

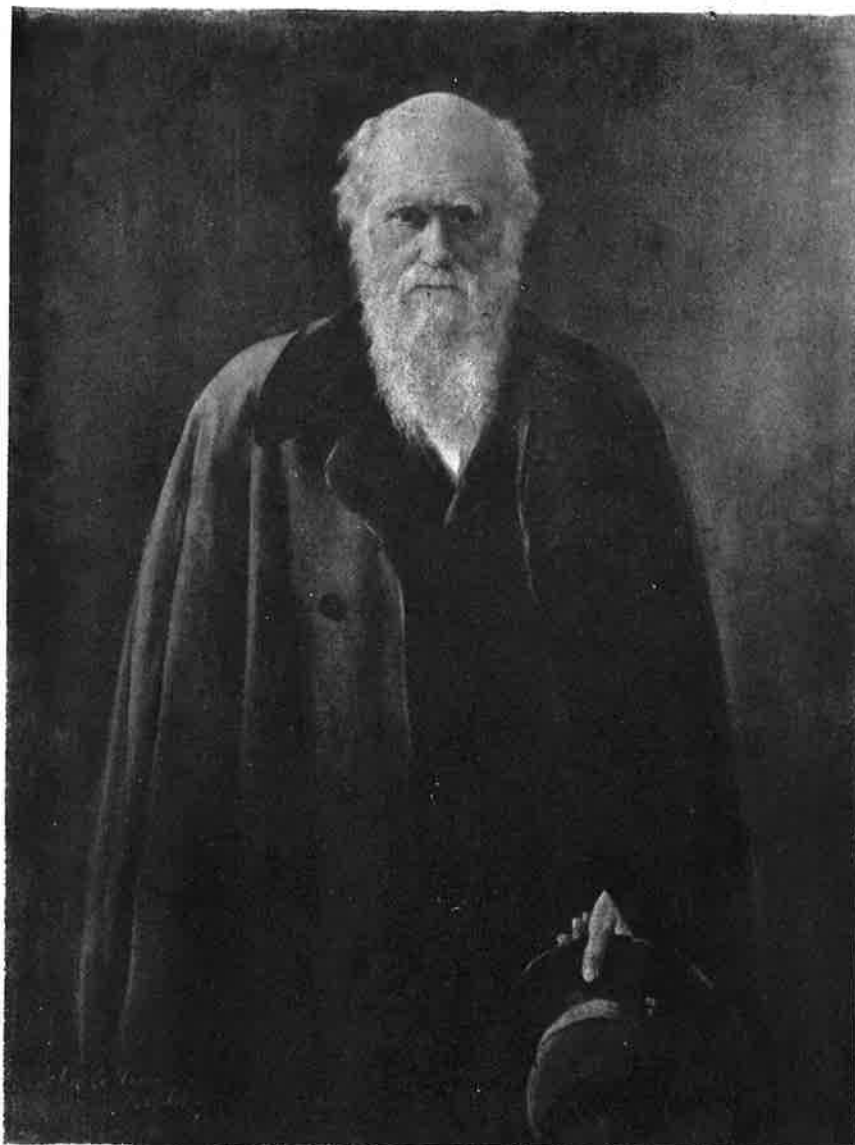
L. DARWIN
DZIELA
WYBRANE

VII



KAROL DARWIN

DZIEŁA WYBRANE



KAROL DARWIN
Portret wykonany około 1883 r.

KAROL DARWIN

DZIEŁA WYBRANE

TOM VII

POLSKA AKADEMIA NAUK
KOMISJA EWOLUCJONIZMU
BIBLIOTEKA KLASYKÓW BIOLOGII

KAROL DARWIN

DZIEŁA WYBRANE

- I PODRÓŻ NA OKRĘCIE „BEAGLE”
- II O POWSTAWANIU GATUNKÓW
- III ZMIENNOŚĆ ZWIERZĄT I ROŚLIN
W STANIE UDOMOWIENIA (2 części)
- IV O POCHODZENIU CZŁOWIEKA
- V DOBÓR PŁCIOWY
- VI O WYRAZIE UCZUĆ U CZŁOWIEKA
I ZWIERZĄT
- VII SKUTKI KRZYŻOWANIA I SAMOZA-
PŁADNIANIA W ŚWIECIE ROŚLIN
- VIII AUTOBIOGRAFIA I WYBÓR LISTÓW

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

T. WOLSKI — przewodniczący

J. BOWKIEWICZ, J. FELIKSIAKOWA, B. HRYNIEWIECKI, T. JACZEWSKI,
W. MICHAJŁOW, K. PETRUSEWICZ, J. PRÜFFER, B. SKARŻYŃSKI, A. STRASZEWICZ

K. D.

KAROL DARWIN

DZIEŁA WYBRANE

TOM VII

SKUTKI KRZYŻOWANIA I SAMOZAPŁADNIANIA W ŚWIECIE ROŚLIN

Przekład zbiorowy

pod redakcją ANIELI MAKAREWICZ

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE i LEŚNE
Warszawa 1959

Tytuł oryginalu
THE EFFECTS OF CROSS AND SELF FERTILISATION IN THE VEGETABLE KINGDOM

by Charles Darwin, L. L. D., F. R. S.,
Second edition, fifth impression, London, John Murray,
Albemarle Street, 1900

Zespół tłumaczy:
H. BIELAWSKA, A. KURLANDZKA, W. PRAZMO,
A. PUTRAMENT, Z. TURECKA

OD REDAKTORA

Praca pt. „Skutki krzyżowania i samozapłodnienia w świecie roślin” jest jedną z ostatnich publikacji Darwina; pierwsze wydanie ukazało się w roku 1876. W swej autobiografii wspomina Darwin, że książka ta, zawierająca opis doświadczeń prowadzonych przez niego w ciągu jedenastu lat, miała być początkowo uzupełnieniem wydanej w roku 1862 niewielkiej książeczki pt. „Zapłodnienie u storczyków”, że materiały do tej ostatniej pracy zbierał począwszy już od lata 1839 r. i że przygotowując książkę o storczykach usiłował — na razie w wąskim zakresie — opracować możliwie szczegółowo ogromny materiał dotyczący w ogóle roślin.

Jak z tego wynika, książka „Skutki krzyżowania...” jest nie tylko owocem wieloletnich prac Darwina, ale tematycznie wiąże się z najbardziej stałymi jego zainteresowaniami. O tym, że zagadnienia te stale interesowały Autora, świadczy podstawowe dzieło Darwina „O powstawaniu gatunków”. Już ono bowiem zawiera pierwszy ogólnobiologiczny szkic późniejszej książki „Skutki krzyżowania...”, która ukazała się w siedemnaście lat później. Już tam, w rozdziale IX, znajdujemy studium o współzależności między płodnością a krzyżowaniem, przy czym poruszone są zagadnienia bezpłodności rodziców przy pewnych kombinacjach krzyżowania i bezpłodności niektórych mieszańców; bezpłodności wynikającej z odchyień w budowie niektórych organów płciowych lub będącej wynikiem zaburzeń w ich funkcjach oraz bezpłodności spowodowanej tym, że partnerzy nie odpowiadają sobie wzajemnie; różnic w stopniu płodności przy zapłodnieniu krzyżowym, samozapłodnieniu i chowie krewniaczym.

Można by zaryzykować twierdzenie, że najwłaściwszym wprowadzeniem do niniejszej książki byłby IX rozdział dzieła „O powstawaniu gatunków”. Znamienny bowiem jest nie tylko fakt, że te same zagadnienia nurtowały Darwina w ciągu wielu lat; jeszcze bardziej może inte-

resująca jest różnica w sposobie przedstawiania tych samych zagadnień. W dziele „O powstawaniu gatunków” Darwin wypykla przede wszystkim materialne przyczyny zjawisk biologicznych: bezpłodność nie jest żadną abstrakcyjną właściwością, to nie natura nadała każdemu gatunkowi inny stopień płodności; różnice w płodności mają swoje konkretne przyczyny. Niektóre zjawiska dają się wytłumaczyć na podstawie faktów — tu Darwin podaje swoje własne obserwacje oraz bardzo duży materiał uzyskany z obserwacji przeprowadzanych przez inne osoby — niektóre zaś wymagają dalszych badań.

W książce „Skutki krzyżowania...” przemawia do nas inny już Darwin. To sędziwy mędrzec, który ma za sobą nie tylko zwycięską walkę o uznanie materialnych przyczyn zjawisk biologicznych, lecz i niejedno gorzkie doświadczenie: drobne potknięcia, nie dość ostrożną ocenę obserwacji podanych przez inne osoby, przedwczesne uogólnienia — a więc to wszystko, co opóźniło zwycięstwo idei Darwina. „Absolutna ścisłość jest cnotą najtrudniejszą do osiągnięcia, będąc zarazem najwyższą z cnot” — pisał Darwin do Scotta, młodego przyrodnika, któremu patronował w badaniach naukowych. Książka „Skutki krzyżowania...” jest chyba przykładem osiągnięcia tej najwyższej cnoty. Nie tylko wykonanie olbrzymiej ilości doświadczeń, ale sam ich nieźrównanie dokładny opis wymagał istic benedyktyńskiej cierpliwości. Szczególnie wiele uwagi poświęca tu Darwin faktom, które zdają się przeczyć wnioskowi ogólnym. I dopiero w końcowych partiach książki, na podstawie olbrzymiej ilości bezspornie udokumentowanych faktów, przedstawia Darwin swoje genialne ewolucyjne syntezy.

Książka niniejsza nie uzyskała nigdy takiej popularności jak inne dzieła Darwina, być może właśnie wskutek przeładowania szczegółami. Jeśli jednak kto zajmuje się — w jakimkolwiek zakresie — biologią procesu płciowego, zarówno w badaniach o charakterze teoretycznym, jak i pracach o znaczeniu praktycznym, nie może nie sięgnąć do tej książki. Naświetla w niej Darwin takie zagadnienia, jak rozpatrywana na tle ewolucji płodność przy krzyżowaniu i samozapłodnieniu, niezgodność płciowa, heterozja oraz jej przeciwieństwo — zmniejszenie się rozmiarów, bujności i żywotności.

Przekład niniejszy tej książki jest pierwszym jej tłumaczeniem na język polski. Zespół tłumaczy miał niełatwe zadanie chcąc pogodzić wierność przekładu z wymaganiami wiedzy współczesnej. Przykładem jest

choćby używanie przez Darwina terminu „fertilisation”, czyli „zapłodnienie”, zarówno wtedy gdy chodzi o zapłodnienie, jak i zapylenie. Ze względu na wierność przekładu pozostawiono, z wyjątkiem kilku wypadków, termin „zapłodnienie”. Wyrazem „capsule”, czyli „torebka”, Darwin określa wszelkiego rodzaju owoce; właściwe nazwy owoców poszczególnych roślin omawianych przez Darwina podano w odsyłaczach. Utrzymano również liczne używane przez Darwina skróty myślowe, jak „nasiona i torebki samozapładniane czy krzyżowane” itp.

Aniela Makarewicz

Rozdział I

UWAGI WSTĘPNE

Różne środki ułatwiające lub umożliwiające krzyżowe zapłodnienie roślin — Korzyści wynikające z krzyżowego zapłodnienia — Samozapłodnienie sprzyja rozprzestrzenianiu się gatunku — Krótki rys historyczny tego problemu — Obiekt i metoda doświadczeń — Wartość statystyczna pomiarów — Doświadczenia obejmujące kilka kolejnych pokoleń — Istota pokrewieństwa roślin w dalszych pokoleniach — Jednolitość warunków działających na rośliny — Pozorne oraz rzeczywiste źródła błędu — Ilość pyłku, jaką zapyłano rośliny — Plan pracy — Doniosłość wniosków.

Istnieją liczne i godne uwagi dane wskazujące na to, że u większości rodzajów roślin kwiaty zbudowane są w sposób umożliwiający sporadyczne lub stałe ich zapładnianie pyłkiem z innego kwiatu, pochodzącego bądź z tej samej rośliny, bądź też częściej — jak to później uzasadnimy — z innej rośliny. Czasem zapłodnienie krzyżowe uwarunkowane jest rozdzielnością pyłku oraz znamion. Rośliny takie, noszące nazwę dichogamicznych, dzielą się na dwie podgrupy: gatunki protandryczne, u których pyłek dojrzewa wcześniej niż znamiona, oraz gatunki protogyniczne, u których stwierdzamy zjawisko odwrotne; ta druga forma dichogamii występuje rzadziej niż poprzednia. W wielu wypadkach zapłodnienie krzyżowe następuje dzięki zadziwiająco precyzyjnym urządzeniom mechanicznym uniemożliwiającym zapłodnienie kwiatów ich własnym pyłkiem. Istnieje nieliczna grupa roślin, które nazwałem dimorficznymi i trimorficznymi, lecz którym Hildebrand nadał stosowniejszą nazwę — heterostylicznych. Są to rośliny występujące w dwóch lub trzech różniących się formach przystosowanych do wzajemnego zapłodnienia, toteż — podobnie jak rośliny rozdzielnościowe — krzyżują się w każdym pokoleniu. U niektórych kwiatów męskie i żeńskie narządy rozrodcze są szczególnie pobudliwe; oblatujące je owady zostają obsypane pyłkiem, który w ten sposób przenoszony jest na inne kwiaty. Ponadto istnieje grupa roślin, u których woreczki zalążkowe w ogóle nie mogą zostać zapłodnione przez pyłek z tej samej rośliny, lecz jedynie przez

pyłek jakiegokolwiek innego osobnika tego samego gatunku. Jest również bardzo dużo gatunków, które po zapłodnieniu własnym pyłkiem są częściowo bezpłodne. Istnieje wreszcie duża grupa roślin, u których w budowie kwiatów nie ma widocznych urządzeń przeciwdziałających samozapłodnieniu, a mimo to rośliny te często się przekrzyżowują. Pyłek pochodzący z innego osobnika lub innej odmiany ma przewagę nad pyłkiem własnym.

Skoro istnieją tak różnorodne i skuteczne sposoby przystosowania roślin do zapłodnienia krzyżowego, już z samego tego faktu można by wnioskować, że proces ten jest dla roślin korzystny. Tematem niniejszej pracy jest właśnie przedstawienie, na czym polegają i jakie mają znaczenie korzyści wynikające z zapłodnienia krzyżowego. Istnieją jednak pewne wyjątki od ogólnej zasady, zgodnie z którą budową roślin umożliwia lub ułatwia zapłodnienie krzyżowe. Wydaje się bowiem, że u pewnych, nielicznych roślin samozapłodnienie zachodzi stale, jednak nawet u nich pozostały ślady wskazujące, że były one dawniej przystosowane do zapłodnienia krzyżowego. Wyjątki te nie podważają wspomnianej zasady, podobnie jak istnienie nielicznych roślin, które kwitną, lecz nie zawiązują nasion, nie budzi w nas wątpliwości co do tego, że kwiaty stanowią przystosowanie do wytwarzania nasion i rozprzestrzeniania gatunku.

Musimy zawsze pamiętać o oczywistym fakcie, że głównym celem aktu zapłodnienia jest wytwarzanie nasion, cel zaś ten rośliny obupłciowe mogą osiągnąć bez porównania pewniej przez samozapłodnienie niż przez łączenie się elementów płciowych pochodzących z dwu różnych kwiatów czy też roślin. Oczywisty jest jednak fakt, że niezliczona ilość kwiatów przystosowana jest do krzyżowego zapłodnienia. Jest to tak oczywiste, jak fakt, że zęby i pazury drapieżnika przystosowane są do rozrywania pokarmu lub że puch, skrzydłaki czy haczyki na nasionach stanowią przystosowania do ich rozsiewania się. Wobec tego budowa kwiatów umożliwia osiągnięcie dwu w pewnym stopniu przeciwnych celów; tłumaczy to wiele pozornych nienormalności w ich budowie. Bezpośrednie sąsiedztwo pylników i znamion u olbrzymiej ilości gatunków sprzyja, a często prowadzi do samozapłodnienia. Ten sam jednak cel byłby osiągnięty znacznie pewniej, gdyby kwiaty były zupełnie zamknięte. Pyłek nie byłby wówczas uszkodzany przez deszcz ani pożerany przez owady, jak to się często dzieje. Więcej nawet, dla dokonania aktu zapłodnienia rośliny nie potrzebowałyby wtedy wytwarzać milionów ziarn pyłku, wystarczyłaby bowiem niewielka jego ilość. Otwarte jednak kwiaty i duża, pozornie nadmierna ilość pyłku są niezbędne do krzyżowego zapłodnienia. Rośliny tzw. kleistogamiczne, u których na

tym samym osobniku występują dwa rodzaje kwiatów, mogą być dobrym tego przykładem. Jedne kwiaty są bardzo małe i zupełnie zamknięte, wskutek czego nie mogą się krzyżować, wydają one jednak dużo nasion, jakkolwiek wytwarzają mało pyłku. Kwiaty drugiego rodzaju wytwarzają dużo pyłku i są otwarte; te kwiaty mogą być i często są zapładniane w sposób krzyżowy. Hermann Müller odkrył inne ciekawe zjawisko, a mianowicie dwupostaciowość pewnych roślin. Rośliny te wytwarzają na poszczególnych pędach dwa odrębne rodzaje obupłciowych kwiatów. Na jednych pędach kwiaty są drobne, przystosowane do samozapłodnienia, na innych natomiast kwiaty są większe i znacznie bardziej rzucające się w oczy, wyraźnie przystosowane do krzyżowego zapłodnienia za pośrednictwem owadów, gdyż bez ich pomocy nie zawiązują nasion.

Przystosowaniem kwiatów do krzyżowego zapłodnienia interesuję się od trzydziestu siedmiu lat. Zebrałem bardzo dużo materiału obserwacyjnego, który traci obecnie na wartości, gdyż ostatnio ukazał się szereg doskonałych prac na ten temat. W roku 1857 napisałem¹ krótką pracę na temat zapłodnienia fasoli; w 1862 roku ukazała się moja praca „O sposobach zapłodnienia brytyjskich i zagranicznych storczyków za pośrednictwem owadów”*. Uważałem, że lepiej możliwie najstaranniej opracować jakąś jedną grupę roślin, niż publikować dużo niepełnych obserwacji. Niniejsza praca jest uzupełnieniem pracy o storczykach, w której opisałem, jak zadziwiająca budowa umożliwia bądź ułatwia albo też nieuchronnie powoduje krzyżowe zapłodnienie tych roślin. Przystosowania do krzyżowego zapłodnienia są może u storczykowatych bardziej wyraźne niż u roślin jakiegokolwiek innej grupy, błędem jest jednak traktowanie ich przez niektórych autorów jako wypadków wyjątkowych. Opisane przez Hildebranda, dra W. Ogle’a i innych znamiona szalwii, których poruszanie się podobne do ruchu dźwigni powoduje nachylanie się pręcików i ocieranie ich o odwłoki pszczoł, mają budowę równie doskonałą jak storczyki. Kwiaty motylkowe, jak to opisali różni autorzy, na przykład p. T. H. Farrer, wykazują niezliczone, ciekawe przystosowania do krzyżowego zapłodnienia. *Posoqueria fragrans* (należąca do *Rubiaceae*) stanowi równie zdumiewający przykład, jak najcudowniejsze storczyki. Jak podaje Fritz Müller², pręciki reagują

¹ „Gardeners’ Chronicle”, 1857, s. 725 oraz 1858, s. 828. Również „Annals and Mag. of Nat. Hist.”, seria 3, t. II, 1858, s. 462.

* „On the Contrivances by which British and Foreign Orchids are Fertilised by Insects”. (Tłum.)

² „Botanische Zeitung”, 1866, s. 129.

na bodźce: skoro tylko motyl usiadzie na kwiecie, pylniki pękają i obsypują motyla pyłkiem, równocześnie jedna z nitek pylnika, szersza od innych, tak się przesuwa, że kwiat się zamyka, a mniej więcej po dwunastu godzinach ponownie odzyskuje swą pierwotną pozycję. Dzięki temu na zamię nie może dostać się pyłek z tego samego kwiatu, lecz tylko pyłek, który motyle przenoszą z jakiegoś innego kwiatu. Można by wymienić nieskończoną ilość innych doskonałych urządzeń służących do tego samego celu.

W 1793 roku, na długo przedtem, zanim zająłem się badaniem zapłodnienia u roślin, ukazała się w Niemczech interesująca książka C. K. Sprengla „Das Entdeckte Geheimniss der Natur”, w której autor na niezliczonych przykładach bezspornie wykazał, jak ważną rolę odgrywają owady w zapłodnieniu wielu roślin. Autor ten jednak wyprzedził swoją epokę; jego odkrycia były w ciągu dłuższego okresu czasu pomijane. Po ukazaniu się mojej książki o storczykach opublikowano szereg doskonałych prac poświęconych zapłodnieniu u roślin, jak np. prace Hildebranda, Delpino, Axella i Hermanna Müllera¹, oraz wiele krótszych publikacji. Wykaz ich zająłby wiele stron. Nie będę wymieniał tytułów tych prac, gdyż rozważamy obecnie nie sposoby, lecz skutki krzyżowego zapłodnienia. Każdy kogo interesuje mechanizm, za pośrednictwem którego natura osiąga swoje cele, musi z najwyższym zainteresowaniem przeczytać te publikacje.

Na podstawie własnych obserwacji nad roślinami, opartych w pewnym stopniu na doświadczeniu hodowców zwierząt, doszedłem już wiele lat temu do przekonania, że przystosowanie kwiatów do zapłodnienia się przynajmniej od czasu do czasu pyłkiem pochodzącym z innej rośliny jest powszechnym prawem natury. Sprengel w swoim czasie przewidział to prawo, lecz tylko częściowo, gdyż nie zdawał sobie chyba sprawy z istnienia jakiegś

¹ Sir John Lubbock podał ciekawe zestawienie całości tego problemu w swej pracy z 1875 r. pt. „British Wild Flowers considered in relation to Insects”. Praca Hermanna Müllera z 1873 r. „Die Befruchtung der Blumen durch Insekten” zawiera bardzo dużo oryginalnych obserwacji i uogólnień. Ponadto jest ona nieoceniona z tego względu, że podaje niemal wszystkie publikacje dotyczące tego problemu. Praca jego tym się wyróżnia spośród wszystkich innych, że autor jej wymienia w wypadkach, gdy to jest wiadome, owady odwiedzające kwiaty poszczególnych gatunków. Podobnie czymś zupełnie nowym w jego pracy jest stwierdzenie, że nie tylko kwiaty są dla własnej korzyści przystosowane do odwiedzania przez określone owady, lecz że również owady są znakomicie przystosowane do zdobywania nektaru lub pyłku z określonych kwiatów. Trudno jest w pełni docenić doniosłe znaczenie pracy H. Müllera, byłoby przeto rzeczą bardzo pożądaną przetłumaczenie jej na język angielski. Praca zaś Severina Axella jest napisana w języku szwedzkim, toteż nie byłem w stanie jej przeczytać.

różnicy w działaniu pyłku pochodzącego z tej samej czy też innej rośliny. W przedmowie do swej książki (s. 4) mówi on, że skoro tak wiele jest kwiatów rozdzielnopłciowych i tak wiele innych dichogamicznych, „wydaje się, że natura nie życzyła sobie, by jakikolwiek kwiat musiał być zapładniany własnym pyłkiem”. Niemniej uważnie czytając dzieło Sprengla odnosi się wrażenie, że często zapominał on o tym wniosku lub też nie uświadamiał sobie w pełni jego znaczenia, wskutek czego mylnie ujmował znaczenie poszczególnych struktur. Praca jego wnosi tyle nowego i jest tak znakomita, że mogę sobie pozwolić na pewne zarzuty pod jej adresem. Podobnie, najbardziej kompetentny znawca, H. Müller¹ mówi: „Jest godne uwagi, że często Sprengel trafnie stwierdzał, iż pyłek przenoszony zostaje na znamiona innych kwiatów tego samego gatunku jedynie przez odwiedzające je owady, a jednak nie zdawał sobie sprawy, żeby to przenoszenie dawało jakąkolwiek korzyść samym roślinom”.

Andrzej Knight, który był znacznie bliżej prawdy, mówi:² „Było to zamierzeniem natury, by między sąsiadującymi roślinami tego samego gatunku zachodziły kontakty płciowe”. Wspominając o różnych, nie zupełnie jeszcze wówczas poznanych sposobach, za których pośrednictwem pyłek jest przenoszony z jednego kwiatu na drugi, dodaje on: „Naturze chodziło o coś więcej niż o to, by każdy kwiat był zapładniany własnym pyłkiem”. W 1811 roku Kölreuter wyraźnie już mówi o tym samym prawie, podobnie jak później czyni to inny słynny hodowca Herbert³. Wydaje się jednak, że żaden z tych znakomych obserwatorów nie zdawał sobie w pełni sprawy ze znaczenia i zasięgu tego prawa, toteż nie obstawali przy nim i nie przekonywali o nim innych.

W 1862 roku podsumowałem moje obserwacje nad storczykami, pisząc:

¹ „Die Befruchtung der Blumen”, 1873, s. 4. Oto co on pisze: „Es ist merkwürdig, in wie zahlreichen Fällen Sprengel richtig erkannte, dass durch die Besuchenden Insekten der Blüthenstaub mit Nothwendigkeit auf die Narben anderer Blüthen derselben Art übertragen wird, ohne auf die Vermuthung zu kommen, dass in dieser Wirkung der Nutzen des Insektenbesuches für die Pflanzen selbst gesucht werden müsse”.

² „Philosophical Transactions”, 1799, s. 202.

³ Kölreuter, „Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg”, t. III, 1809 (opublikowane w 1811), s. 197. Autor zwracając uwagę na to, jak dobrze *Malvaceae* są przystosowane do krzyżowego zapłodnienia, zapytuje: „An id aliquid in recessu habeat, quod hujusmodi flores nunquam proprio suo pulvere, sed semper eo aliarum suae speciei impregnentur, merito quaeritur? Certe natura nil facit frustra”. Herbert, „Amaryllidaceae, with a Treatise on Cross-bred Vegetables”, 1837.

„Przyroda unika wiecznego samozapłodniania”. Gdyby wyraz „wiecznego” został pominięty, aforyzm ten byłby fałszywy. Uważam jednak, że w powyższym brzmieniu jest on słuszny, jakkolwiek zbyt dosadnie sformułowany; chciałbym wobec tego dodać pewne, samo przez się zrozumiałe uzupełnienie, że przede wszystkim chodzi o rozprzestrzenianie się gatunku czy to przez samozapłodnienie, czy przez krzyżowe zapłodnienie, czy też bezpłciowo przez pączki, stolony itd. Olbrzymią zasługą Hermanna Müllera było stałe podkreślanie przezeń tego ostatniego punktu.

Często przychodziło mi na myśl, że warto by zbadać, czy siewki z kwiatów zapłodnionych krzyżowo mają pod jakimkolwiek względem przewagę nad siewkami z kwiatów samozapłodnionych. Ponieważ jednak u zwierząt nie był znany żaden wypadek jakichś zaburzeń w potomstwie pochodzącym ze skojarzenia najbliższych krewnych, mianowicie braci z siostrami, myślałem, że prawidłowość ta dotyczy również roślin. Uważałem ponadto, że dla osiągnięcia jakiegokolwiek wyniku trzeba by poświęcić zbyt dużo czasu na samozapłodnianie i krzyżowanie roślin w ciągu kilku kolejnych pokoleń. Powinienem być zwrócić uwagę, że ani uzyskiwanie pewnych nieznacznych korzyści, ani zapobieganie pewnym pośrednim niewielkim brakom nie mogło spowodować powstania tak skomplikowanych urządzeń sprzyjających zapłodnieniu krzyżowemu, jakie widzimy u licznych roślin. Co więcej, ponieważ zapłodnienie kwiatu jego własnym pyłkiem odpowiada kojarzeniu w pokrewieństwie bliższym, niż to jest możliwe u normalnych rozdzielnopłciowych zwierząt, można tu było prędzej spodziewać się wyników.

Wreszcie jeszcze jedna okoliczność skłoniła mnie do przeprowadzenia opisanych w tej książce doświadczeń. Chcąc wyjaśnić pewne wątpliwości związane z dziedziczeniem i zupełnie nie biorąc pod uwagę skutków rozmnażania w bliskim pokrewieństwie, zasiałem na dwu sąsiednich zagonach samozapłodnione i skrzyżowane siewki *Linaria vulgaris* pochodzące z tej samej rośliny. Ku mojemu zdziwieniu okazało się, że gdy rośliny pochodzące z krzyżowań w pełni wyrosły, były wyraźnie wyższe i silniejsze od samozapłodnionych. Pszczoły stałe odwiedzają kwiaty tej lnicy, przenosząc pyłek z jednej rośliny na drugą. Jeżeli owadów nie ma, kwiaty zawiązują bardzo mało nasion; toteż dzikie rośliny, od których pochodziły moje siewki, musiały się z pokolenia na pokolenie ze sobą krzyżować. Wydawało się więc dość nieprawdopodobne, aby różnica między tymi dwoma zagonami wywołana była przez jednorazowe samozapłodnienie; toteż otrzymany wynik przypisałem temu, że nasiona z samozapłodnienia były nie w pełni

dojrzałe, jakkolwiek nieprawdopodobne było, aby dotyczyło to wszystkich nasion lub też że działała tu jakaś inna przypadkowa i nie wyjaśniona przyczyna. W następnym roku w tym samym co poprzednio celu umieściłem tuż obok siebie dwa większe zagonki siewek goździka, *Dianthus caryophyllus*, otrzymanych z samozapłodnienia oraz z krzyżowania. Podobnie jak lnica, roślina ta w razie nieobecności owadów jest prawie bezpłodna; tak jak poprzednio możemy również i w danym wypadku przypuszczać, że rośliny rodzicielskie krzyżowały się ze sobą we wszystkich lub prawie we wszystkich poprzednich pokoleniach. Niemniej jednak siewki samozapłodnione były wyraźnie niższe i słabsze od krzyżowanych.

Tym razem wynik zainteresował mnie poważnie: trudno było wątpić, że różnica między dwoma zagonkami wywołana została pochodzeniem roślin: jedne bowiem stanowiły potomstwo kwiatów skrzyżowanych, drugie — samozapłodnionych. Wobec tego prawie zupełnie przypadkowo wybrałem dwie inne rośliny, gdyż one właśnie kwitły w szklarni. Były to mianowicie *Mimulus luteus* i *Ipomoea purpurea*, które w przeciwieństwie do *Linaria* i *Dianthus* przy braku owadów są w dużym stopniu samopłodne. U każdego gatunku na tych samych roślinach jedne kwiaty zapłodniono ich własnym pyłkiem, inne zaś — pyłkiem z innych osobników; obydwie rośliny osłonięto siatką przed owadami. Otrzymane w ten sposób nasiona skrzyżowane oraz samozapłodnione wysiano po przeciwnych stronach tych samych doniczek i następnie traktowano je pod każdym względem jednakowo. Gdy rośliny dojrzały, zmierzono je i porównano ze sobą. U obu gatunków, podobnie jak u *Linaria* i *Dianthus*, rośliny skrzyżowane wyraźnie górowały pod względem wysokości i innych cech nad samozapłodnionymi. Zdecydowałem się wobec tego na rozpoczęcie długiej serii doświadczeń nad różnymi roślinami; doświadczenia te prowadziłem w ciągu jedenastu lat. Okazało się, że w olbrzymiej większości wypadków rośliny krzyżowane górowały nad samozapładnianymi. Co więcej, można znaleźć uzasadnienie dla tych wyjątkowych wypadków, kiedy rośliny krzyżowane nie wykazywały przewagi.

Muszę zaznaczyć, że używałem i nadal będę używał pewnych skrótów; mówiąc o krzyżowanych i samozapładnianych nasionach, siewkach czy roślinach, mam na myśli nasiona, siewki czy rośliny pochodzące z kwiatów zapładnianych krzyżowo lub samozapładnianych. Mówiąc o zapłodnieniu krzyżowym mam zawsze na myśli krzyżowanie odrębnych roślin pochodzących z nasion, nie zaś z sadzonek lub pączków. Samozapładnianie zaś oznacza zapłodnienie kwiatów ich własnym pyłkiem.

Doświadczenia moje przeprowadziłem w następujący sposób. Pojedynczą roślinę, jeżeli wytwarzała ona dostateczną liczbę kwiatów, albo też dwie czy trzy rośliny umieszczałem pod rozpiętą na ramach siatką dostatecznie dużą, aby mogła przykryć roślinę (wraz z doniczką, jeżeli jej używano) nie dotykając jej. Ten ostatni moment jest istotny, gdyż jak przekonałem się, zdarza się, że jeśli kwiaty dotykają siatki, mogą być krzyżowo zapłodnione za pośrednictwem pszczół; poza tym wilgotna siatka może uszkadzać pyłek. Początkowo używałem „białej bawełnianej sieci” o bardzo drobnych oczkach, później zaś — siatki mającej oczka o średnicy 0,1 cala. Przekonałem się, że taka siatka skutecznie chroni przed wszystkimi owadami z wyjątkiem przyłżeńców, przed którymi nie chroni żadna siatka. Na ochra-
nianych w ten sposób roślinach oznaczano szereg kwiatów, które zapładniano ich własnym pyłkiem. Na tych samych roślinach pewną ilość kwiatów oznaczanych w inny sposób zapładniano w tym samym czasie pyłkiem z innej rośliny. Kwiatów krzyżowanych nie kastrowano, aby warunki doświadczenia w miarę możności upodobnić do warunków naturalnych, kiedy zapłodnienie roślin następuje za pośrednictwem owadów. Wobec tego niektóre z krzyżowanych kwiatów — w razie gdyby nie zostały zapłodnione pyłkiem obcym — mogły się zapłodnić pyłkiem własnym. Wrócimy poniżej do tego zagadnienia, omawiając również niektóre inne źródła błędów. W kilku nielicznych wypadkach, gdy chodziło o gatunki samorzutnie zapładniające się własnym pyłkiem, pozostawiano je pod siatką, aby kwiaty same się zapłodniły. Jeszcze rzadziej pozostawiano rośliny nie przykryte, pozwalając na swobodne ich krzyżowanie się za pośrednictwem owadów, które je stale odwiedzały. Ta niejednolitość mego sposobu postępowania ma pewne duże zalety oraz pewne wady. Jeśli były jakiegokolwiek różnice w sposobie postępowania, zaznaczam to od razu, przystępując do opisu każdego gatunku.

Starłem się zbierać nasiona w pełni dojrzałe. W większości wypadków krzyżowane oraz samozapładniane nasiona umieszczałem następnie w wilgotnym piasku, po przeciwnych stronach szklanki podzielonej na dwie części, przykrywałem z góry szklaną płytką i umieszczałem na kominku w ciepłym pokoju. Dzięki temu mogłem obserwować kiełkowanie nasion. Gdy zdarzało się, że z jednej strony szklanki kiełkowało kilka nasion, z drugiej zaś kiełkowanie nie następowało, wówczas odrzucałem całą partię nasion. Gdy natomiast po obu stronach szklanki kiełkowało para nasion, pikowałem siewki do doniczki, umieszczając je naprzeciwko siebie i oddzielając przegrodą. Powtarzałem tę czynność tak długo, póki nie miałem

po przeciwnych stronach doniczek sześciu do dwudziestu siewek dokładnie w tym samym wieku. Jeśli jedna z pary młodych siewek zachorowała lub uległa jakiemuś uszkodzeniu, usuwałem zarówno ją, jak odpowiadającą jej roślinę z przeciwnej strony doniczki.

W piasku umieszczałem do kiełkowania liczne nasiona, toteż po wybraniu odpowiednich par pozostawało jeszcze wiele nasion, z których jedne już kiełkowały, inne zaś jeszcze nie; wysiewałem je gęsto razem po przeciwnych stronach jednej lub dwu nieco większych doniczek, czasem zaś — w dwu długich rzędach w gruncie. W tych wypadkach walka o byt z jednej strony doniczki między krzyżowanymi siewkami, z drugiej — między siewkami samozapładnianymi, podobnie jak między dwiema grupami współzawodniczącymi ze sobą w tej samej doniczce, była szczególnie ciężka. Wiele z nich ginęło od razu; spośród tych, które przeżyły po obu stronach doniczki, mierzyłem najwyższe wtedy, gdy osiągnęły pełną wysokość. Rośliny w ten sposób traktowane znajdowały się w takich samych warunkach jak dziko rosnące, które aż do dojrzewania walczą o życie wśród olbrzymiej ilości współzawodników.

W innych wypadkach, ze względu na brak czasu, nasion nie wysiewałem na wilgotnym piasku, lecz umieszczałem je od razu po przeciwnych stronach doniczek i mierzyłem rośliny w pełni wyrosnięte. Taki sposób daje jednak mniej dokładne wyniki, gdyż nasiona z jednej strony kiełkują niekiedy słabiej niż z drugiej. Przy pracy z niektórymi, nielicznymi gatunkami trzeba jednak było go stosować, gdyż pewne typy nasion nie kiełkowałyby dobrze na świetle, jakkolwiek szklanki z nasionami znajdowały się na kominku w głębi pokoju i w pewnej odległości od dwu okien wychodzących na północny wschód¹.

Ziemię w doniczkach, w których wysadzano siewki lub wysiewano nasiona, starannie mieszano, aby zapewnić jej jednolity skład. Rośliny po obu stronach podlewano jednocześnie i możliwie najbardziej równomiernie; zresztą gdyby nawet nie zwracano na to uwagi, woda przesiąkałaby na obie strony prawie jednakowo, gdyż doniczki były nieduże. Rośliny krzyżowane i samozapładniane oddzielone były od siebie na powierzchni doniczki przegródką skierowaną zawsze do głównego źródła światła, dzięki

¹ Najwyraźniej występowało to u nasion *Papaver vagum* i *Delphinium consolida*, mniej wyraźnie — u *Adonis aestivalis* i *Ononis minutissima*. U tych czterech gatunków na czystym piasku nawet w ciągu kilku tygodni rzadko kiełkowało więcej niż jedno czy dwa nasiona; natomiast gdy te same nasiona umieszczano na ziemi w doniczkach i przykrywano cienką warstwą piasku, kiełkowały one natychmiast, i to w dużej ilości.

czemu rośliny były z obu stron jednakowo oświetlone. Nie sędzę, by można było zapewnić dwu grupom roślin warunki bardziej podobne niż te, które miały moje krzyżowane i samozapładniane rośliny.

Przy porównywaniu obu grup roślin nigdy nie poprzestawano na samej ocenie na oko. W zasadzie starannie mierzono wysokość każdej rośliny, często nawet parokrotnie, mianowicie wtedy, gdy rośliny były młode, czasem — ponownie, gdy były nieco starsze, a wreszcie wtedy, gdy osiągały pełną dojrzałość. W pewnych jednak wypadkach, które są zawsze zaznaczone, dla zaoszczędzenia czasu mierzono z każdej strony tylko jedną lub dwie najwyższe rośliny. Nie jest to dobry sposób i stosowano go (poza gęsto wysianymi roślinami z nasion, które pozostawały po wysadzeniu par roślin) tylko wtedy, gdy można było przypuszczać, że najwyższe rośliny z każdej strony doniczki właściwie charakteryzują przeciętną różnicę między obu grupami roślin. Sposób ten ma jednak swoje duże zalety: są bowiem wówczas eliminowane rośliny chore lub przypadkowo uszkodzone, a także otrzymane z nasion niezupełnie dojrzałych. Gdy mierzono tylko po jednej, najwyższej roślinie z każdej strony, ich średnia wysokość była oczywiście większa niż średnia wysokość wszystkich roślin z tej samej strony doniczki. Jeżeli jednak chodzi o gęsto wysiane rośliny otrzymane z pozostających nasion, przeciętna wysokość najwyższych roślin była mniejsza niż roślin wysiewanych parami — ze względu na nie sprzyjające warunki gęstego siewu. Dla naszych jednak celów, mianowicie kiedy chodzi o porównywanie roślin krzyżowanych z samozapładnianymi, ich absolutna wysokość nie ma większego znaczenia.

Ponieważ rośliny były mierzone normalną miarą angielską z podziałką na cale i ósme części cala, nie uważałem za konieczne przeliczanie ułamków na dziesiętne. Przeciętną czy średnią wysokość obliczano w zwykły sposób przez sumowanie wszystkich pomiarów i dzielenie sumy przez liczbę roślin mierzonych; wyniki podawane są w calach z ułamekami. Ponieważ rośliny poszczególnych gatunków osiągają różną wysokość, dla ułatwienia porównania podawałem zawsze dodatkowo średnią wysokość roślin samozapładnianych, obliczając ją w stosunku do przeciętnej wysokości roślin krzyżowanych przyjmowanej za sto. Jeśli chodzi o otrzymane z nasion pozostałych po wysadzeniu par gęsto wysiewane rośliny, spośród których mierzono z każdej strony tylko najwyższe, uważałem, że lepiej będzie nie komplikować wyników przez podawanie osobno średnich wysokości tych roślin jak też roślin pochodzących z par i dlatego obliczałem ich wysokość sumarycznie, otrzymując w ten sposób jedną średnią.

Długo wahałem się, czy warto podawać pomiary każdej rośliny z osobna, zdecydowałem się jednak tak zrobić, gdyż dzięki temu można pokazać, że przewaga roślin krzyżowanych nie wynika po prostu z tego, że z jednej strony są dwie czy trzy wyjątkowo duże rośliny lub też z drugiej strony kilka bardzo słabych roślin. Wielu co prawda obserwatorów stwierdziło w sposób ogólnikowy, że potomstwo skrzyżowanych odmian przewyższa obie formy rodzicielskie, nie podawano jednak żadnych ścisłych pomiarów¹, danych zaś dotyczących obserwacji nad skutkami krzyżowania i samozapłodniania osobników w obrębie tej samej odmiany w ogóle nie znalazłem. Ponadto tego rodzaju doświadczenia wymagają tak wiele czasu (moje były prowadzone w ciągu jedenastu lat), że jest mało prawdopodobne, by mogły być szybko powtórzone.

Ponieważ pomiary dotyczyły ograniczonej liczby roślin krzyżowanych oraz samozapłodnianych, było dla mnie rzeczą bardzo ważną zorientowanie się, w jakim stopniu otrzymane średnie są miarodajne. Wobec tego zwróciłem się do p. Galtona, który ma duże doświadczenie w badaniach statystycznych, z prośbą o zbadanie niektórych moich tabel z pomiarami (razem siedmiu), zawierających dane dotyczące *Ipomoea*, *Digitalis*, *Reseda lutea*, *Viola*, *Limnanthes*, *Petunia* i *Zea*. Od razu można powiedzieć, że gdybyśmy wybrali przypadkowo i zmierzili wzrost dwunastu czy dwudziestu ludzi należących do dwu narodowości, nie można byłoby, przypuszczam, na podstawie tak małej liczby pomiarów wnioskować o ich przeciętnym wzroście. Nieco inaczej jest jednak z moimi krzyżowanymi i samozapłodnianymi roślinami: były one dokładnie w tym samym wieku, wszystkie znajdowały się w tych samych warunkach i pochodziły od tych samych roślin rodzicielskich. Kiedy mierzy się tylko dwie do czterech par roślin, wyniki pomiarów mają bardzo małe znaczenie lub nie mają żadnego, nie licząc tego, że potwierdzają i są z kolei potwierdzane przez wyniki doświadczeń przeprowadzonych na innych gatunkach w szerszym zakresie.

Podaję poniżej ocenę siedmiu tabel z pomiarami, którą był łaskaw napisać i dostarczyć mi p. Galton.

„Starannie przestudiowałem pomiary roślin stosując przy tym wiele metod statystycznych dla zbadania, w jakim stopniu średnie poszczególnych grup odzwierciedlają rzeczywistą sytuację, to jest tę, która nie ulegałaby zmianom, jak długo pozostałyby

¹ Zestawienie tych danych wraz z odsyłaczami można znaleźć w mojej pracy „Variation of Animals and Plants under Domestication”, rozdz. XVII, wyd. 2, 1875, t. II, s. 109.

nie zmienione ogólne warunki wzrostu. Główne metody, które zastosowałem, można łatwo wytłumaczyć wybierając jedną z mniejszych serii roślin, na przykład *Zea mays*”.

Zea mays (młode rośliny)

Wyniki obserwacji zestawione przez p. Darwina			Wyniki obserwacji uszeregowane według wielkości				
			osobno z poszczególnych doniczek		ze wszystkich doniczek łącznie		
Kol. I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	krzyżow.	samozapł.	krzyżow.	samozapł.	krzyżow.	samozapł.	różnica
Don. I	Cale	Cale	Cale	Cale	CaIe	Cale	Cale
	23 ⁴ / ₈	17 ³ / ₈	23 ⁴ / ₈	20 ³ / ₈	23 ⁴ / ₈	20 ³ / ₈	—3 ¹ / ₈
	12	20 ³ / ₈	21	20	23 ² / ₈	20	—3 ² / ₈
	21	20	12	17 ³ / ₈	23	20	—3
Don. II					22 ¹ / ₈	18 ⁵ / ₈	—3 ⁴ / ₈
	22	20	22	20	22 ¹ / ₈	18 ⁵ / ₈	—3 ⁴ / ₈
	19 ¹ / ₈	18 ³ / ₈	21 ⁴ / ₈	18 ⁵ / ₈	22	18 ³ / ₈	—3 ⁵ / ₈
	21 ⁴ / ₈	18 ⁵ / ₈	19 ¹ / ₈	18 ³ / ₈	21 ⁵ / ₈	18	—3 ⁵ / ₈
Don. III					21 ⁴ / ₈	18	—3 ⁴ / ₈
	22 ¹ / ₈	18 ⁵ / ₈	23 ² / ₈	18 ⁵ / ₈	21	18	—3
	20 ³ / ₈	15 ² / ₈	22 ¹ / ₈	18	21	17 ³ / ₈	—3 ⁵ / ₈
	18 ² / ₈	16 ⁴ / ₈	21 ⁵ / ₈	16 ⁴ / ₈	20 ³ / ₈	16 ⁴ / ₈	—3 ⁷ / ₈
	21 ⁵ / ₈	18	20 ³ / ₈	16 ² / ₈	19 ¹ / ₈	16 ² / ₈	—2 ⁷ / ₈
Don. IV	23 ² / ₈	16 ² / ₈	18 ² / ₈	15 ² / ₈	18 ² / ₈	15 ⁴ / ₈	—2 ⁶ / ₈
					12	15 ² / ₈	+3 ² / ₈
	21	18	23	18	12	12 ⁶ / ₈	+0 ⁶ / ₈
	22 ¹ / ₈	12 ⁶ / ₈	22 ¹ / ₈	18			
	23	15 ⁴ / ₈	21	15 ⁴ / ₈			
	12	18	12	12 ⁶ / ₈			

„Wyniki obserwacji w takiej postaci, w jakiej je otrzymałem, zestawione są w kolumnie II i III. Niewątpliwie *prima facie* nie wskazują one na żadną prawidłowość. Kiedy jednak uszeregujemy je według wielkości, jak w kolumnie IV i V, wyglądają zupełnie inaczej. Widzimy teraz, że poza kilku wyjątkami w każdej doniczce największa spośród roślin krzyżowanych przewyższa największą spośród roślin samozapłodnionych, druga z kolei przewyższa drugą, trzecia — trzecią itd. Na piętnaście wyników podanych w tabeli są tylko dwa wyjątki od tej reguły. Śmiało więc możemy stwierdzić, że w warunkach, w jakich przeprowadzono dane doświadczenie, seria roślin krzyżowanych zawsze wykazuje przewagę nad serią roślin samozapłodnionych”.

„Z kolei przewagę tę należy ująć liczbowo. Średnie wartości poszczególnych grup, jak widać z powyższej tabeli, są tak rozbieżne, że dostatecznie ściśle oszacowanie liczbowe wydaje się niemożliwe. Nasuwa się jednak pytanie, czy różnice między poszczególnymi doniczkami nie mają takiego samego znaczenia, jak inne różnice w warunkach modyfikujących wzrost roślin. Jeśli się z tym zgodzimy i przyjmujemy takie założenie, prowadzi ono do wniosku, że zestawienie w jednym szeregu wszystkich pomiarów,

Doniczka	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane	Różnica
I	18 ⁷ / ₈	19 ² / ₈	+ 0 ⁵ / ₈
II	20 ⁷ / ₈	19	— 1 ⁷ / ₈
III	21 ¹ / ₈	16 ⁷ / ₈	— 4 ² / ₈
IV	19 ⁰ / ₈	16	— 3 ⁸ / ₈

zarówno dotyczących roślin krzyżowanych, jak i samozapładnianych, dałoby szereg statystycznie prawidłowy. Próba takiego łącznego zestawienia przedstawiona jest w kolumnach VII i VIII, w których prawidłowość danych jest zupełnie wyraźna, co upoważnia nas do przyjmowania ich średniej za zupełnie miarodajną. Przedstawiłem te pomiary graficznie i korygowałem w zwykły sposób, odręcznie wykreślając przez nie krzywą, lecz korygowanie nieznacznie zmienia średnie otrzymane z pierwotnych obserwacji. Zarówno w tym, jak prawie we wszystkich innych wypadkach różnica między pierwotnymi i korygowanymi średnimi nie przekracza 2% ich wartości. Jest rzeczą bardzo znamieną, że na siedem rodzajów roślin, których pomiary badałem, w pięciu wypadkach stosunek między wysokością roślin krzyżowanych a samozapładnianych wahał się w bardzo niewielkich granicach. U *Zea mays* waha się on od 100 do 84, u innych zaś od 100 do 76 i od 100 do 86”.

„Określanie zmienności (mierzonej za pomocą tak zwanego „prawdopodobnego błędu”) jest sprawą trudniejszą niż określanie średnich i po dokonaniu wielu prób wątpię, czy można wyciągać miarodajne wnioski z tych nielicznych obserwacji. Dla wyciągnięcia pewnych wniosków konieczne byłyby w każdym wypadku pomiary co najmniej pięćdziesięciu roślin. Jeśli chodzi jednak o zmienność, w większości wypadków, poza *Zea mays*, jeden fakt jest bardzo wyraźny, mianowicie że wśród roślin samozapładnianych występuje dużo wyjątkowo małych okazów, wówczas gdy rośliny krzyżowane są przeważnie w pełni wyrośnięte”.

„W wypadkach kiedy mierzono po kilka najwyższych osobników w rzędach zawierających wiele roślin, widać bardzo wyraźnie, że rośliny krzyżowane są wyższe od samozapładnianych, na podstawie jednak tych pomiarów nie można wyciągać wniosków co do ich przeciętnych wartości. Gdyby wiadomo było, że w danej serii występuje przewidywane odchylenie czy jakaś inna prawidłowość i gdyby znana była liczebność serii, wtedy na podstawie fragmentu można byłoby odtworzyć całość serii. W danym wypadku jednak nie można było takiej metody zastosować. Wątpliwość dotycząca liczby roślin w każdym rzędzie ma mniejsze znaczenie; główna trudność polega na tym, że nie wiemy dokładnie, jakim prawidłowościom podlega dana seria. Badanie roślin

w doniczkach nie ułatwia nam uchwycenia tej prawidłowości, gdyż obserwacje nad takimi roślinami dotyczą wypadków skrajnych i są zbyt nieliczne, aby na ich podstawie określać coś więcej poza przybliżonymi średnimi serii, do których rośliny te należą. Są jeszcze inne szczególne trudności, których nie potrzeba tu poruszać, gdyż omówiona powyżej trudność jest już sama wystarczającą przeszkodą”.

Jednocześnie p. Galton przesłał mi wykonane przez siebie wykresy pomiarów, z których wynika, że tworzą one zupełnie prawidłowe krzywe. Przy wykresach ilustrujących *Zea* i *Limnanthes* napisał: „bardzo dobrze”. Z tych siedmiu tabel obliczył on również średnie wysokości roślin krzyżowanych i samozapłodnianych, czyniąc to w sposób bardziej poprawny, niż ja to zrobiłem, mianowicie włączając obliczone dzięki zastosowaniu odpowiednich metod statystycznych wysokości tych roślin, które zginęły, zanim je pomierzono; ja natomiast sumowałem wysokości roślin pozostałych przy życiu i dzieliłem sumę przez liczbę tych roślin. Różnica między otrzymanymi przez nas wynikami obliczeń jest pod pewnym względem bardzo ważna: według obliczeń p. Galtona średnia wysokość roślin samozapłodnianych jest mniejsza niż obliczona przeze mnie, w jednym zaś tylko wypadku taka sama, co wskazuje, że w najmniejszym stopniu nie przeceniłem przewagi roślin krzyżowanych nad samozapłodnianymi.

W kilku wypadkach rośliny krzyżowane i samozapłodniane po zmierzeniu ich wysokości ścinano tuż nad ziemią i ważono jednakowe ich ilości. Stosując tę metodę porównywania otrzymuje się uderzające wyniki; żałuję, że metoda ta nie była częściej stosowana. Wreszcie często notowano dane dotyczące jakichś wyraźniejszych różnic w sile kiełkowania nasion krzyżowanych i samozapłodnianych, w stosunkowej długości okresów kwitnienia roślin otrzymanych z tych nasion, wreszcie różnic w płodności, to jest liczby torebek nasiennych, które rośliny te wytworzyły i średniej liczby nasion w każdej torbie.

Rozpoczynając moje doświadczenia miałem zamiar porównywać krzyżowane i samozapłodniane rośliny jedynie w ciągu jednego pokolenia; kiedy jednak rośliny pierwszego pokolenia zaczęły kwitnąć, pomyślałem, że mógłbym przebadać jeszcze jedno pokolenie i postąpiłem w następujący sposób. Na jednej lub kilku roślinach samozapłodnianych kilka kwiatów ponownie zapłodniłem ich własnym pyłkiem; kilka zaś kwiatów na jednej lub paru roślinach krzyżowanych zapłodniłem pyłkiem innej rośliny krzyżowanej należącej do tej samej grupy. Metodę tę powtarzałem u niektórych gatunków aż do dziesięciu kolejnych pokoleń. Z nasionami i siewkami postępowano zawsze zupełnie jednakowo; sposób postępowania opisany był

powyżej. A zatem rośliny samozapładniane, pochodzące pierwotnie od jednej lub od dwu roślin macierzystych, były w każdym pokoleniu rozmnażane w możliwie najściślejszym pokrewieństwie; nie byłem zresztą w stanie wprowadzać zmian do planu mojego doświadczenia. Zamiast jednak ponownego krzyżowania ze sobą roślin krzyżowanych powinienem był w każdym pokoleniu zapładniać rośliny samozapłodnione pyłkiem roślin nie spokrewnionych, to znaczy pochodzących z innego rodzaju czy rasy tego samego gatunku i odmiany. Postąpiłem tak w kilku wypadkach w dodatkowym doświadczeniu: wyniki były bardzo ciekawe. Zgodnie jednak z ogólnie przyjętym planem doświadczenia chodziło o porównanie w warunkach współzawodnictwa roślin krzyżowanych — które prawie zawsze były potomstwem roślin bardziej lub mniej ze sobą spokrewnionych — z roślinami samozapładnianymi w każdym kolejnym pokoleniu, musiały więc wszystkie rosnąć w jak najbardziej podobnych warunkach. Przy tej jednak metodzie postępowania, którą przyjąłem na skutek przeoczenia i której nie mogłem później zmienić, nauczyłem się więcej, niż gdybym zawsze kolejne pokolenia roślin samozapładnianych zapładniał pyłkiem z nowych rodów.

Jak już mówiłem, w kolejnych pokoleniach rośliny krzyżowane były prawie zawsze ze sobą spokrewnione. Kiedy kwiaty rośliny obupłciowej zapładniane są pyłkiem z innej rośliny, otrzymane w ten sposób siewki można uważać za obupłciowych braci lub siostry; siewki pochodzące z tej samej torebki nasiennej można traktować jak bliźnięta lub zwierzęta należące do tego samego miotu. Poszczególne jednak kwiaty na tej samej roślinie są w pewnym sensie odrębnymi osobnikami; kiedy na jednej roślinie macierzystej kilka kwiatów zapładniano pyłkiem pochodzącym z kilku kwiatów rośliny ojcowskiej, siewki w ten sposób otrzymane byłyby w pewnym sensie braćmi czy siostrami przyrodnimi, były jednak bliżej ze sobą spokrewnione niż zwykle przyrodnie rodzeństwo u zwierząt. Ponieważ jednak kwiaty na roślinie macierzystej były zazwyczaj zapładniane pyłkiem zebrany z kilku roślin, siewki w tych wypadkach powstałe można słusznie traktować jako przyrodnych braci czy też siostry. Gdyby dwie lub trzy rośliny macierzyste zapładniano, jak to często miało miejsce, pyłkiem z dwu lub trzech roślin ojcowskich i gdyby zmieszano wszystkie nasiona razem, niektóre siewki pierwszego pokolenia nie byłyby wcale ze sobą spokrewnione, wówczas gdy wiele innych byłoby rodzeństwem pełnym lub przyrodnim. W drugim pokoleniu wiele siewek można by nazwać pełnymi kuzynami pierwszego stopnia lub przyrodnimi kuzynami pierwszego sto-

pnia; byłyby one pomieszane z pełnym lub przyrodnim rodzeństwem oraz z roślinami zupełnie nie spokrewnionymi ze sobą. Podobnie byłoby w następnych pokoleniach z tą tylko różnicą, że wystąpiłoby dużo kuzynów drugiego i dalszych stopni. W dalszych więc pokoleniach stosunki pokrewieństwa byłyby coraz bardziej skomplikowane i trudne do rozwikłania; większość roślin byłaby w pewnym stopniu spokrewniona ze sobą, przy czym wiele z nich byłoby bardzo blisko spokrewnionych.

Muszę zwrócić uwagę na jeszcze jedną tylko sprawę, która ma jednak bardzo duże znaczenie; chodzi mianowicie o to, że rośliny krzyżowane i samozapłodniane z tego samego pokolenia znajdowały się w możliwie najbardziej podobnych i jednolitych warunkach. W kolejnych pokoleniach warunki te nieco się różniły zależnie od pogody i terminów wysiewu. Pod innymi jednak względami ze wszystkimi roślinami postępowano w jednakowy sposób; rosły w doniczkach w takiej samej, sztucznie przygotowanej glebie, podlewano je jednocześnie, a doniczki, w których rosły, ustawione były tuż obok siebie w tej samej szklarni lub cieplarni. W ciągu więc kolejnych lat nie były one narażone na działanie tak dużych zmian klimatycznych, jak rośliny rosnące w gruncie.

O POZORNYCH I RZECZYWISTYCH PRZYCZYNACH BŁĘDÓW W MOICH DOŚWIADCZENIACH

Pod adresem takich doświadczeń, jak moje, wysuwano zastrzeżenia, że przykrywanie roślin siatką, chociażby na krótko, w okresie kwitnienia, może wpływać na ich zdrowotność i płodność. Poza jednym wypadkiem dotyczącym *Myosotis* nie zaobserwowałem takiego skutku, a w tym wypadku również nie wiadomo, czy przykrywanie siatką stanowiło rzeczywistą przyczynę uszkodzenia. Jednakże gdyby nawet przykrycie siatką w pewnym stopniu wpływało szkodliwie na rośliny, zbyt nie szkodziło im na pewno, jak to mogłem stwierdzić opierając się na wyglądzie roślin i porównując ich płodność z płodnością sąsiednich nie przykrytych siatką roślin; nie wypaczyłoby to moich wyników doświadczeń, ponieważ we wszystkich ważniejszych wypadkach zarówno krzyżowanie, jak i samozapłodnianie kwiatów odbywało się pod siatką, a więc traktowano je pod tym względem zupełnie jednakowo.

Ponieważ nie da się wykluczyć tak małych przenoszących pyłek owadów, jak przyłżeńce, kwiaty, które miały być zapłodnione ich własnym pyłkiem, mogły niekiedy zapłodnić się później krzyżowo pyłkiem przenie-

sionym przez te owady z innej rośliny; jak zobaczymy jednak dalej, tego rodzaju krzyżowanie się albo wcale nie wywołuje efektu, albo najwyżej wywołuje efekt bardzo nieznaczny. Kiedy dwie lub więcej roślin umieszczano obok siebie pod wspólną siatką, jak to się często zdarzało, istniało pewne realne, chociaż niewielkie niebezpieczeństwo, że kwiaty uważane za samozapłodnione zostały później zapłodnione pyłkiem przeniesionym przez przyłżeńce z innej rośliny. Jak mówiłem, niebezpieczeństwo to było niewielkie, gdyż często stwierdzałem, że jeśli bezpłodne rośliny nie są oblatywane przez owady, pozostają bezpłodne również wtedy, gdy kilka roślin tego samego gatunku umieszcza się pod wspólną siatką. Gdyby jednak kwiaty, które uważałem za samozapłodnione, zostały następnie w jakikolwiek sposób zapłodnione pyłkiem przeniesionym przez przyłżeńce z innej rośliny, siewki krzyżowane zostałyby wtedy włączone do samozapładnianych. W tym miejscu należy szczególnie podkreślić, że gdyby taki fakt zaistniał, wpłynąłby on nie na zwiększenie, lecz na zmniejszenie różnicy na korzyść roślin krzyżowanych w porównaniu z samozapładnianymi, jeśli chodzi o przeciętną wysokość, płodność itd.

Ponieważ kwiatów krzyżowanych nigdy nie kastrowano, jest prawdopodobne, a może nawet prawie pewne, że czasem zapłodnienie krzyżowe nie udawało się i później następowało samorzutne samozapłodnienie. Najbardziej możliwe byłoby to u gatunków dichogamicznych, gdyż jest bardzo trudno poznać, czy znamiona są już dojrzałe do zapłodnienia w chwili pęknięcia pylników. Ponieważ jednak we wszystkich wypadkach kwiaty były osłonięte od wiatru i deszczu, a owady nie miały do nich dostępu, każde ziarno pyłku umieszczone przeze mnie na powierzchni nawet niedojrzałego jeszcze znamienia w zasadzie pozostawało tam aż do chwili dojrzenia znamienia i wówczas, zgodnie z zamierzeniem, kwiaty byłyby zapładniane krzyżowo. Niemniej jednak jest rzeczą bardzo prawdopodobną, że wskutek tego do siewek krzyżowanych zaliczono niekiedy siewki samozapłodnione. Podobnie jednak jak w poprzednim wypadku powodowałoby to nie zwiększenie, lecz zmniejszenie przewagi roślin krzyżowanych w stosunku do samozapładnianych.

Błędy wynikające z omówionych powyżej dwu przyczyn, podobnie jak z innych — takich jak niepełna dojrzałość niektórych nasion (choćby starano się uniknąć tego błędu), choroba lub nie zauważone uszkodzenie niektórych roślin — były w dużym stopniu eliminowane przez pomiary wielu roślin krzyżowanych i samozapładnianych oraz obliczanie średnich: Niektóre z tych błędów musiały ulec eliminacji dzięki temu, że nasiona do-

prowadzano do kiełkowania w czystym, wilgotnym piasku i siewki wysadzano parami; nie jest bowiem prawdopodobne, by nasiona dobrze oraz źle dojrzałe lub też chore oraz zdrowe kiełkowały zupełnie jednocześnie. Podobnie działo się w tych nielicznych wypadkach, gdy po obu stronach każdej doniczki mierzono tylko kilka najwyższych, najlepszych i najzdrowszych roślin.

Kölreuter i Gärtner¹ dowiedli, że u niektórych roślin do zapłodnienia wszystkich zalążków w owocni potrzeba wielu ziarn pyłku, niekiedy nawet 50 do 60. Naudin stwierdził również u *Mirabilis*, że jeśli na znamieniu umieszczano tylko jedno lub dwa bardzo duże ziarna pyłku, rośliny otrzymane z takich nasion były karłowate. Starałem się więc o zapewnienie zupełnie wystarczającej ilości pyłku i z reguły pokrywałem nim całe znamię; nie zwracałem jednak specjalnej uwagi na to, aby zupełnie taką samą ilość pyłku dawać na rośliny krzyżowane i samozapładniane. Kiedy już przez dwa lata postępowałem w ten sposób, przypomniałem sobie pogląd Gärtnera, nie poparty zresztą żadnym bezpośrednim dowodem, że nadmiar pyłku może być szkodliwy; Spallanzani, Quatrefages i Newport² również stwierdzili, że u różnych zwierząt nadmiar płynu nasiennego uniemożliwia zapłodnienie. Trzeba więc było przekonać się, czy umieszczanie na znamionach dość małych lub bardzo dużych ilości pyłku wpływa na płodność kwiatów. Wobec tego u 64 kwiatów *Ipomoea purpurea* na jednej stronie ich dużych znamion umieszczono bardzo małą ilość ziarn pyłku, a na całej powierzchni znamion 64 innych kwiatów umieszczono bardzo dużą ilość pyłku. Dla zróżnicowania doświadczenia w obu grupach połowa kwiatów znajdowała się na roślinach pochodzących z nasion samozapładnianych, druga zaś połowa — na roślinach pochodzących z nasion krzyżowanych. 64 kwiaty, które otrzymały nadmiar pyłku, zawiązały 61 torebek i poza czterema torebkami, w których było po jednym małym nasieniu, pozostałe zawierały średnio po 5,07 nasienia na torebkę. 64 kwiaty, które otrzymały małą ilość pyłku umieszczoną z jednej strony znamienia, zawiązały 63 torebki i po wyłączeniu jednej torebki z tych samych, co poprzednio powodów pozostałe zawierały przeciętnie po 5,129 nasienia. Tak więc kwiaty zapłodnione małą ilością pyłku zawiązały nieco więcej torebek i nasion niż zapłodnione nadmierną ilością pyłku; różnica jednak jest zbyt mała, by miała jakieś znaczenie. Z drugiej strony, nasiona z kwiatów, które

¹ „Kenntniss der Befruchtung”, 1844, s. 345, Naudin, „Nouvelles Archives du Muséum”, t. I, s. 27.

² „Transactions Philosophical Soc.” 1853, s. 253—258.

otrzymały nadmiar pyłku, były nieco cięższe, mianowicie 170 tych nasion ważyło 79,67 grana *, gdy tymczasem 170 nasion z kwiatów zapłodnionych małą ilością pyłku ważyło 79,20 grana. Obie próbki nasion umieszczone na wilgotnym piasku nie wykazały różnic w sile kiełkowania. Możemy wobec tego wyciągnąć wniosek, że pewne małe różnice w ilości stosowanego pyłku nie wywarły wpływu na moje doświadczenia; we wszystkich wypadkach ilość pyłku była wystarczająca.

Interesujący nas temat będzie omawiany w tej pracy w następującym porządku. Najpierw w rozdziałach II do VI omówione będą liczne doświadczenia. Następnie w tabelach podane będą w skrócie stosunki wysokości, ciężaru oraz płodności potomstwa różnych krzyżowanych i samozapładnianych gatunków. W innej tabeli zostaną przedstawione ciekawe wyniki, jakie uzyskano, gdy rośliny, które w ciągu kilku pokoleń były bądź samozapładniane, bądź zapładniane pyłkiem z innych roślin rosnących w takich samych warunkach, skrzyżowano z roślinami należącymi do innego rodzaju i rosnącymi w innych warunkach. W końcowych rozdziałach zostaną omówione różne zagadnienia wiążące się z danym problemem oraz jego znaczenie ogólne.

Czytelnik nie zainteresowany specjalnie przedmiotem nie musi czytać wszystkich szczegółów, jakkolwiek mają one, sądzę, pewną wartość i nie wszystkie dają się streścić. Chciałbym jednak doradzić czytelnikowi, aby zapoznał się dla przykładu z doświadczeniami nad *Ipomoea* w rozdziale II; można tu również dodać doświadczenia nad *Digitalis*, *Origanum*, *Viola* czy kapustą głowiastą, gdyż we wszystkich tych wypadkach rośliny krzyżowane są wyraźnie lepsze od roślin samozapładnianych, jakkolwiek charakter tej przewagi jest niezupełnie taki sam. O doświadczeniu nad *Bartonia*, *Canna* i grochem siewnym należałoby przeczytać z tego względu, że w danym wypadku rośliny samozapładniane są takie same lub lepsze od krzyżowanych. Jeśli chodzi jednak o groch, i prawdopodobnie o *Canna*, brak przewagi ze strony roślin krzyżowanych daje się wytłumaczyć.

Do doświadczeń wybrano gatunki należące do bardzo różnych rodzin, występujące w różnych krajach. W kilku wypadkach badano po kilka rodzajów należących do tej samej rodziny i rodzaje te grupowano wtedy razem; samych rodzin nie uszeregowano jednak według jakiegoś naturalnego porządku; omawiam je w takiej kolejności, jaka była dla mnie najwygodniejsza. Doświadczenia opisałem szczegółowo, co jest — jak sądzę —

* Gran (ang. grain) — średni ciężar dobrze wykształconego ziarna pszenicy, wynoszący ok. 64,79 mg. (Red.)

uzasadnione ich znaczeniem. Rośliny o kwiatach obupłciowych można rozmnażać w pokrewieństwie bliższym, niż to jest możliwe u wyższych zwierząt; dlatego nadają się one do wyjaśnienia istoty i zakresu krzyżowania oraz ujemnych skutków rozmnażania w pokrewieństwie lub samozapłodniania. Najważniejszym wnioskiem, do jakiego doszedłem, jest ten, że akt krzyżowania sam przez się nie działa dodatnio. Dodatni wpływ zależy od tego, czy u osobników krzyżowanych występują jakieś różnice w konstytucji bądź dlatego, że ich przodkowie przez szereg pokoleń znajdowali się w nieco odmiennych warunkach, bądź wskutek tego, co przy naszej ignorancji nazywamy zmiennością samorzutną. Jak zobaczymy później, wniosek ten jest ściśle związany z różnymi ważnymi problemami fizjologicznymi, takimi jak korzyści wynikające z niewielkich zmian w warunkach życia, co pozostaje w najściślejszym związku z samym życiem. Rzuca on światło na problem powstawania dwu płci oraz ich oddzielania się czy też łączenia w tym samym osobniku, wreszcie na całe zagadnienie mieszańcowości, które stanowi jedną z największych przeszkód utrudniających zwycięstwo i rozwój wielkiej idei ewolucji.

Dla uniknięcia nieporozumień uważam za wskazane jeszcze raz przypomnieć, że w całej tej książce określenia — krzyżowana roślina, siewka czy nasienie oznacza, że roślina rodzicielska była krzyżowana, czyli że ta roślina, siewka czy nasienie powstały z kwiatu zapłodnionego pyłkiem z innej rośliny tego samego gatunku. Odpowiednio określenie samozapłodniana roślina, siewka czy nasienie oznacza, że roślina rodzicielska była samozapłodniana, a więc roślina, siewka czy nasienie powstały z kwiatu zapłodnionego pyłkiem z tego samego kwiatu lub też czasem, gdy to zaznaczono, z innego kwiatu na tej samej roślinie.

Rozdział II

CONVOLVULACEAE

Ipomoea purpurea, porównanie wysokości i płodności roślin krzyżowanych i samozapłodnianych w ciągu dziesięciu kolejnych pokoleń — Silniejsza konstytucja roślin krzyżowanych — Wpływ, jaki wywiera na potomstwo krzyżowanie różnych kwiatów na tej samej roślinie zamiast krzyżowania odrębnych osobników — Wpływ krzyżowania z nowym rodem — Potomstwo rośliny samozapłodnianej, zwanej Hero — Zestawienie danych dotyczących wzrostu, bujności i płodności kolejnych pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych — Mała ilość pyłku w pylnikach roślin samozapłodnianych w dalszych pokoleniach oraz bezpłodność pierwszych ich kwiatów — Jednolita barwa kwiatów wytwarzanych przez rośliny samozapłodniane — Korzyści wynikające z krzyżowania dwóch różnych roślin zależne są od różnic w ich konstytucji.

W szklarni mojej rośla *Ipomoea purpurea*, pospolicie zwana w Anglii dużym powojem, roślina rodzima dla Ameryki Południowej. Dziesięć kwiatów na tej roślinie zapłodniłem pyłkiem z tych samych kwiatów, dziesięć zaś innych — pyłkiem pochodzącym z innej rośliny. Zapłodnianie kwiatów ich własnym pyłkiem było zbyt trudne, ponieważ powój jest wysoce samopłodny. Postąpiłem jednak w ten sposób, aby doświadczenie odpowiadało wszystkim wymaganiom. Kiedy kwiaty są młode, znamię wysuwa się ponad pylniki i można by przypuszczać, że zapłodnienie nie może nastąpić bez pomocy trzmieli, które często odwiedzają te kwiaty, ale gdy kwiat rozwija się, pręciki wydłużają się i pylniki ich ocierają się o znamię, które w ten sposób otrzymuje pyłek. Liczba nasion uzyskanych w wyniku krzyżowania i samozapłodnienia różniła się bardzo nieznacznie.

Nasiona otrzymane w wyniku krzyżowania oraz samozapłodnienia umieszczono w wilgotnym piasku, aby kiełkowały. Odpowiednie pary, które weszły w jednym czasie, przesadzono — w sposób opisany we wstępie — do dwóch doniczek, umieszczając je na dwóch przeciwnych stronach. Przesadzono w powyższy sposób pięć par, wszystkie zaś pozostałe nasiona, niezależnie od tego czy już kiełkowały, umieszczono na przeciwnych stronach trzeciej doniczki, tak że młode roślinki znajdują się po obu

stronach były bardzo zagęszczone i narażone na silną konkurencję. Przy każdej parze roślin ustawiano żelazny lub drewniany palik jednakowej średnicy. Skoro tylko jedna roślina z każdej pary osiągnęła szczyt palika, mierzono obie. W zagęszczonej doniczce nr III umieszczono z każdej strony po jednym paliku i mierzono tylko najwyższą roślinę z każdej strony.

TABELA I (pierwsze pokolenie)

Nr doniczki	Siewki roślin krzyżowanych	Siewki roślin samozapłodnianych
I	Cale	Cale
	87 ⁴ / ₈	69
	87 ⁴ / ₈	66
II	89	73
	88	68 ⁴ / ₈
	87	60 ⁴ / ₈
III Rośliny zagęszczone, najwyższa roślina z każdej strony	77	57
Razem cali	516	394

Średnia wysokość sześciu roślin krzyżowanych wynosi 86 cali, gdy tymczasem średnia sześciu roślin samozapłodnionych wynosi tylko 65,66 cala, a więc pod względem wysokości rośliny krzyżowane w stosunku do roślin samozapłodnionych mają się jak 100 do 76. Należy podkreślić, że różnica ta nie jest spowodowana tym, że było kilka szczególnie wysokich roślin krzyżowanych czy też kilka samozapłodnionych roślin szczególnie niskich. Różnica powstała na skutek tego, że wszystkie rośliny krzyżowane osiągały większą wysokość niż odpowiadające im rośliny samozapłodnione. W doniczce I zmierzono dwukrotnie wysokość trzech par roślin we wcześniejszych okresach wzrostu. Różnica była czasami mniejsza, czasami zaś większa niż przy ostatecznych pomiarach.

Na szczególną uwagę zasługuje następujące zjawisko, które zaobserwowałem również w kilku innych wypadkach. Jedna z samozapłodnionych roślin, mająca blisko stopę wysokości, przewyższała roślinę krzyżowaną o pół cala; gdy miała dwie stopy wysokości, przewyższała roślinę krzyżowaną o 1³/₈ cala, podczas zaś dziesięciu następnych dni roślina krzyżowana osiągnęła nad swym odpowiednikiem przewagę, która przy ostatecznych pomiarach wynosiła 16 cali.

Pięć krzyżowanych roślin z doniczki I i II izolowano za pomocą siatki. Wydały one 121 torebek nasiennych. Pięć samozapłodnionych roślin wydało osiemdziesiąt cztery torebki, tak że liczby torebek miały się do siebie jak 100 do 69. Spośród 121 torebek z roślin krzyżowanych sześćdziesiąt pięć powstało w wyniku zapłodnienia kwiatów pyłkiem pochodzącym z innej rośliny i zawierały one średnio po 5,23 nasienia na torebkę. Po-

zostałe pięćdziesiąt sześć torebek powstało wskutek spontanicznego samozapłodnienia. Z osiemdziesięciu czterech torebek na powtórnie samozapłodnianych roślinach, powstałych w wyniku samozapłodnienia, pięćdziesiąt pięć (tyle tylko badano) zawierało przeciętnie po 4,85 nasienia na torebkę. Tak więc ilość nasion wydawanych przez torebki zapładniane krzyżowo w porównaniu z torebkami samozapłodnianymi wyraża się stosunkiem 100 do 93. Nasiona krzyżowane były stosunkowo cięższe od samozapłodnianych. Zestawiając powyższe dane (to jest liczbę torebek i średnią liczbę zawartych w nich nasion u roślin krzyżowanych i samozapłodnianych) widzimy, że plony nasion mają się do siebie jak 100 do 64.

Rośliny krzyżowane wytworzyły, o czym już wspominaliśmy, pięćdziesiąt sześć spontanicznie samozapłodnionych torebek nasiennych. Samozapłodnione zaś rośliny dały dwadzieścia dziewięć tego rodzaju torebek. Ilość nasion u pierwszych miała się do ilości nasion u ostatnich jak 100 do 99.

W doniczce III, w której na dwóch przeciwnych stronach posiano dużą ilość nasion krzyżowanych i samozapłodnianych, wskutek czego siewki musiały ze sobą konkurować, nie było widać na początku żadnej przewagi ze strony siewek krzyżowanych. Przy jednym z pomiarów najwyższa roślina krzyżowana miała $25\frac{1}{8}$ cala wysokości, najwyższa zaś samozapłodniona $21\frac{3}{8}$ cala. Po pewnym jednak czasie różnica stała się znacznie większa. Z powodu silnego zagęszczenia rośliny na obu stronach doniczki stanowiły marny materiał. Pozwolono, aby kwiaty zapłodniły się samorzutnie pod izolatorem. Rośliny krzyżowane wytworzyły trzydzieści siedem torebek, samozapłodnione natomiast tylko osiemnaście, czyli stosunek jednych do drugich wynosił 100 do 47. Pierwsze zawierały średnio po 3,62 nasienia na torebkę, drugie — po 3,38 nasienia, stosunek więc był jak 100 do 93. Zestawiając powyższe dane (to jest liczbę torebek i średnią liczbę nasion) stwierdzimy, że stosunek nasion wydanych przez rośliny krzyżowane rosnące w doniczce o dużym zagęszczeniu do nasion wytworzonych przez rośliny samozapłodnione był jak 100 do 45. Te ostatnie były jednak zdecydowanie cięższe, ciężar bowiem stu nasion wynosił 41,64 grana, wówczas gdy ciężar stu nasion z torebek nasiennych roślin zapłodnionych krzyżowo wynosił 36,79 grana; było to prawdopodobnie spowodowane wykształceniem się mniejszej liczby torebek na roślinach samozapłodnionych, które z tego powodu miały do dyspozycji więcej pokarmu. Widać więc wyraźnie, że pierwsze pokolenie roślin krzyżowanych, zarówno rosnących w warunkach sprzyjających, jak i w nie sprzyjających z powodu silnego zagęszczenia, znacznie przewyższa rośliny samozapłodnione pod względem wysokości oraz liczby torebek nasiennych, pod względem zaś liczby nasion na torebkę przewaga jest nieznaczna.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny drugiego pokolenia. Kwiaty na roślinach krzyżowanych w poprzednim pokoleniu (tabela I) zapłodniono pyłkiem pochodzącym z innych roślin tego samego pokolenia. Kwiaty natomiast samozapłodnianych roślin zapłodniono pyłkiem z tego samego kwiatu. Nasiona w ten sposób otrzymane potraktowano pod każdym względem tak jak poprzednio. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli II.

I tu znów każda krzyżowana roślina jest wyższa od swego odpowiednika. Samozapłodniona roślina w doniczce I, która przy ostatnim pomiarze osiągnęła niezwykle wysokość $80\frac{4}{8}$ cala, była przez długi czas wyższa od odpowiadającej jej rośliny krzyżowanej, ostatecznie jednak została przez nią zdystansowana. Przeciętna wysokość

TABELA II (drugie pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	87	67 ⁴ / ₈
	83	68 ⁴ / ₈
	83	80 ⁴ / ₈
II	85 ⁴ / ₈	61 ⁴ / ₈
	89	79
	77 ⁴ / ₈	41
Razem cali	505	398

sześciu roślin krzyżowanych wynosi 84,16 cala, wówczas gdy przeciętna sześciu roślin samozapłodnianych wynosi 66,33 cala; stosunek więc jest jak 100 do 79.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny trzeciego pokolenia. Rośliny powstałe w wyniku krzyżowania w ostatnim pokoleniu znowu przekrzyżowano, rośliny zaś powstałe w wyniku samozapłodnienia poddano ponownie samozapłodnieniu. Potomstwo ich potraktowano pod każdym względem identycznie jak poprzednio. Otrzymane wyniki pomiarów zestawiono w tabeli III.

TABELA III (trzecie pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	74	56 ⁴ / ₈
	72	51 ⁴ / ₈
	73 ⁴ / ₈	54
II	82	59
	81	30
	82	66
Razem cali	464,5	317,0

I w tym wypadku wszystkie krzyżowane rośliny są wyższe od swych odpowiedników: przeciętna wysokość wynosi 77,41 cala, u roślin zaś samozapłodnionych 52,83 cala; liczby te mają się do siebie jak 100 do 68.

Szczególną uwagę zwróciłem na płodność roślin tego trzeciego pokolenia. Trzydzieści kwiatów na roślinie krzyżowanej zapłodniono pyłkiem innej rośliny tego samego pokolenia; dwadzieścia sześć w ten sposób powstałych torebek nasiennych dało średnio 4,73 nasienia na torebkę, wówczas gdy w wyniku samozapłodnienia trzydziestu kwiatów roślin samozapłodnianych otrzymano dwadzieścia trzy torebki nasienne zawierające

średnio po 4,43 nasienia w torebce. Przeciętna więc liczba nasion z torebek krzyżowanych miała się do przeciętnej liczby nasion z torebek samozapładnianych jak 100 do 94. Sto nasion krzyżowanych ważyło 43,27 grana, natomiast ciężar stu nasion samozapładnianych wynosił tylko 37,63 grana. Wiele spośród tych lżejszych samozapładnionych nasion po umieszczeniu na wilgotnym piasku wyprzedziło w kiełkowaniu nasiona krzyżowane. Wszedło bowiem trzydzieści sześć pierwszych, a tylko trzynaście drugich. W doniczce I trzy rośliny krzyżowane wytworzyły samorzutnie pod izolatorem (obok dwudziestu sześciu sztucznie skrzyżowanych torebek nasiennych) siedemdziesiąt siedem samozapładnionych torebek zawierających przeciętnie po 4,41 nasienia na torebkę, gdy tymczasem trzy samozapładniane rośliny wytworzyły samorzutnie (obok dwudziestu trzech sztucznie samozapładnianych torebek) tylko dwadzieścia dziewięć samozapładnionych torebek zawierających średnio 4,14 nasienia na torebkę. Średnie przeto liczby nasion w dwóch seriach spontanicznie samozapładnianych torebek nasiennych miały się do siebie jak 100 do 94. Jeśli uwzględni się liczbę torebek nasiennych łącznie ze średnią liczbą nasion, rośliny krzyżowane (spontanicznie samozapładnione) wydały w porównaniu z roślinami samozapładnianymi (spontanicznie samozapładnione) ilość nasion wyrażającą się stosunkiem 100 do 35. Płodność zatem roślin krzyżowanych jest większa niż płodność roślin samozapładnianych niezależnie od metody porównywania.

TABELA IV (trzecie pokolenie, rośliny samozapładniane rozpoczynają kiełkowanie o czterdzieści osiem godzin wcześniej)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
III	Cale	Cale
	78 ⁴ / ₈	73 ⁴ / ₈
	77 ⁴ / ₈	53
	73	61 ⁴ / ₈
	77 ⁴ / ₈	75 ⁴ / ₈
Razem cali	306,5	263,5

W tym trzecim pokoleniu próbowałem kilkoma sposobami porównać bujność i siłę wzrostu roślin krzyżowanych i samozapładnianych. Na przykład po jednej stronie doniczki posadziłem cztery samozapładniane nasiona natychmiast po skielkowaniu, po upływie zaś czterdziestu ośmiu godzin po drugiej stronie doniczki umieściłem cztery krzyżowane nasiona jednakowo skielkowane. Doniczkę umieściłem w cieplarni. Zdało mi się, że przewaga dana samozapładnionym siewkom była tak duża, że nie powinny już one zostać zdystansowane przez siewki krzyżowane. Nie zostały one jednak zdystansowane jedynie do czasu, póki wzrost ich nie osiągnął 18 cali. Tabela IV wskazuje, w jakim stopniu przewyższyły je ostatecznie siewki krzyżowane. Widzimy, że średnia wysokość czterech krzyżowanych roślin wynosi 76,62 cala, czterech zaś samozapładnianych 65,87 cala; liczby te mają się do siebie jak 100 do 86. Przewaga jest więc mniejsza niż przy jednoczesnym starcie.

Wysiano również krzyżowane i samozapłodniane nasiona trzeciego pokolenia bezpośrednio w ogrodzie późnym latem, czyli w nie sprzyjających warunkach. Każdej partii roślin dano tylko jeden palik. Obie partie roślin były tak rozmieszczone, aby nie przeszkadzały sobie nawzajem we wzroście; ziemię dokładnie oczyszczono z chwastów. Kiedy rośliny zostały zabite przez pierwszy mróz (nie zaobserwowano żadnych różnic w odporności) stwierdzono, że wysokość dwóch najwyższych roślin krzyżowanych wynosiła 24,5 i 22,5 cala, dwóch zaś najwyższych spośród samozapłodnianych tylko 15 i 12,5 cala; stosunek więc był jak 100 do 59.

W tym samym czasie wysiano też dwie serie takich samych nasion w cienie i zachwaszczonej części ogrodu. Siewki krzyżowane początkowo wyglądały na silniejsze, ale owinęły się wokół palika tylko do wysokości $7\frac{1}{4}$ cala; siewki natomiast samozapłodniane wcale nie mogły owinąć się wokół palika; najwyższa z nich osiągnęła tylko $3\frac{1}{2}$ cala.

Wreszcie dwie serie tych samych nasion wysiano na grządce, na której bujnie rósł ubiorek (*Iberis*). Siewki wzeszły, lecz wszystkie samozapłodniane — z wyjątkiem jednej — od razu wyginęły. Ta jedna siewka też nie owinęła się wokół palika i osiągnęła tylko 4 cale wysokości. Przeżyło natomiast wiele spośród siewek krzyżowanych; niektóre z nich owinęły się wokół łodygi ubiorka, osiągając wysokość 11 cali. Wyniki te dowodzą, że siewki krzyżowane mają ogromną przewagę nad siewkami z samozapłodnienia zarówno wtedy, gdy rosną oddzielnie w bardzo nie sprzyjających warunkach, jak i wtedy, gdy współzawodniczą bądź ze sobą, bądź z innymi roślinami, jak to się często zdarza w przyrodzie.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny czwartego pokolenia. Pomiar siewek pochodzących od trzeciego pokolenia roślin krzyżowanych i samozapłodnianych (tabela III), traktowanych w sposób uprzednio już opisany, dały następujące wyniki.

TABELA V (czwarte pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	84	80
	47	$44\frac{1}{2}$
II	83	$73\frac{1}{2}$
	59	$51\frac{1}{2}$
III	82	$56\frac{1}{2}$
	$65\frac{1}{2}$	63
	68	52
Razem cali	488,5	421,0

W tym wypadku średnia wysokość siedmiu krzyżowanych roślin wynosi 69,78 cala, średnia zaś siedmiu samozapłodnionych roślin — 60,14 cala; średnie te mają się do siebie jak 100 do 86. Zmniejszenie różnicy w porównaniu z tą, która występowała

w poprzednich pokoleniach, może być spowodowane tym, że rośliny rosły tym razem w ciągu zimy i dlatego nie były silne, na co wskazywał ich ogólny pokrój oraz to, że kilka z nich nie dorosło do szczytu palika. Jedna z samozapłodnionych roślin w doniczce II była przez długi okres czasu wyższa o dwa cale od swego odpowiednika, ale ostatecznie została zdystansowana, tak że wszystkie rośliny krzyżowane osiągnęły przewagę nad swymi odpowiednikami wśród roślin samozapłodnionych. Na dwadzieścia osiem torebek wytworzonych przez rośliny krzyżowane każda torebka zawierała średnio po 4,75 nasienia, na dwadzieścia siedem zaś samozapłodnionych torebek na roślinach samozapładnianych każda zawierała średnio po 4,47 nasienia. Stosunek więc nasion w torebkach krzyżowanych do nasion w torebkach samozapłodnionych wynosił 100 do 94.

Niektóre spośród nasion, z których wzeszły rośliny przedstawione w tabeli V, po wykiełkowaniu na wilgotnym piasku zaraz przesadzono do skrzynki, w której od dawna rosła duża *Brugmansia*. Ziemia w tej skrzynce była bardzo uboga i przerośnięta korzeniami. Sześć nasion krzyżowanych umieszczono w jednym rogu, sześć zaś pochodzących z samozapłodnienia — w przeciwnym. Wszystkie siewki spośród tych ostatnich zginęły, z wyjątkiem jednej, która osiągnęła $1\frac{1}{2}$ cala wysokości. Spośród siewek krzyżowanych przeżyły trzy, osiągając wysokość $2\frac{1}{2}$ cala, ale i one nie owinęły swych łodyg wokół podpory, niemniej jednak, ku mojemu zdziwieniu, wytworzyły one kilka małych i słabych kwiatów. A więc również w tych skrajnie nie sprzyjających warunkach rośliny krzyżowane miały zdecydowaną przewagę nad samozapładnianymi.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny piątego pokolenia. Rośliny te otrzymano w sposób identyczny jak i poprzednie. Pomiar wysokości dały następujące wyniki (tabela VI).

TABELA VI (piąte pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	96	73
	86	78
	69	29
II	84	51
	84	84
	$76\frac{1}{4}$	59
Razem cali	495,25	374,00

Średnia wysokość sześciu roślin krzyżowanych wynosi 82,54 cala, sześciu natomiast samozapładnianych 62,33 cala. Te dwie średnie mają się do siebie jak 100 do 75. Każda roślina krzyżowana przewyższa odpowiadającą jej roślinę samozapładnianą. W doniczce I środkowa roślina spośród krzyżowanych, która została w młodości lekko uszkodzona, była przez długi okres czasu wyprzedzana przez swą odpowiedniczkę, ostatecznie jednak

i ona uzyskała normalną przewagę. Rośliny krzyżowane wytworzyły samorzutnie znacznie większą liczbę torebek nasiennych niż rośliny samozapłodniane. Torebki pierwszych mają średnio po 3,37 nasienia, natomiast torebki drugich tylko 3 nasiona na torebkę, stosunek więc wynosi 100 do 89. Jeżeli jednak weźmie się pod uwagę tylko sztucznie zapłodnione torebki, zawierały one na roślinach krzyżowanych średnio po 4,46 nasienia na torebkę, natomiast samozapłodnione na roślinach samozapłodnianych zawierały średnio po 4,47 nasienia na torebkę. Świadczy to o tym, że torebki samozapłodnione były płodniejsze od zapłodnionych krzyżowo. Tego niezwykłego faktu nie umiem wytłumaczyć.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny szóstego pokolenia. Rośliny tego pokolenia powstały w znany nam już sposób; ich pomiary dały opisane poniżej wyniki. Należy zaznaczyć, że z każdej strony znajdowało się początkowo osiem roślin; ponieważ jednak dwie samozapłodnione rośliny okazały się bardzo słabe i nie osiągnęły normalnego wzrostu, nie uwzględniono ich w zestawieniu, a razem z nimi wyeliminowano odpowiadające im dwie rośliny krzyżowane. Gdyby bowiem te ostatnie pozostawiono, wpłynęłoby to niewątpliwie na średnią wysokość roślin krzyżowanych czyniąc ją niewspółmiernie większą od średniej wysokości roślin samozapłodnionych. W ten sposób postąpiłem w kilku innych wypadkach, gdy jedna z pary roślin objętych doświadczeniem okazała się chora.

TABELA VII (szóste pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	93	50 $\frac{1}{2}$
	91	65
II	79	50
	86 $\frac{1}{2}$	87
	88	62
III	87 $\frac{1}{2}$	64 $\frac{1}{2}$
Razem cali	525	379

Średnia wysokość sześciu krzyżowanych roślin wynosi w tym wypadku 87,5 cala, sześciu zaś samozapłodnionych — 63,16 cala, stosunek więc wynosi 100 do 72. Ta duża różnica była głównie spowodowana tym, że większość roślin, szczególnie spośród samozapłodnianych, pod koniec życia chorowała ciężko oraz została zaatakowana przez mszyce. Z tego powodu nie można wyciągać wniosków co do ich względnej płodności. W tym pokoleniu zdarzył się pierwszy wypadek, że samozapłodniana roślina w doniczce II przewyższała swego odpowiednika spośród roślin krzyżowanych (choć nie więcej niż o pół cala). Zwycięstwo to odniesione zostało po długiej walce. Początkowo roślina samozapłodniana była o kilka cali wyższa od swego odpowiednika, gdy jednak ta ostatnia osiągnęła wzrost 4 $\frac{1}{2}$ stopy, wysokość ich była jednakowa; roślina krzyżowana

wyrosła następnie nieco wyżej od samozapłodnianej, ale w końcu zdystansowana została przez nią o pół cala, jak to widać z tabeli. Wypadek ten tak mnie zdziwił, że zebrałem nasiona tej samozapłodnianej rośliny (nazwanej przeze mnie „Hero”) i przeprowadzałem dalsze doświadczenia z jej potomstwem, które zresztą opiszę poniżej.

Poza roślinami uwzględnionymi w tabeli VII, w dwóch innych doniczkach (IV i V) rosło dziewięć roślin krzyżowanych i dziewięć samozapłodnianych należących do tej samej serii. Doniczki umieszczono początkowo w cieplarni, lecz gdy rośliny były jeszcze zupełnie młode, z powodu braku miejsca zaszła konieczność przeniesienia ich nagle, w okresie silnych mrozów, do najchłodniejszej części szklarni. Wszystkie siewki bardzo ucierpiały i właściwie nie powróciły już do normalnego stanu. Po dwóch tygodniach pozostały przy życiu tylko dwie spośród dziewięciu roślin samozapłodnianych, wówczas gdy spośród krzyżowanych utrzymało się siedem siewek. Najwyższa spośród roślin krzyżowanych miała 47 cali wysokości, najwyższa zaś z dwu samozapłodnianych — tylko 32 cale. Widzimy więc i w tym wypadku, że rośliny krzyżowane są znacznie silniejsze od samozapłodnianych.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny siódmego pokolenia. Pomiaru roślin siódmego pokolenia, otrzymanych jak poprzednio, dały następujące wyniki (tabela VIII).

TABELA VIII (siódme pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	84 $\frac{4}{8}$	74 $\frac{0}{8}$
	84 $\frac{0}{8}$	84
II	76 $\frac{2}{8}$	55 $\frac{4}{8}$
	84 $\frac{6}{8}$	65
	90	51 $\frac{2}{8}$
III	82 $\frac{2}{8}$	80 $\frac{4}{8}$
	83	67 $\frac{0}{8}$
	86	60 $\frac{2}{8}$
IV	84 $\frac{2}{8}$	75 $\frac{2}{8}$
Razem cali	755,50	614,25

Każda z dziewięciu krzyżowanych roślin jest wyższa od swego samozapłodnianego odpowiednika, chociaż w jednym wypadku różnica ta wynosi tylko $\frac{3}{4}$ cala. Średnia ich wysokości wynosi 83,94 cala, średnia natomiast roślin samozapłodnianych — 68,25 cala, stosunek więc jest jak 100 do 81. Gdy rośliny osiągnęły normalną wysokość, były chore i zaatakowane przez mszyce. Ponieważ nastąpiło to w okresie formowania się nasion, wiele torebek nasiennych opadło i ocena płodności była niemożliwa.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny ósmego pokolenia. Jak już wspomniałem, rośliny ósmego pokolenia, z których otrzymałem pokolenie następne, były chore, a ich

nasiona były niezwykle drobne. To jest prawdopodobnie przyczyną, że począwszy od nienormalnie wczesnego rozwoju, te dwie serie zachowywały się zupełnie inaczej niż jakiegokolwiek z poprzednich czy następnych pokoleń. Wiele spośród samozapłodnionych roślin wykiełkowało przed krzyżowanymi i te naturalnie odrzucono. Wszystkie lub prawie wszystkie siewki roślin krzyżowanych (tabela IX) po osiągnięciu wysokości mniej więcej od 1 do 2 stóp były niższe od swych odpowiedników wśród siewek samozapłodnianych. Gdy pomiarów dokonano nieco później; średnia ich wysokość wyniosła 32,28 cala, wówczas gdy średnia roślin samozapłodnianych wynosiła 40,68 cala. Te dwie średnie mają się do siebie jak 100 do 122. Co więcej, każda roślina samozapłodniana, z jednym tylko wyjątkiem, przewyższała swego odpowiednika spośród roślin krzyżowanych. Kiedy jednak średnia wysokość roślin krzyżowanych osiągnęła 77,56 cala, okazało się, że przewyższa ona średnią roślin samozapłodnianych (np. około 7 cali), dwie jednak rośliny samozapłodniane pozostawały nadal jeszcze wyższe od krzyżowanych odpowiedników. To było dla mnie tak niezrozumiałe, że do wierzchołków palików przywiązałem dodatkowe linki, aby rośliny mogły rosnąć nadal swobodnie w górę. Gdy przestały rosnąć, odwinąłem je, wyprostowałem i zmierzyłem. Rośliny krzyżowane prawie wróciły do zwykłej sobie przewagi, o czym świadczy tabela IX.

TABELA IX (ósmie pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	111 ⁶ / ₈	96
	127	54
	130 ⁰ / ₈	93 ⁴ / ₈
II	97 ² / ₈	94
	89 ⁴ / ₈	125 ⁰ / ₈
III	103 ⁰ / ₈	115 ⁴ / ₈
	100 ⁰ / ₈	84 ⁰ / ₈
	147 ⁴ / ₈	109 ⁰ / ₈
Razem cali	908,25	773,25

Średnia wysokość ośmiu roślin krzyżowanych wynosi 113,25 cala, średnia zaś wysokość samozapłodnianych — 96,65 cala; a więc średnie te mają się do siebie jak 100 do 85. Niemniej jednak, jak wynika z tabeli, dwie spośród roślin samozapłodnianych były ciągle jeszcze wyższe niż ich odpowiedniki. Te ostatnie miały wyraźnie grubsze łodygi, znacznie więcej bocznych rozgałęzień, wyglądały na dużo silniejsze od roślin samozapłodnianych i przeważnie kwitły wcześniej. Pierwsze kwiaty na samozapłodnianych roślinach nie dały ani jednej torebki nasiennej, a pylniki ich zawierały tylko bardzo małą ilość pyłku; ale do tego jeszcze powrócimy. Niemniej jednak torebki na dwu innych samozapłodnianych roślinach z tej samej serii, nie uwzględnionych w tabeli IX, które były szczególnie uprzywilejowane, ponieważ rosły w oddzielnych wazonach,

zawierały stosunkowo wysoką średnią liczbę nasion przypadającą na torebkę, mianowicie 5,1.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny dziewiątego pokolenia. Rośliny tego pokolenia otrzymano w ten sam sposób co i poprzednie. Wyniki pomiarów zestawione są w tabeli X.

Średnia wysokość czternastu roślin krzyżowanych wyniosła 81,39 cala, czternastu zaś samozapładnianych — 64,07 cala, czyli stosunek był jak 100 do 79. Jedna z samozapłodnionych roślin z doniczki III była wyższa, inna natomiast, z doniczki IV, równa swej odpowiedniczce. Nic nie wskazywało na to, aby rośliny samozapładniane odziedziczyły właściwość wczesnego rozwoju po swoich rodzicach. Wydaje się, że wczesny rozwój był jedynie skutkiem nienormalności nasion pochodzących z chorych roślin. Czternaście samozapłodnionych roślin wydało tylko czterdzieści torebek nasiennych samorzutnie, poza tym siedem torebek powstało wskutek sztucznego samozapłodnienia dziesięciu kwiatów. Czternaście natomiast krzyżowanych roślin wydało 152 torebki nasienne samozapłodnione spontanicznie. Na tych samych roślinach zapłodniono jednak obcym pyłkiem trzydzieści sześć kwiatów (które wydały trzydzieści trzy torebki); kwiaty te dałyby

TABELA X (dziewiąte pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	83 ⁴ / ₈	57
	85 ⁴ / ₈	71
	83 ⁴ / ₈	48 ³ / ₈
II	83 ² / ₈	45
	64 ² / ₈	43 ³ / ₈
	64 ³ / ₈	38 ⁴ / ₈
III	79	63
	88 ¹ / ₈	71
	61	89 ⁴ / ₈
IV	82 ⁴ / ₈	82 ⁴ / ₈
	90	76 ¹ / ₈
V Rośliny zagęszczone	89 ⁴ / ₈	67
	92 ⁴ / ₈	74 ² / ₈
	92 ⁴ / ₈	70
Razem cali	1139,5	897,0

prawdopodobnie jeszcze około trzydziestu samorzutnie samozapłodnionych torebek. A więc jednakowa liczba roślin krzyżowanych i samozapładnianych wytworzyłaby torebki nasienne w stosunku 182 do 47, czyli 100 do 26. W tym samym pokoleniu roślin wystąpiło bardzo wyraźnie jeszcze inne zjawisko, które mniej wyraźnie wystąpiło już, przypuszczam,

poprzednio. Chodzi tu mianowicie o to, że większość kwiatów na samozapłodnianych roślinach wykazywała pewne anomalie. Anomalia polegała na nieregularnym podzieleniu korony, co powodowało jej nieprawidłowe rozchylanie się, oraz na wystąpieniu jednego czy dwu pręcików barwnych, przypominających kształtem liście, i mocno przylegających do korony. U roślin krzyżowanych anomalię tę stwierdzono u jednego tylko kwiatu. Jeśli tylko rośliny samozapłodniane były dobrze odżywiane, prawie zawsze w kilku dalszych pokoleniach wytwarzały pełne kwiaty, ponieważ stały się już w pewnym stopniu bezpłodne¹.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny dziesiątego pokolenia. Otrzymano po sześć roślin w sposób zwykły, krzyżując między sobą rośliny krzyżowane w poprzednim pokoleniu i zapładniając ich własnym pyłkiem rośliny uprzednio samozapłodniane. Ponieważ jedna z roślin krzyżowanych w doniczce I została silnie porażona, co objawiało się pomarszczeniem liści i prawie całkowitym brakiem torebek nasiennych, zarówno ją, jak i jej odpowiednika wyeliminowano z zestawienia.

TABELA XI (dziesiąte pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	92 ^{3/8}	47 ^{2/8}
	94 ^{4/8}	34 ^{0/8}
II	87	54 ^{4/8}
	89 ^{5/8}	49 ^{2/8}
	105	66 ^{2/8}
Razem cali	468,5	252,0

Średnia z pięciu roślin krzyżowanych wynosiła 93,7 cala, z pięciu zaś samozapłodnianych — jedynie 50,4 cala, stosunek więc wynosił 100 do 54. Różnica ta jest jednak tak znaczna, że należy przypisać ją po części przypadkowi. Sześć krzyżowanych roślin (w tym wypadku włącza się roślinę chorą) zawiązało samorzutnie 101 torebek nasiennych, a sześć samozapłodnianych — 88 torebek, te ostatnie zebrane przeważnie z jednej rośliny. Ponieważ włączono do obliczeń roślinę porażoną, która prawie nie zawiązała nasion, stosunek 101 do 88 nie daje nam prawdziwego porównania płodności tych dwóch serii roślin. Łodygi sześciu krzyżowanych roślin były wyraźnie grubsze niż łodygi sześciu samozapłodnianych, wobec tego po zebraniu torebek i opadnięciu liści zważono je. Ciężar łodyg roślin krzyżowanych wynosił 2,693 grana, roślin zaś samozapłodnianych tylko 1,173 grana, czyli 100 do 44; ponieważ jednak włączono do krzyżowanych roślinę chorą i zdrobniałą, przewaga roślin krzyżowanych była w istocie jeszcze większa.

¹ Na ten temat patrz „Variation of Animals and Plants under Domestication”, rozdz. XVIII, wyd. 2, tom II, s. 152.

Wpływ, jaki wywiera na potomstwo krzyżowanie różnych kwiatów na tej samej roślinie, zamiast krzyżowania różnych osobników. We wszystkich poprzednich doświadczeniach porównywano siewki pochodzące z krzyżowania odrębnych roślin (choć w późniejszych pokoleniach mniej lub bardziej blisko ze sobą spokrewnionych) z siewkami pochodzącymi z kwiatów samozapłodnionych, przy czym prawie zawsze te pierwsze górowały pod względem wysokości. Obecnie chciałem stwierdzić, czy w wyniku krzyżowania dwóch kwiatów na tej samej roślinie również powstanie potomstwo wykazujące przewagę nad potomstwem pochodzącym z kwiatów zapładnianych ich własnym pyłkiem. W tym celu postarałem się o świeże nasiona i z nich otrzymałem dwie rośliny, które okrywałem siatką. Kilka kwiatów zapłodniono pyłkiem z innych kwiatów na tej samej roślinie, w wyniku czego powstało dwadzieścia dziewięć torebek nasiennych zawierających średnio po 4,86 nasienia na torebkę; sto nasion ważyło 36,77 grana. Kilka innych kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem, otrzymując w ten sposób dwadzieścia sześć torebek zawierających średnio po 4,42 nasienia na torebkę; 100 nasion ważyło 42,61 grana. Widzimy, że w wyniku krzyżowania różnych kwiatów uzyskujemy nieznaczną przewagę pod względem liczby nasion na torebkę, wyrażającą się stosunkiem 100 do 91. Nasiona te były jednak lżejsze niż nasiona z samozapłodnienia, co wyraża się stosunkiem 86 do 100. Biorąc jednak pod uwagę inne obserwacje, nie byłem pewny, czy podane powyżej wyniki są w pełni miarodajne. Toteż obie serie nasion po wykiełkowaniu w piasku umieściłem parami na przeciwnych stronach dziewięciu doniczek i potraktowałem zupełnie tak samo jak w poprzednich doświadczeniach. Pozostałe nasiona, niektóre w fazie kiełkowania, inne jeszcze nie, posadzono po dwóch stronach dużej doniczki (nr X) i zmierzono cztery najwyższe rośliny z każdej strony doniczki. Wyniki zestawione są w tabeli XII.

Średnia wysokość trzydziestu jeden krzyżowanych roślin wynosi 73,23 cala, trzydziestu jeden samozapłodnionych — 77,41 cala, a więc liczby te mają się do siebie jak 100 do 106. Rozpatrując każdą parę oddzielnie przekonano się, że tylko trzynaście spośród krzyżowanych, osiemnaście zaś spośród samozapładnianych roślin zdystansowało swe odpowiedniki. Zannotowano ponadto, które rośliny w każdej doniczce zakwitły pierwsze. Okazało się, że tylko dwie spośród krzyżowanych roślin zakwitły wcześniej niż jedna spośród samozapładnianych, rosnących w tej samej doniczce, natomiast w ośmiu parach samozapładniane zakwitły pierwsze. Wydaje się przeto, że rośliny krzyżowane ustępują nieznacznie pod względem

TABELA XII

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodnione
I	Cale	Cale
	82	77 ⁴ / ₈
	75	87
	65	64
II	76	87 ² / ₈
	78 ⁴ / ₈	84
	43	86 ⁴ / ₈
	65 ⁴ / ₈	90 ⁴ / ₈
III	61 ² / ₈	86
	85	69 ⁴ / ₈
	89	87 ⁴ / ₈
IV	83	80 ⁴ / ₈
	73 ⁴ / ₈	88 ⁴ / ₈
	67	84 ⁴ / ₈
V	78	66 ⁴ / ₈
	76 ⁶ / ₈	77 ⁴ / ₈
	57	81 ⁴ / ₈
VI	70 ⁴ / ₈	80
	79	82 ⁴ / ₈
	79 ⁶ / ₈	55 ⁴ / ₈
VII	76	77
	84 ⁴ / ₈	83 ⁴ / ₈
	79	73 ⁴ / ₈
VIII	73	76 ⁴ / ₈
	67	82
	83	80 ⁴ / ₈
IX	73 ² / ₈	78 ⁴ / ₈
	78	67 ⁴ / ₈
X Rośliny zagęszczone	34	82 ⁴ / ₈
	82	36 ⁰ / ₈
	84 ⁶ / ₈	69 ⁴ / ₈
	71	75 ² / ₈
Razem cali	2270,25	2399,75

wysokości i wczesności kwitnienia roślinom samozapłodnianym. Różnica pod względem wysokości jest jednak tak nieznaczna, mianowicie jak 100 do 106, że powinienem był zachować dużą ostrożność przy wyciąganiu wniosku gdyby nie to, że ściałem wszystkie rośliny tuż nad ziemią (z wyjątkiem tych, które były w zagęszczonej doniczce nr X) i zważyłem je. Dwadzieścia siedem krzyżowanych roślin ważyło $16\frac{1}{2}$ uncji, natomiast dwadzieścia siedem samozapłodnianych — $20\frac{1}{2}$ uncji; wyraża się to stosunkiem 100 do 124.

Jedną samozapłodnianą roślinę tego samego pochodzenia co rośliny, których wyniki pomiarów podano w tabeli XII, umieszczono dla innych celów w oddzielnej doniczce. Okazało się, że była ona częściowo bezpłodna, pylniki bowiem zawierały bardzo mało pyłku. Kilka kwiatów na tej roślinie zapłodniono małą ilością pyłku, który uzyskano z innych kwiatów tej samej rośliny, inne kwiaty natomiast zapłodniono ich własnym pyłkiem. Z nasion otrzymanych w ten sposób wyrosły cztery rośliny krzyżowane i cztery samozapłodniane. Rośliny te umieszczono, jak zwykle, po dwóch stronach dwóch doniczek. Wszystkie cztery rośliny krzyżowane były niższe od swych odpowiedników, średnia ich wynosiła 78,18 cala, wówczas gdy średnia samozapłodnianych wynosiła 84,8 cala, a więc stosunek był 100 do 108¹. Tak więc doświadczenie to potwierdziło poprzednie wyniki. Zestawiając wszystkie te dane razem musimy dojść do wniosku, że rośliny ściśle samozapłodniane po wyrośnięciu były nieco wyższe i cięższe oraz kwitły na ogół wcześniej niż rośliny otrzymane w wyniku skrzyżowania dwóch kwiatów na tej samej roślinie. A więc te ostatnie rośliny zadziwiająco różnią się od roślin otrzymanych w wyniku krzyżowania dwóch odrębnych osobników.

Wpływ, jaki wywiera na potomstwo krzyżowanie z odrębnym lub nowym rodem należącym do tej samej odmiany. Na podstawie dwóch poprzednich serii doświadczeń przekonaliśmy się, po pierwsze, że krzyżowanie odrębnych roślin wywiera dodatni wpływ, który utrzymuje się w ciągu kilku kolejnych pokoleń, mimo iż są one w pewnym stopniu spokrewnione ze sobą i rosną prawie w tych samych warunkach, po drugie, że przy krzyżowaniu kwiatów na tej samej roślinie brak jakiegokolwiek dodatniego wpływu. W obu wypadkach porównywano potomstwo

¹ Z jednej z tych samozapłodnionych roślin, samorzutnie samozapłodnionej, zebrałem dwadzieścia cztery torebki. Zawierały one średnio tylko 3,2 nasienia na torebkę, a więc roślina ta odziedziczyła pewien stopień bezpłodności po swoich rodzicach.

kwiatów krzyżowanych z potomstwem kwiatów zapładnianych ich własnym pyłkiem. Doświadczenia przedstawione poniżej wskazują, jak ogromny i jak korzystny wpływ na potomstwo wywiera krzyżowanie roślin zapładnianych między sobą przez wiele kolejnych pokoleń i znajdujących się przez cały czas prawie w takich samych warunkach — z innymi roślinami należącymi do tej samej odmiany, ale do innego rodzaju lub rasy i rosnącymi w odmiennych warunkach.

TABELA XIII

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane z Colchester	Rośliny dziesiątego pokolenia krzyżowane między sobą
I	Cale 87 $87\frac{4}{8}$ $85\frac{1}{8}$	Cale 78 $68\frac{4}{8}$ $94\frac{4}{8}$
II	$93\frac{6}{8}$ $85\frac{4}{8}$ $90\frac{5}{8}$	60 $87\frac{2}{8}$ $45\frac{4}{8}$
III	$84\frac{2}{8}$ $92\frac{4}{8}$ 85	$70\frac{1}{8}$ $81\frac{6}{8}$ $86\frac{2}{8}$
IV	$95\frac{6}{8}$	$65\frac{1}{8}$
V	$90\frac{4}{8}$ $86\frac{6}{8}$ 84	$85\frac{6}{8}$ 63 $62\frac{6}{8}$
VI	$90\frac{4}{8}$	$43\frac{4}{8}$
Rośliny zagęszczone w bardzo dużej doniczce	75 71 $83\frac{6}{8}$ 63 65	$39\frac{6}{8}$ $30\frac{2}{8}$ 86 53 $48\frac{6}{8}$
Razem cali	1596,50	1249,75

Kilka kwiatów na krzyżowanych roślinach dziesiątego pokolenia (tabela X) zapłodniono pyłkiem pochodzącym z innej krzyżowanej rośliny tej samej serii. Otrzymane w ten sposób siewki stanowiły dziesiąte pokolenie roślin krzyżowanych między sobą; nazwano je „roślinami krzyżowanymi między sobą”. Kilka innych kwiatów, na tych samych krzyżowanych roślinach dziesiątego pokolenia,

zapłodniono (bez uprzedniego kastrowania) pyłkiem pochodzącym z roślin tej samej odmiany, ale należących do innego rodzaju, rosnących w ogrodzie w Colchester, a więc w nieco innych warunkach. Torebki nasienne powstałe w wyniku tego krzyżowania zawierały, co było nieoczekiwane, mniej liczne i lżejsze nasiona niż torebki roślin krzyżowanych między sobą, przypuszczam, jednak, że było to wynikiem jakiegoś przypadku. Siewki powstałe z tych nasion nazywam w dalszym ciągu „roślinami krzyżowanymi z Colchester”. Obie serie nasion po wykiełkowaniu w piasku posadzono tak jak zwykle na przeciwnych stronach pięciu doniczek, a pozostałe nasiona, skielkowane lub nie skielkowane, umieszczono w zagęszczeniu na przeciwnych stronach bardzo dużej doniczki nr VI (tabela XIII). W trzech doniczkach na sześć, gdzie młode rośliny już zaczęły owijać się wokół swych palików, jedna z roślin krzyżowanych z Colchester była znacznie wyższa od wszystkich krzyżowanych między sobą roślin znajdujących się na przeciwnej stronie tej samej doniczki, a w trzech innych doniczkach rośliny krzyżowane z Colchester były nieco wyższe od swych odpowiedników. Należy zaznaczyć, że gdy dwie spośród roślin krzyżowanych z Colchester w doniczce IV osiągnęły $\frac{2}{3}$ normalnej wysokości, okazało się, iż są porażone chorobą. Usunięto je więc, jak również ich odpowiedniki z drugiej strony doniczki. Pozostałe dziewiętnaście roślin zmierzono, gdy osiągnęły pełną wysokość. Wyniki pomiarów podano w tabeli XIII.

U szesnastu par na ogólną liczbę dziewiętnastu roślin krzyżowana przewyższała swego odpowiednika spośród roślin krzyżowanych między sobą. Średnia wysokość roślin krzyżowanych z Colchester wynosi 84,03 cala, a roślin krzyżowanych między sobą 65,78 cala, stosunek więc wysokości jest jak 100 do 78. Ustalenie płodności tych dwóch serii, zebranie i policzenie torebek nasiennych na wszystkich roślinach byłoby bardzo kłopotliwe, toteż ograniczono się do dwóch najlepszych doniczek — nr V i VI. Stwierdzono, że rośliny krzyżowane z Colchester wydały 289 dojrzałych i na wpół dojrzałych torebek, a odpowiedniki spośród roślin krzyżowanych między sobą tylko 154 torebki. Liczby te mają się do siebie jak 100 do 57. Pod względem ciężaru torebki roślin krzyżowanych z Colchester miały się tak do ciężaru torebek roślin krzyżowanych między sobą jak 100 do 51, co wskazywałoby, że u tych pierwszych średnia liczba nasion była prawdopodobnie nieco większa.

Ważne to doświadczenie dowodzi, że kiedy rośliny w pewnym stopniu spokrewnione, krzyżowane między sobą przez dziewięć kolejnych pokoleń, zapłodni się pyłkiem pochodzącym z nowego rodzaju, dają one siewki, które tak samo górują nad siewkami pochodzącymi z dziewiątego pokolenia roślin krzyżowanych między sobą, jak te ostatnie górują nad odpowiednim pokoleniem roślin samozapładnianych. Gdy przyjrzymy się danym dotyczącym roślin dziewiątego pokolenia w tabeli X (te właśnie pod wieloma względami najlepiej dają się porównywać), przekonamy się, że stosunek wysokości roślin krzyżowanych między sobą do wysokości roślin samozapładnianych wynosi 100 do 79, płodność zaś 100 do 26; natomiast wysokość roślin krzyżowanych z Colchester ma się tak do wysokości roślin krzyżowanych między sobą jak 100 do 78, płodność zaś jak 100 do 51.

Potomstwo samozapłodnianej rośliny, zwanej Hero, która pojawiła się w szóstym pokoleniu roślin samozapłodnianych. W ciągu pięciu pokoleń roślina krzyżowana z każdej pary przewyższała swego samozapłodnianego odpowiednika, w szóstym jednak pokoleniu pojawiła się roślina Hero (tabela VII, doniczka II), która po długiej i prowadzonej ze zmiennym szczęściem walce zdystansowała, wprawdzie tylko o pół cala, odpowiadającą jej roślinę krzyżowaną. Było to tak nieoczekiwane, że postanowiłem przekonać się, czy roślina ta będzie przekazywała właściwość silnego wzrostu swoim siewkom. W tym celu kilka kwiatów na roślinie Hero zapłodniono ich własnym pyłkiem, a otrzymane w ten sposób siewki umieszczono w warunkach współzawodnictwa z roślinami odpowiedniego pokolenia samozapłodnianymi i krzyżowanymi między sobą. A więc te trzy grupy siewek należały do siódmego pokolenia. W dwóch poniższych tabelach przedstawiono stosunek ich wysokości.

TABELA XIV

Nr doniczki	Samozapłodniane rośliny siódmego pokolenia, potomstwo Hero	Samozapłodniane rośliny siódmego pokolenia
I	Cale	Cale
	74	89 ⁴ / ₈
	60	61
	55 ² / ₈	49
II	92	82
	91 ⁶ / ₈	56
	74 ² / ₈	38
Razem cali	447,25	375,50

Średnia wysokość sześciu samozapłodnianych potomków pierwszego stopnia rośliny Hero wynosi 74,54 cala, wówczas gdy średnia zwykłych roślin samozapłodnianych wynosi 68,58 cala, stosunek więc jest jak 100 do 84.

Średnia wysokość trzech samozapłodnianych potomków pierwszego stopnia rośliny Hero wynosi 88, 91 cala, wówczas gdy średnia wysokości roślin krzyżowanych między

TABELA XV

Nr doniczki	Samozapłodniane rośliny siódmego pokolenia, potomstwo Hero	Krzyżowane między sobą rośliny siódmego pokolenia
III	Cale	Cale
	92	76 ⁰ / ₈
IV	87	89
	87 ⁶ / ₈	86 ⁶ / ₈
Razem cali	266,75	252,50

sobą wynosi 84,16 cala, stosunek więc jest jak 100 do 95. Wyraźnie przeto widać, że samozapłodnieni potomkowie pierwszego stopnia rośliny Hero niewątpliwie dziedziczą właściwość silnego wzrostu po swoich rodzicach. Przewyższają bowiem oni znacznie samozapłodniane potomstwo innych samozapłodnianych roślin, a nieco przewyższają nawet rośliny krzyżowane między sobą. Wszystkie te rośliny, jak już zaznaczono, należały do tego samego pokolenia.

Kilka kwiatów samozapłodnionego potomstwa pierwszego stopnia rośliny Hero (tabela XIV) zapłodniono pyłkiem z tych samych kwiatów. Z otrzymanych w ten sposób nasion wyrosło ósme pokolenie roślin samozapłodnianych (potomstwo drugiego stopnia rośliny Hero). Kilka innych kwiatów na tych samych roślinach zapłodniono pyłkiem pochodzącym z potomków Hero pierwszego stopnia. Siewki z tego skrzyżowania można rozpatrywać jako potomstwo powstałe ze skojarzenia braci z siostrami. Wyniki konkurencji między tymi dwiema grupami siewek (a mianowicie z samozapłodnienia oraz potomstwa braci i siostr) przedstawiono w tabeli XVI.

TABELA XVI

Nr doniczki	Samozapłodnione potomstwo drugiego stopnia rośliny Hero, pochodzące z samozapłodnionego potomstwa pierwszego stopnia; pokolenie ósme	Potomstwo drugiego stopnia, pochodzące z krzyżowania między samozapłodnionymi potomkami pierwszego stopnia rośliny Hero; pokolenie ósme
	Cale	Cale
I	86 ⁰ / ₈	95 ⁰ / ₈
	90 ³ / ₈	95 ³ / ₈
II	96	85
	77 ² / ₈	93
III	73	86 ² / ₈
	66	82 ² / ₈
	84 ⁴ / ₈	70 ⁶ / ₈
IV	88 ¹ / ₈	66 ³ / ₈
	84	15 ⁴ / ₈
	36 ² / ₈	38
	74	78 ³ / ₈
V	90 ¹ / ₈	82 ⁶ / ₈
	90 ⁵ / ₈	83 ⁶ / ₈
Razem cali	1037,00	973,13

Średnia wysokość trzynastu samozapłodnionych potomków drugiego stopnia Hero wynosi 79,76 cala, średnia zaś tyluż potomków drugiego stopnia, pochodzących z krzyżowania między samozapłodnionymi potomkami pierwszego stopnia, wynosi 74, 85 cala; średnie te mają się do siebie jak 100 do 94. Jednak w doniczce IV

jedna z krzyżowanych roślin osiągnęła wysokość tylko $15\frac{1}{2}$ cala. Gdyby usunąć tę roślinę i jej odpowiednika, co byłoby niewątpliwie słuszne, okazałoby się, że średnia wysokość roślin krzyżowanych przewyższa średnią wysokość roślin samozapłodnianych nie więcej niż o ułamek cala. Jest przeto rzeczą oczywistą, że krzyżowanie ze sobą samozapłodnianych potomków pierwszego stopnia Hero nie wywiera korzystnego wpływu. Poza tym wątpliwe jest, czy ten ujemny wynik można przypisywać jedynie faktowi kojarzenia braci z siostrami. Zwykle krzyżowanie między sobą roślin przez kilka kolejnych pokoleń jest często kojarzeniem braci z siostrami (co omówiono w rozdziale I), a mimo to rośliny powstałe w ten sposób znacznie przewyższają rośliny samozapłodniane. Możemy zatem przypuszczać, co zresztą zostanie wkrótce potwierdzone, że roślina Hero przekazała swemu potomstwu szczególną konstitucję przystosowaną do samozapłodnienia.

Mogłoby się wydawać, że samozapłodniane potomstwo rośliny Hero dziedziczyło po niej nie tylko taką siłę wzrostu, jaka występuje zwykle u roślin krzyżowanych między sobą, ale że po samozapłodnieniu stało się bardziej płodne, niż są zazwyczaj rośliny tego gatunku. Kwiaty na samozapłodnianych potomkach drugiego stopnia rośliny Hero, przedstawionych w tabeli XVI (ósmie pokolenie roślin samozapłodnianych), wydały po zapłodnieniu własnym pyłkiem mnóstwo torebek nasiennych. Dziecię spośród tych torebek (choćby liczba ta jest zbyt mała dla obliczenia miarodajnej średniej) zawierało średnio po 5,2 nasienia na torebkę. Średnia ta jest wyższa od jakiegokolwiek średniej otrzymanej u roślin samozapłodnianych. Pyłniki u tych samozapłodnionych potomków drugiego stopnia były również dobrze wykształcone i zawierały tak samo dużo pyłku jak rośliny odpowiedniego pokolenia krzyżowane między sobą, wówczas gdy u zwykłych samozapłodnianych roślin w późniejszych pokoleniach sprawa przedstawiała się inaczej. Mimo to jednak u kilku kwiatów wytworzonych przez potomstwo drugiego stopnia stwierdzono lekkie anomalie podobne do tych, które występowały w późniejszych pokoleniach zwykłych roślin samozapłodnianych. Aby nie powracać do zagadnienia płodności, należy jeszcze dodać, że dwadzieścia jeden samozapłodnionych torebek wytworzonych samorzutnie przez potomstwo trzeciego stopnia rośliny Hero (będące dziewiątym pokoleniem roślin samozapłodnianych), zawierało średnio po 4,47 nasienia. Średnia ta jest wyższa od jakiegokolwiek średniej samozapłodnianych kwiatów dowolnego pokolenia.

Kilka kwiatów jednego z samozapłodnianych potomków Hero drugiego stopnia, podanych w tabeli XVI, zapłodniono ich własnym pyłkiem; siewki powstałe z nasion otrzymanych w ten sposób (potomstwo trzeciego stopnia rośliny Hero) stanowiły **dziewiąte** samozapłodniane pokolenie. Kilka innych kwiatów zapłodniono pyłkiem pochodzącym z innego potomka drugiego stopnia Hero, tak że potomstwo ich można traktować jako powstałe w wyniku skojarzenia braci z siostrami, a otrzymane siewki można nazwać krzyżowanymi między sobą potomkami trzeciego stopnia. Poza tym jeszcze inne kwiaty zapłodniono pyłkiem pochodzącym z odrębnego rodu, a siewki nazwano potomstwem trzeciego stopnia roślin krzyżowanych z Colchester. Ponieważ byłem bardzo ciekawy, jakie będą wyniki doświadczenia, posadziłem zimą w cieplarni wszystkie trzy serie nasion (po uprzednim podkiełkowaniu ich na piasku). Niestety, siewki (po dwadzieścia w każdym wariantcie doświadczenia) okazały się bardzo słabe i chore. Niektóre z nich osiągnęły wysokość tylko kilku cali, a je-

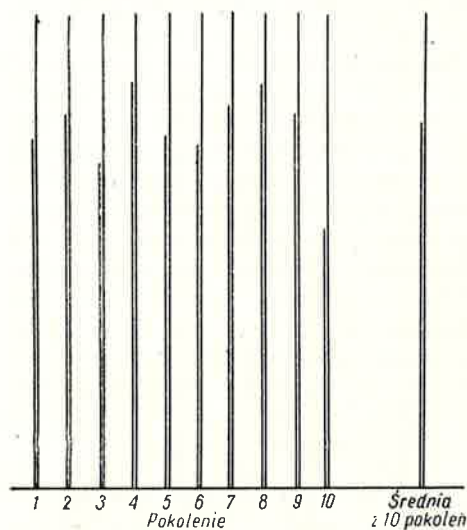
dynie bardzo nieliczne osiągnęły normalną wysokość. Wyniki więc nie mogą być uważane za miarodajne, toteż zbędne jest podawanie szczegółowych pomiarów. Aby obliczyć możliwie realną średnią, po pierwsze — wykluczyłem wszystkie rośliny poniżej 50 cali wysokości, eliminując w ten sposób osobniki najbardziej porażone. Średnia wysokość pozostałych sześciu samozapłodnionych roślin wyniosła wówczas 66,86 cala, średnia wysokość ośmiu krzyżowanych między sobą osobników — 63,2 cala, średnia zaś wysokość siedmiu roślin krzyżowanych z Colchester — 65,37 cala. Jak widać, między tymi trzema grupami roślin nie było dużej różnicy, a przewaga samozapłodnionych była bardzo nieznaczna. Nie było także dużej różnicy, gdy wyeliminowano tylko te rośliny, które miały mniej niż 36 cali, ani też kiedy uwzględniono wszystkie rośliny, nawet bardzo zdrobniałe i porażone. W tym ostatnim wypadku średnia wysokość roślin krzyżowanych z Colchester była najmniejsza. Gdyby rośliny te miały jakąkolwiek widoczną przewagę nad pozostałymi dwiema grupami, czego można było oczekiwać na podstawie poprzednich badań, należałoby się spodziewać, że pewien ślad tej przewagi ujawni się mimo nie sprzyjających warunków, w jakich znajdowała się większość roślin. O ile można sądzić, krzyżowanie między sobą potomków trzeciego

TABELA XVII. *Ipomoea purpurea*;
zestawienie pomiarów (w calach) dziesięciu pokoleń

Pokolenie	Liczba roślin krzyżowanych	Średnia wysokość roślin krzyżowanych	Liczba roślin samozapłodnionych	Średnia wysokość roślin samozapłodnionych	Stosunek między średnią roślin krzyżowanych a średnią roślin samozapłodnionych
Pierwsze pokolenie, tabela I	6	86,00	6	65,66	100:76
Drugie pokolenie, tabela II	6	84,16	6	66,33	100:79
Trzecie pokolenie, tabela III	6	77,41	6	52,83	100:68
Czwarte pokolenie, tabela V	7	69,78	7	60,14	100:86
Piąte pokolenie, tabela VI	6	82,54	6	62,33	100:75
Szóste pokolenie, tabela VII	6	87,50	6	63,16	100:72
Siódme pokolenie, tabela VIII	9	83,94	9	68,25	100:81
Ósme pokolenie, tabela IX	8	113,25	8	96,65	100:85
Dziewiąte pokolenie, tabela X	14	81,39	14	64,07	100:79
Dziesiąte pokolenie, tabela XI	5	93,70	5	50,40	100:54
Dziesięć pokoleń razem	73	85,84	73	66,02	100:77

stopnia Hero nie daje żadnej korzyści, podobnie jak krzyżowanie między sobą potomków drugiego stopnia Hero. Wydaje się przeto, że Hero i jej potomstwo różni się od zwykłego typu nie tylko silniejszym wzrostem i większą płodnością przy samozapłodnieniu, ale także tym, że krzyżowanie z odrębnym rodem nie przynosi im żadnej korzyści. Ten ostatni fakt, jeżeli naturalnie zasługuje na zaufanie, jest jedynym tego rodzaju wypadkiem, jaki stwierdziłem we wszystkich swoich eksperymentach.

Streszczenie wyników dotyczących wzrostu, bujności i płodności kolejnych pokoleń krzyżowanych i samozapłodnianych roślin *Ipomoea purpurea* oraz inne dodatkowe obserwacje. W tabeli XVII przedstawiono średnie wysokości dziesięciu kolejnych pokoleń krzyżowanych między sobą i samozapłodnianych roślin współzawodniczących ze sobą. W pierw-



szej kolumnie od prawej strony podany jest stosunek tych dwóch średnich, przy czym wysokość roślin krzyżowanych między sobą przyjmuje się za 100. W ostatniej poziomej rubryce widzimy, że średnia z siedemdziesięciu trzech

Wykres obrazujący wysokości dziesięciu pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych *Ipomoea purpurea*. Średnią wysokość roślin krzyżowanych przyjęto za 100. Z prawej strony przedstawiono średnią wysokość wszystkich pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych.

roślin krzyżowanych między sobą wynosi 85,84 cala, z siedemdziesięciu zaś trzech samozapłodnianych — 66,02 cala. Średnie te mają się do siebie jak 100 do 77.

Na powyższym wykresie przedstawiona jest również średnia wysokość każdego z dziesięciu pokoleń roślin samozapłodnianych w zestawieniu ze średnią roślin krzyżowanych między sobą przyjętą za 100. Z prawej strony widać zestawienie wysokości siedemdziesięciu trzech roślin krzyżowanych między sobą i siedemdziesięciu trzech roślin samozapłodnianych. Różnicę w wysokości między roślinami krzyżowanymi i samozapłodnianymi można najlepiej zilustrować przykładem. Jeżeli w jakiejś miejscowości przeciętny wzrost męczyzn wynosi sześć stóp, a pewna rodzina od bardzo dawna zawiera związki małżeńskie tylko między bliskimi krewnymi, potomkowie jej będą prawie karłami. Średnia ich wysokość po dziesięciu pokoleniach będzie wynosiła 4 stopy i $8\frac{1}{4}$ cala.

Należy zwrócić szczególną uwagę na to, że średnia różnica między roślinami krzyżowanymi i samozapłodnianymi nie została spowodowana

przez wystąpienie kilku niezwykle wysokich roślin krzyżowanych lub kilku skarłałych samozapładnianych, lecz przez fakt, że wszystkie rośliny krzyżowane, z wyjątkiem kilku nielicznych wypadków opisanych poniżej, przewyższały rośliny samozapładniane, z którymi je porównywano.

Z kolumny po prawej stronie tabeli wynika, że różnica w wysokości roślin krzyżowanych i samozapładnianych przez szereg kolejnych pokoleń ulega znacznym wahaniom, czego zresztą należało się spodziewać ze względu na małą liczbę roślin mierzonych w każdym pokoleniu. Na podstawie takiej liczby osobników nie można otrzymać zadowalającej średniej. Należy pamiętać, że absolutna wysokość roślin nie ma żadnego znaczenia, ponieważ każdą parę mierzono w momencie, gdy jeden z partnerów dochodził do szczytu palika. Ogromna różnica w dziesiątym pokoleniu, mianowicie 100 do 54, była niewątpliwie częściowo przypadkowa, chociaż przy ważeniu roślin była ona nawet jeszcze większa, bo wynosiła 100 do 44. Najmniejsza różnica wystąpiła w czwartym i ósmym pokoleniu i była oczywiście spowodowana tym, że zarówno rośliny krzyżowane, jak i samozapładniane były chore, co uniemożliwiło tym pierwszym osiągnięcie zwykłej im przewagi. Była to okoliczność nie sprzyjająca, ale nie podważała ona wartości doświadczeń, ponieważ obie serie nasion narażone były w jednakowym stopniu na te same warunki, zarówno sprzyjające, jak i nie sprzyjające.

Można przypuszczać, że kwiaty *Ipomoea*, rosnącej na wolnym powietrzu, są zazwyczaj zapładniane przez owady, tak że pierwsze siewki wyrosłe z kupnych nasion były prawdopodobnie potomstwem krzyżówki. Szereg faktów potwierdza to przypuszczenie. Po pierwsze, trzmiele często oblatują te kwiaty i zostawiają wtedy duże ilości pyłku na znamieniu każdego kwiatu. Po drugie, rośliny wyrosłe z tej samej serii nasion różniły się bardzo barwą kwiatów, co jest, jak się później przekonamy, dowodem wzajemnego przekrzyżowania się¹. Zasługuje jednak na uwagę fakt, że rośliny otrzymane w wyniku samozapłodnienia, które według wszelkiego prawdopodobieństwa nastąpiło po raz pierwszy po wielu pokoleniach krzyżowania, bardzo wyraźnie ustępowały pod względem wysokości roślinom krzyżowanym między sobą. Stosunek średnich wysokości wynosił 76 do 100. Ponieważ w każdym kolejnym pokoleniu roślin samozapład-

¹ Verlot powiedział („Sur la Production des Varietes,” 1865, s. 66), że pewne odmiany blisko spokrewnionych roślin *Convolvulus tricolor* przekrzyżowują się z łatwością z innymi odmianami, jeżeli nie rosną w zbyt dużej odległości od nich.

nianych musiało zachodzić kojarzenie w coraz bliższym pokrewieństwie, w pokoleniach późniejszych rośliny powinny być bliżej spokrewnione ze sobą niż we wcześniejszych. Można było oczekiwać, że różnica w wysokości pomiędzy nimi a roślinami krzyżowanymi powinna była wzrastać. Było jednak zupełnie inaczej: różnica pomiędzy obiema grupami roślin w siódmym, ósmym i dziewiątym pokoleniu łącznie jest mniejsza niż różnica w pierwszym i drugim pokoleniu łącznie. Kiedy jednak uprzytomnimy sobie, że zarówno rośliny krzyżowane, jak i samozapłodniane pochodzą z tej samej rośliny macierzystej, że wiele spośród roślin krzyżowanych było w każdym pokoleniu spokrewnionych ze sobą, często blisko spokrewnionych, że wszystkie z nich miały te same warunki, co jest, jak się później przekonamy, okolicznością niezwykle ważną, zupełnie przestaniemy się dziwić, iż różnica między nimi tylko nieznacznie zmniejszała się w późniejszych pokoleniach. Przeciwnie, zadziwiające jest raczej to, że rośliny krzyżowane wykazywały przewagę, choćby nieznaczną, nad roślinami późniejszych pokoleń.

Fakt, że rośliny krzyżowane miały konstytucję znacznie silniejszą niż samozapłodniane, stwierdzono w pięciu wypadkach w różny sposób, a mianowicie przez narażenie ich we wczesnym okresie życia na działanie niskiej temperatury lub nagłych zmian temperatury albo przez stworzenie im bardzo nie sprzyjających warunków, w których narażone były na konkurencję z dorosłymi roślinami innego rodzaju.

Jeżeli chodzi o plenność nasion poszczególnych pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych, obserwacje moje nie były, niestety, prowadzone według jakiegoś określonego planu, częściowo z braku czasu, częściowo zaś dlatego, że początkowo zamierzałem badać tylko jedno pokolenie. Zestawienie wyników podano w formie tabelarycznej, przyjmując płodność roślin krzyżowanych za 100.

Pierwsze pokolenie roślin krzyżowanych i samozapłodnianych rosnących we wzajemnym współzawodnictwie. Sześćdziesiąt pięć torebek nasiennych powstałych z kwiatów na pięciu krzyżowanych roślinach w wyniku zapłodnienia ich pyłkiem z odrębnej rośliny oraz pięćdziesiąt pięć torebek nasiennych wytworzonych dzięki zapłodnieniu kwiatów na pięciu samozapłodnianych roślinach zawierało nasion wyrażającą się stosunkiem 100 do 93

Pięćdziesiąt sześć spontanicznie samozapłodnionych torebek na powyższych pięciu krzyżowanych roślinach i dwadzieścia pięć spontanicznie samozapłodnionych torebek na pięciu powyższych samozapłodnionych roślinach dało ilość nasion wyrażającą się stosunkiem 100 do 99

Zestawiając ogólną liczbę torebek ze średnią liczbą nasion dla każdej torebki stwierdzamy, że powyżej omówione rośliny krzyżowane i samozapłodniane dały nasiona w stosunku 100 do 64

Inne rośliny tego pierwszego pokolenia rosnące w nie sprzyjających warunkach i spontanicznie samozapłodnione dały nasiona w stosunku 100 do 45

Trzecie pokolenie roślin krzyżowanych i samozapłodnianych. Stosunek ilości nasion w torebkach krzyżowanych w porównaniu z ilością nasion w torebkach z samozapłodnienia wynosił 100 do 94

W wyniku samorzutnego samozapłodnienia jednakowej liczby roślin krzyżowanych i samozapłodnianych powstały torebki nasienne, których ilość wyraża się stosunkiem 100 do 38

Torebki te zawierały nasiona w stosunku 100 do 94

Jeżeli zestawimy powyższe dane, stosunek płodności roślin krzyżowanych i samozapłodnianych przy spontanicznym samozapłodnieniu wynosi 100 do 35

Czwarte pokolenie roślin krzyżowanych i samozapłodnianych. Torebki z kwiatów na krzyżowanych roślinach zapłodnianych pyłkiem innych roślin i torebki z kwiatów na samozapłodnianych roślinach zapłodnianych ich własnym pyłkiem zawierały nasiona w stosunku 100 do 94

Piąte pokolenie roślin krzyżowanych i samozapłodnianych. Rośliny krzyżowane wytworzyły samorzutnie o wiele większą liczbę torebek (nie były tym razem liczone) niż rośliny samozapłodniane. Zawierały one ilość nasion wyrażającą się stosunkiem 100 do 89

Dziewiąte pokolenie roślin krzyżowanych i samozapłodnianych. Czternaście krzyżowanych roślin, spontanicznie samozapłodnionych dało torebki (średnia liczba nasion na torebkę nie została ustalona) w stosunku 100 do 26

Porównanie roślin powstałych w wyniku krzyżowania z nowym rodem z roślinami krzyżowanymi między sobą. Potomstwo dziewiątego pokolenia roślin krzyżowanych między sobą po skrzyżowaniu z nowym rodem porównywano z roślinami tego samego rodzaju krzyżowanymi między sobą przez dziesięć pokoleń. Obie grupy roślin rosły bez przykrycia i swobodnie się zapładniając wytworzyły torebki, które pod względem ciężaru miały się do siebie jak 100 do 51

Z zestawienia tego widać, że krzyżowane rośliny zawsze są w pewnym stopniu bardziej plenne niż rośliny samozapłodniane niezależnie od tego, jakie stosowano kryterium przy porównywaniu. Różnice wahają się w dużych granicach głównie w zależności od tego, czy średnią obliczamy jedynie na podstawie nasion, czy tylko na podstawie torebek, czy też obie wartości zestawiamy razem. Stosunkowa przewaga roślin krzyżowanych spowodowana jest głównie tym, że wytwarzają one znacznie większą liczbę torebek nasiennych, nie zaś tym, że każda torebka zawiera średnio większą

liczbę nasion. Na przykład w trzecim pokoleniu rośliny krzyżowane i samozapłodniane wytworzyły torebki nasienne w stosunku 100 do 38, wówczas gdy nasiona z torebek roślin samozapłodnianych miały się do siebie jak 100 do 94. W ósmym pokoleniu torebki nasienne dwóch samozapłodnianych roślin (nie uwzględnionych w powyższej tabeli), rosnących w oddzielnych doniczkach i dzięki temu nie narażonych na współzawodnictwo, wykazywały wysoką średnią — 5,1 nasienia na torebkę. Mniejszą liczbę torebek powstałych na roślinach samozapłodnianych można częściowo, ale nie całkowicie, wytłumaczyć tym, że są one mniejsze i niższe (co jest spowodowane głównie ich słabszą konstytucją), a więc nie mogą współzawodniczyć z roślinami krzyżowanymi, rosnącymi w tych samych doniczkach. Nasiona wytwarzane przez krzyżowane kwiaty na krzyżowanych roślinach nie zawsze były cięższe od samozapłodnianych nasion na roślinach samozapłodnianych. Nasiona lżejsze, czy to z roślin krzyżowanych, czy samozapłodnianych, przeważnie kiełkowały wcześniej niż nasiona cięższe. Należy też dodać, że rośliny krzyżowane, z nielicznymi wyjątkami, zakwitły wcześniej niż ich samozapłodniane odpowiedniki, czego zresztą można by się spodziewać ze względu na to, że były wyższe i silniejsze.

Obniżenie płodności u roślin samozapłodnianych ujawniło się także w tym, że pylniki ich były mniejsze w porównaniu z pylnikami kwiatów roślin krzyżowanych. Zauważono to po raz pierwszy w siódmym pokoleniu, ale być może, że zjawisko to wystąpiło już wcześniej. Pod mikroskopem porównano szereg pylników z kwiatów roślin krzyżowanych i samozapłodnianych ósmego pokolenia. Okazało się, że pylniki tych pierwszych są na ogół dłuższe i wyraźnie szersze niż pylniki roślin samozapłodnianych. Ilość pyłku w pylniku rośliny samozapłodnianej wynosiła, licząc na oko, około połowy ilości pyłku zawartego w pylniku rośliny krzyżowanej. Obniżona płodność w ósmym pokoleniu roślin samozapłodnianych przejawiała się także w inny sposób, często obserwowany u mieszańców międzygatunkowych, a mianowicie pierwsze kwiaty były bezpłodne. Na przykład piętnaście pierwszych kwiatów rośliny samozapłodnionej, należącej do jednego z późniejszych pokoleń, starannie zapłodniono ich własnym pyłkiem; osiem z nich opadło. Jednocześnie zapłodniono ich własnym pyłkiem piętnaście kwiatów na roślinie krzyżowanej rosnącej w tej samej doniczce; opadł tylko jeden kwiat. Zaobserwowano jednocześnie, że na dwóch krzyżowanych roślinach tego samego pokolenia najwcześniejsze kwiaty zapładniały się same i wytwarzały normalne torebki nasienne. U roślin dziewiątego pokolenia, a zdaje się, że i u niektórych z poprzednich poko-

leń, o czym już wspomniano, wiele kwiatów wykazywało pewne anomalie. Było to prawdopodobnie związane z ich obniżoną płodnością.

Wszystkie samozapładniane rośliny siódmego pokolenia, a zdaje się że i jednego czy dwóch poprzednich pokoleń, wytwarzały kwiaty dokładnie o takim samym odcieniu barwy, a mianowicie bardzo ciemnopurpurowe. Dotyczyło to także wszystkich bez wyjątku roślin w trzech kolejnych samozapładnianych pokoleniach; było ich bardzo wiele ze względu na szereg innych prowadzonych jednocześnie doświadczeń, których tu nie opisano. Po raz pierwszy zwrócił na to zjawisko uwagę mój ogrodnik. Zauważył mianowicie, że nie ma potrzeby etykietowania roślin samozapładnianych, gdyż można je zawsze odróżnić po barwie kwiatów. Kwiaty miały tak jednolity odcień barwy jak kwiaty gatunku rosnącego dziko. Czy ten odcień występował, co jest prawdopodobne, we wcześniejszych pokoleniach, ani ja, ani mój ogrodnik nie mogliśmy sobie przypomnieć. Kwiaty roślin, które otrzymano po raz pierwszy z kupnych nasion, podobnie jak w pierwszych kilku pokoleniach, wykazywały znaczną zmienność pod względem intensywności purpurowego odcienia. Wiele miało odcień mniej lub bardziej różowy, a od czasu do czasu pojawiała się odmiana biała. Rośliny krzyżowane wykazywały zmienność aż do dziesiątego pokolenia podobnie jak poprzednie, lecz w znacznie mniejszym stopniu zapewne dlatego, że stały się mniej lub bardziej blisko spokrewnione ze sobą. Niezwykłą więc jednolitość barwy kwiatów u samozapładnianych roślin siódmego i dalszych pokoleń musimy przypisać faktowi, że w ciągu szeregu poprzednich pokoleń nie przeciwdziało tu dziedziczności krzyżowanie oraz że warunki ich życia były bardzo wyrównane.

W szóstym pokoleniu roślin samozapładnianych pojawiła się roślina zwana „Hero”, która nieznacznie przewyższała swego odpowiednika spośród roślin krzyżowanych i przekazywała siłę wzrostu i zwiększoną samopłodność swym potomkom pierwszego i drugiego stopnia. Potomstwo drugiego stopnia po Hero, otrzymane ze skrzyżowania między sobą potomków pierwszego stopnia, nie wykazywało żadnej przewagi nad samozapłodnionym potomstwem drugiego stopnia, otrzymanym przez samozapłodnienie potomków pierwszego stopnia. O ile moje obserwacje, przeprowadzone na bardzo słabych roślinach, są wiarygodne, potomstwo trzeciego stopnia otrzymane po wzajemnym skrzyżowaniu potomków drugiego stopnia nie wykazywało przewagi nad siewkami otrzymanymi z potomków drugiego stopnia w wyniku ciągłego samozapładniania. Jest przy tym rzeczą jeszcze bardziej znamioną, że potomstwo trzeciego stopnia otrzy-

mane przez krzyżowanie potomków drugiego stopnia z nowym rodem nie wykazywało przewagi ani nad samozapłodnianym potomstwem trzeciego stopnia, ani nad krzyżowanym między sobą. Wydaje się więc, że roślina Hero i jej potomkowie różnili się konstytucją od zwykłych roślin tego gatunku w sposób niezwykle.

Chociaż rośliny otrzymywane w ciągu dziesięciu kolejnych pokoleń z krzyżowania między odrębnymi choć spokrewnionymi roślinami prawie zawsze przewyższały pod względem wysokości, silniejszej konstytucji i płodności swe samozapłodniane odpowiedniki, okazało się jednak, że siewki otrzymane w wyniku krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie nie wykazują przewagi pod żadnym względem. Przeciwnie, są nieco niższe i mają mniejszy ciężar w porównaniu z siewkami otrzymanymi z kwiatów zapłodnianych ich własnym pyłkiem. Jest to fakt godny uwagi, który zdaje się wskazywać, że pod pewnymi względami samozapłodnienie jest bardziej korzystne niż krzyżowanie, chyba że krzyżowanie przynosi jakąś wyraźną i zdecydowaną korzyść, jak to się najczęściej dzieje. Do tego zagadnienia powrócę jednak w następnym rozdziale.

Korzyści, które tak powszechnie towarzyszą krzyżowaniu, zależą, jak widać, od występowania pewnych różnic w konstytucji lub we właściwościach obu roślin. Wskazuje na to fakt, że siewki pochodzące ze skrzyżowanych między sobą roślin dziewiątego pokolenia zapłodnione pyłkiem nowego rodzaju wydały rośliny wykazujące taką samą przewagę pod względem wysokości i prawie taką samą pod względem płodności nad roślinami krzyżowanymi między sobą, jak te ostatnie wykazywały w stosunku do siewek samozapłodnianych roślin odpowiadającego im pokolenia. Wniosek z tego jest bardzo ważny: sam fakt krzyżowania dwóch odrębnych roślin, które są w pewnym stopniu ze sobą spokrewnione i które od dawna znajdowały się w tych samych prawie warunkach, daje korzyść bardzo nieznaczną w porównaniu z korzyścią wynikającą ze skrzyżowania roślin różnych rodów lub ras powstałych w częściowo różnych warunkach. Korzyść, jaką przynosi krzyżowanie roślin między sobą w ciągu dziesięciu kolejnych pokoleń, możemy przypisać temu, że wciąż jeszcze różnią się one nieco pod względem konstytucji lub właściwości. Dowodem tego może być fakt, że różnią się one jeszcze nieco barwą. Kilka innych jednak wniosków, które można wysnuć na podstawie doświadczeń nad *Ipomoea*, omówię dokładniej w ostatnich rozdziałach po przedstawieniu wszystkich innych moich obserwacji.

Rozdział III

SCROPHULARIACEAE, GESNERIACEAE, LABIATAE itd.

Mimulus luteus; wysokość, bujność i płodność pierwszych czterech pokoleń roślin krzyżowanych i samozapładnianych — Otrzymanie nowej, wysokiej i w dużym stopniu samopłodnej odmiany — Potomstwo krzyżówki między samozapładnianymi roślinami — Wyniki krzyżowania z nowym rodem — Wyniki krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie — Streszczenie wyników prac nad *Mimulus luteus* — *Digitalis purpurea*, przewaga roślin krzyżowanych — Wyniki krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie — *Calceolaria* — *Linaria vulgaris* — *Verbascum thapsus* — *Vandellia nummularifolia* — Kwiaty kleistogamiczne — *Gesneria pendulina* — *Salvia coccinea* — *Origanum vulgare*, silne rozrastanie się za pomocą kłączy roślin krzyżowanych — *Thunbergia alata*.

W obrębie rodziny *Scrophulariaceae* przeprowadzałem badania nad gatunkami należącymi do następujących sześciu rodzajów: *Mimulus*, *Digitalis*, *Calceolaria*, *Linaria*, *Verbascum* i *Vandellia*.

II. SCROPHULARIACEAE

MIMULUS LUTEUS

Rośliny, które otrzymałem z nasion kupnych, znacznie różniły się między sobą barwą kwiatów, tak że najwyżej dwa osobniki bywały całkowicie do siebie podobne; korony żółtej barwy we wszystkich odcieniach miały najrozmaitsze plamki purpurowe, karmazynowe, pomarańczowe i miedzianobrzowe. Rośliny te nie różniły się pod żadnym innym względem¹. Kwiaty były wyraźnie dobrze przystosowane do zapłodnienia za pośrednictwem owadów; zaobserwowałem nawet na blisko spokrewnionym gatunku *M. roseus*, jak pszczoły wchodzą do kwiatów i wydostają się z nich mając odwłoki obficie obsypane pyłkiem, który pozostawiają z kolei w innych kwiatach. Ziarna pyłku zgarniane są przez znamiona o kształcie dwóch warg, które wskutek podrażnienia zamykają się jak kleszcze. Jeśli pyłek nie dostanie się między te wargi, otwierają się one

¹ Kilka próbek różniących się barwą kwiatów wysłałem do Kew; dr Hooker stwierdził, że wszystkie one należą do *M. luteus*. Kwiaty o bardziej czerwonym odcieniu ogrodnicy określali jako var. *Youngiana*.

4 — Skutki krzyżowania

ponownie po pewnym czasie. Znaczenie tych ruchów bardzo pomysłowo wytłumaczył p. Kitchener¹, a mianowicie, że zapobiegają one samozapłodnieniu kwiatów. Jeśli kwiat odwiedza pszczoła nie przynosząca na swym odwłoku pyłku, potrącone przez nią znamię szybko się zamyka; dlatego gdy owad opuszcza kwiat niosąc na sobie pyłek, ten ostatni nie może trafić na znamię tego samego kwiatu. Odwiedzając natomiast jakikolwiek inny kwiat pszczoła pozostawia na znamieniu dużo pyłku. Dzięki temu następuje zapłodnienie krzyżowe. Jeśli jednak owady nie pośredniczą w zapłodnieniu, samozapłodnienie zachodzi bez trudu i kwiaty wydają dużo nasion. Nie jestem jednak pewien, czy jest to wtedy spowodowane wydłużaniem się starzejących się pręcików, czy też wyginaniem się słupka ku dołowi. W moich doświadczeniach nad tym gatunkiem najciekawsze było pojawienie się w czwartym samozapłodnianym pokoleniu odmiany o dużych kwiatach osobliwie zabarwionych, osiągającej znacznie większą wysokość niż inne odmiany. Była ona również w większym stopniu zdolna do samozapłodnienia. Odmiana więc ta przypominała roślinę nazwaną Hero, która pojawiła się u *Ipomoea* w szóstym pokoleniu samozapłodnianym.

Na jednej z roślin otrzymanych z kupnych nasion kilka kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem; inne kwiaty tej samej rośliny zapłodniono pyłkiem odrębnej rośliny. Nasiona z dwunastu otrzymanych w ten sposób torebek nasiennych umieszczono na oddzielnych szkiełkach w celu porównania. Na oko wydawało się, że w sześciu torebkach krzyżowanych było niewiele więcej nasion niż w sześciu torebkach samozapłodnianych. Po zważeniu okazało się jednak, że ciężar nasion z torebek krzyżowanych wynosił 1,02 grana, natomiast nasiona z torebek samozapłodnianych ważyły tylko 0,81 grana. Pierwsze więc były cięższe lub liczniejsze niż drugie w stosunku 100 : 79.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny pierwszego pokolenia. Po umieszczeniu nasion krzyżowanych i samozapłodnianych na wilgotnym piasku stwierdzono, że kiełkują one równocześnie. Wobec tego oba rodzaje nasion wysiano gęsto po przeciwnych stronach szerokiego i dosyć płytkiego naczynia, tak że obie grupy siewek, które wschodziły w tym samym czasie, znajdowały się w tak samo nie sprzyjających warunkach. Nie był to właściwy sposób postępowania, lecz *Mimulus luteus* był jednym z pierwszych gatunków, nad którymi przeprowadzałem doświadczenia. Kiedy siewki krzyżowane miały średnio pół cala wysokości, siewki samozapłodniane osiągnęły zaledwie ćwierć cala wysokości. Po zakończeniu wzrostu w tych nie sprzyjających warunkach cztery najwyższe rośliny krzyżowane miały średnio 7,62 cala wysokości, natomiast samozapłodniane 5,87 cala, stosunek więc wynosił 100 do 77. Zanim na roślinach samozapłodnianych rozwinął się pierwszy kwiat, rośliny krzyżowane miały już dziesięć kwiatów całkowicie rozwiniętych. Kilka roślin z obu grup przeniesiono do dużych doniczek wypełnionych dobrą ziemią. W tych warunkach nie było już silnego współzawodnictwa i rośliny samozapłodniane osiągnęły w następnym roku taką samą wysokość jak rośliny krzyżowane. Poniżej opisany wypadek wskazuje jednak, że nie można mieć pewności, czy w dalszym ciągu utrzymałyby się one na tym samym poziomie. Niektóre kwiaty roślin krzyżowanych zapłodniono pyłkiem innej rośliny. Nasiona z tak otrzymanych torebek ważyły więcej niż nasiona z torebek roślin samozapłodnianych ponownie poddanych samozapłodnieniu.

¹ „A Year's Botany”, 1874, s. 118.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny drugiego pokolenia. Nasiona z opisanych poprzednio roślin, zapłodnionych w podany wyżej sposób, wysiano po przeciwnych stronach małej doniczki (I); weszły one bardzo gęsto. Cztery największe siewki krzyżowane miały w okresie kwitnienia średnio 8 cali wysokości, natomiast cztery największe rośliny samozapładniane — średnio tylko 4 cale. Pierwsze i drugie wysiano również osobno w dwóch oddzielnych małych doniczkach, tak że między tymi dwiema grupami nie było w ogóle konkurencji. Mimo to rośliny krzyżowane były przeciętnie o 1 do 2 cali wyższe niż rośliny samozapładniane. Obie grupy wydawały się jednakowo bujne, lecz rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej i bardziej obficie niż samozapładniane. W doniczce I, gdzie te obie grupy współzawodniczyły ze sobą, rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej i wytworzyły bardzo dużo torebek nasiennych, natomiast rośliny samozapładniane — tylko dziewiętnaście torebek. Zawartość dwunastu torebek zebranych z roślin krzyżowanych i ponownie zapłodnionych krzyżowo oraz dwunastu torebek z roślin samozapładnianych i ponownie samozapłodnionych umieszczono na oddzielnych szkiełkach zegarkowych w celu porównania. Nasiona krzyżowane wydawały się $1\frac{1}{2}$ raza liczniejsze niż samozapładniane.

Rośliny po obu stronach doniczki I przycięto po wydaniu nasion i przeniesiono do dużej doniczki napełnionej dobrą ziemią. Na wiosnę, kiedy rośliny osiągnęły od 5 do 6 cali wysokości, obie grupy były jednakowe, co zaobserwowano również w analogicznym doświadczeniu na roślinach poprzedniego pokolenia. Po kilku tygodniach jednak rośliny krzyżowane prześcignęły rośliny samozapładniane rosnące po przeciwnej stronie tej samej doniczki. Przewaga nie była tu jednak tak znaczna, jak w warunkach współzawodnictwa.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny trzeciego pokolenia. Nasiona krzyżowane z ostatniego pokolenia roślin samozapładnianych wysiano gęsto po przeciwnych stronach małej doniczki nr I. W obu grupach po zakwitnięciu zmierzono po dwie największe rośliny. Rośliny krzyżowane miały 12 i $7\frac{1}{2}$ cala, a samozapładniane 8 i $5\frac{1}{2}$ cala wysokości, stosunek więc wynosił 100 do 69. Na roślinach krzyżowanych ponownie zapłodniono krzyżowo 20 kwiatów i otrzymano 20 torebek nasiennych; nasiona z dziesięciu takich torebek ważyły 1,33 grana. Na roślinach samozapładnianych ponownie poddano samozapłodnieniu 30 kwiatów i otrzymano 26 torebek. Nasiona z dziesięciu najlepszych torebek ważyły 0,87 grana (w wielu torebkach było bardzo mało nasion), a więc stosunek ciężaru wynosił 100 do 65.

Przewagę roślin krzyżowanych nad samozapładnianymi stwierdzano w różny sposób. Po jednej stronie doniczki wysiano nasiona samozapładniane, a w dwa dni później wysiano po przeciwnej stronie nasiona krzyżowane. Siewki w obu grupach były jednakowe, dopóki ich wysokość nie przekroczyła połowy cala. Po zakończeniu natomiast wzrostu dwie największe rośliny krzyżowane miały $12\frac{1}{2}$ i $8\frac{3}{4}$ cala wysokości, dwie zaś największe rośliny samozapładniane miały tylko 8 i $5\frac{1}{2}$ cala.

W trzeciej doniczce rośliny krzyżowane wysiano o cztery dni później niż samozapładniane. Początkowo, jak można się było spodziewać, przewagę miały siewki pierwszej grupy. Po osiągnięciu przez rośliny obu grup od 5 do 6 cali wysokości różnice między grupami zatarły się i ostatecznie trzy największe rośliny krzyżowane miały 11, 10 i 8 cali wysokości, wówczas gdy trzy największe rośliny samozapładniane miały 12, $8\frac{1}{2}$ i $7\frac{1}{2}$ cala. Nie było więc między nimi większej różnicy; rośliny krzy-

zowane były średnio tylko o $\frac{1}{3}$ cala wyższe. Rośliny po przycięciu przesadzono ostrożnie do dużej doniczki. Dzięki temu następnej wiosny obie grupy miały równy start i wtedy ujawniła się przewaga dziedziczna roślin krzyżowanych; dwie największe rośliny miały po 13 cali, natomiast dwie największe rośliny samozapłodniane miały tylko 11 i $8\frac{1}{2}$ cala wysokości; stosunek więc był jak 100 do 75. Rośliny obu grup zapładniały się samorzutnie; rośliny krzyżowane wytworzyły bardzo dużo torebek nasiennych, natomiast na samozapłodnianych torebki były nieliczne i słabo wykształcone. Nasiona z ośmiu torebek roślin krzyżowanych ważyły 0,65 grana, natomiast ciężar nasion z ośmiu torebek roślin samozapłodnianych wynosił tylko 0,22 grana, stosunek więc był jak 100 do 34.

W trzech omawianych doniczkach rośliny krzyżowane, podobnie jak we wszystkich prawie poprzednich doświadczeniach, zakwitły wcześniej niż samozapłodniane. Stwierdzono to nawet w trzeciej doniczce, gdzie nasiona krzyżowane wysiano o cztery dni później niż samozapłodniane.

Wreszcie obie grupy nasion wysiano po przeciwnych stronach dużej doniczki, w której poprzednio przez długi czas rośla *Fuchsia*; ziemia w doniczce była gęsto przerosnięta korzeniami. Obie grupy rosły słabo, lecz siewki krzyżowane przez cały czas miały przewagę i ostateczna ich wysokość wynosiła $3\frac{1}{2}$ cala, wówczas gdy siewki samozapłodniane nie przekroczyły 1 cala. Doświadczenia te wskazują wyraźnie, że rośliny krzyżowane mają zdecydowanie silniejszą konstytucję niż samozapłodniane.

W trzech opisanych wyżej doświadczeniach rozpatrywanych łącznie średnia wysokość dziesięciu największych roślin krzyżowanych wynosiła 8,19 cala, dziesięciu zaś największych roślin samozapłodnianych — 5,29 cala (rośliny rosły w małych doniczkach), a więc stosunek wynosił 100 do 65.

W następnym, czyli czwartym, pokoleniu samozapłodnianym pojawiło się kilka roślin nowej wysokiej odmiany, których liczba zwiększała się w następnych pokoleniach samozapłodnianych dzięki ich dużej zdolności do samozapłodnienia — aż do całkowitego wyeliminowania typów wyjściowych. Ta sama odmiana pojawiła się również wśród roślin krzyżowanych, ale ponieważ początkowo nie zwrócono na to szczególnej uwagi, nie wiem, w jakim stopniu używano jej przy otrzymywaniu roślin krzyżowanych między sobą. W późniejszych pokoleniach krzyżowanych występowała ona rzadko. W związku z pojawieniem się tej wysokiej odmiany nie można było dokonać porównania piątego i następnych pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych, ponieważ odmiana ta obejmowała wszystkie rośliny samozapłodniane, natomiast nie wchodziły w jej skład w ogóle lub tylko nieliczne rośliny krzyżowane. Wyniki jednak późniejszych doświadczeń z pewnych względów zasługują na uwagę.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny czwartego pokolenia. Nasiona obu rodzajów otrzymane w zwykły sposób z obu grup roślin trzeciego pokolenia wysiano po przeciwnych stronach dwóch doniczek (I i II). Siewki rosły jednak słabo, gdyż niedostatecznie je przerzedzono. Wiele samozapłodnianych roślin, szczególnie w jednej z doniczek, należało do wspomnianej wyżej, nowej wysokiej odmiany o dużych i prawie białych kwiatach z karmazynowymi plamkami. Odmianę tę będę nazywał w dalszym ciągu odmianą białą. Jestem pewien, że pojawiła się ona po raz pierwszy w ostatnim pokoleniu zarówno roślin krzyżowanych, jak i samozapłodnianych. Ani mój ogrodnik, ani ja sam nie przypominamy sobie, aby rośliny tej odmiany występo-

wały wśród siewek pochodzących z kupnych nasion. Musiała więc ona powstać bądź wskutek zwykłej zmienności, bądź, sądząc z faktu, że pojawiła się zarówno wśród roślin krzyżowanych, jak i samozapładnianych, co jest bardziej prawdopodobne, nastąpił w tym wypadku powrót do odmiany już wcześniej istniejącej.

W doniczce I najwyższa roślina krzyżowana miała $8\frac{1}{2}$ cali, a najwyższa samozapładniana 5 cali wysokości. W doniczce II najwyższa roślina krzyżowana miała $6\frac{1}{2}$ cali, a najwyższa samozapładniana należąca do białej odmiany — 7 cali wysokości. Był to pierwszy wypadek w moich doświadczeniach nad *Mimulus luteus*, w którym najwyższa roślina samozapładniana była większa od najwyższej krzyżowanej. Niemniej jednak stosunek wysokości dwóch największych roślin samozapładnianych wynosił 100 do 80. Dotychczas rośliny krzyżowane przewyższały samozapładniane pod względem płodności; dwanaście kwiatów roślin samozapładnianych zapłodniono krzyżowo i otrzymano dziesięć torebek, których nasiona ważyły 1,71 grana. Po samozapłodnieniu dwudziestu kwiatów roślin samozapładnianych zawiązało się 15 torebek nasiennych ubogich w nasiona; ciężar nasion wynosił tylko 0,68 grana, a więc stosunek ciężaru nasion roślin krzyżowanych i samozapładnianych z jednakowej liczby torebek wynosił 100 do 40.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny piątego pokolenia. Dwojakiego rodzaju nasiona otrzymywane w zwykły sposób z roślin czwartego pokolenia wysiano po przeciwnych stronach trzech doniczek. W okresie kwitnienia stwierdzono, że większość samozapładnianych roślin należała do wysokiej białej odmiany. Do tej odmiany należało również kilka krzyżowanych roślin z doniczki I oraz bardzo niewiele roślin z doniczek II i III. Najwyższa krzyżowana roślina w doniczce I miała 7 cali, najwyższa zaś samozapładniana rosnąca po przeciwnej stronie tej samej doniczki — 8 cali wysokości. W doniczce II i III najwyższe rośliny krzyżowane miały $4\frac{1}{2}$ i $5\frac{1}{2}$ cali, a najwyższe samozapładniane 7 i $6\frac{1}{2}$ cali; a zatem średnia wysokość najwyższych roślin w tych dwóch grupach wynosiła dla krzyżowanych 100, a dla samozapładnianych 126. Nastąpiło więc całkowite odwrócenie stosunku, jaki występował w czterech poprzednich pokoleniach. Niemniej jednak we wszystkich trzech doniczkach rośliny krzyżowane utrzymały swoją właściwość wcześniejszego zakwitania od samozapładnianych. Rośliny chorowały z powodu dużego zagęszczenia oraz wyjątkowych upałów i wskutek tego były w mniejszym lub większym stopniu bezpłodne. Rośliny krzyżowane były jednak nieco bardziej płodne niż samozapładniane.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny szóstego pokolenia. Nasiona piątego pokolenia roślin w zwykły sposób krzyżowanych i samozapładnianych wysiano po przeciwnych stronach kilku doniczek. Po stronie samozapładnianych wszystkie rośliny należały do wysokiej białej odmiany. Po stronie krzyżowanych również niektóre rośliny należały do białej odmiany, lecz większość była zbliżona w typie do form wyjściowych, niższych, o mniejszych, żółtych kwiatach miedzianobrazowo nakrapianych. Kiedy rośliny po obu stronach doniczek osiągnęły 2 do 3 cali wysokości, nie było między nimi różnicy. Po wyrośnięciu rośliny samozapładniane były zdecydowanie wyższe i silniejsze, z braku jednak czasu nie przeprowadzono pomiarów. W połowie doniczek pierwszą rośliną, która zakwitła, była roślina samozapładniana, w pozostałych zaś doniczkach wcześniej zakwitły rośliny krzyżowane. Zauważono przy tym jeszcze jedną zasługującą na uwagę różnicę, mianowicie rośliny samozapładniane stały się teraz w większym

stopniu samopłodne niż krzyżowane. Wszystkie doniczki umieszczono pod siatką, aby uniemożliwić pośrednictwo owadów w zapłodnieniu. Rośliny krzyżowane zawiązały samorzutnie tylko pięćdziesiąt pięć torebek nasiennych, wówczas gdy samozapłodniane aż osiemdziesiąt jeden, a więc stosunek był 100 do 147. Nasiona z dziewięciu torebek zebranych z obu grup roślin umieszczono na oddzielnych szkiełkach zegarkowych w celu porównania. Liczniesze wydawały się nasiona roślin samozapłodnianych. Prócz tych torebek otrzymanych w wyniku samorzutnego samozapłodnienia, na roślinach krzyżowanych ponownie zapłodniono krzyżowo dwadzieścia kwiatów i otrzymano szesnaście torebek nasiennych. Na roślinach samozapłodnianych ponownie poddano samozapłodnieniu dwadzieścia pięć kwiatów i otrzymano siedemnaście torebek. W tym wypadku uzyskano proporcjonalnie większą liczbę torebek niż przy samozapłodnianiu kwiatów roślin samozapłodnianych z poprzednich pokoleń. Zawartość dziesięciu torebek obu grup roślin porównano na oddzielnych szkiełkach zegarkowych. Nasiona roślin samozapłodnianych były zdecydowanie bardziej liczne niż nasiona roślin krzyżowanych.

TABELA XVIII (siódme pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	11 ² / ₈	19 ¹ / ₈
	11 ⁷ / ₈	18
II	12 ⁶ / ₈	18 ² / ₈
	11 ² / ₈	14 ⁶ / ₈
III	9 ⁶ / ₈	12 ⁶ / ₈
	11 ⁶ / ₈	11
Razem cali	68,63	93,88

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny siódmego pokolenia. Krzyżowane i samozapłodniane nasiona szóstego pokolenia roślin krzyżowanych i samozapłodnianych wysiano jak zwykle po przeciwnych stronach trzech doniczek. Siewki rosły dobrze, przerzedzono je równomiernie. Wszystkie rośliny samozapłodniane (a otrzymano ich wiele) w tym pokoleniu, jak również w ósmym i dziewiątym należały do wysokiej białej odmiany. Ich jednolitość pod względem typu w porównaniu z siewkami otrzymanymi bezpośrednio z kupnych nasion była wprost uderzająca. Natomiast rośliny krzyżowane różniły się znacznie między sobą pod względem barwy kwiatów, wydaje mi się jednak, że w mniejszym stopniu niż rośliny wyjściowe. Tym razem starannie pomierzyłem rośliny po obu stronach doniczek. Siewki samozapłodniane wzeszły nieco wcześniej niż krzyżowane, lecz przez pewien czas obie grupy miały jednakową wysokość. Przy pierwszych pomiarach średnia wysokość sześciu najwyższych roślin krzyżowanych wynosiła w trzech donijkach 7,02 cala, sześciu zaś najwyższych roślin sa-

mozapłodnianych — 8,97 cala, a więc stosunek wynosił 100 do 128. Po wyrośnięciu te same rośliny zmierzono ponownie. Wyniki pomiarów podane są w tabeli XVIII.

Średnia wysokość sześciu roślin krzyżowanych wynosi w tym wypadku 11,43 cala, wysokość sześciu samozapłodnianych — 15,64, a więc stosunek jest jak 100 do 137.

Ponieważ nie ulegało teraz wątpliwości, że wysoka biała odmiana przekazuje wiernie swoje właściwości i ponieważ rośliny samozapłodniane należały wyłącznie do tej odmiany, było oczywiste, że rośliny te byłyby zawsze wyższe od roślin krzyżowa-

TABELA XIX

Nr doniczki	Krzyżowane między sobą rośliny szóstej generacji roślin samo- zapłodnianych	Rośliny samozapłodniane siódmej generacji
	Cale	Cale
I	$12\frac{6}{8}$	$15\frac{2}{8}$
	$10\frac{4}{8}$	$11\frac{5}{8}$
	10	11
	$14\frac{5}{8}$	11
II	$10\frac{2}{8}$	$11\frac{3}{8}$
	$7\frac{6}{8}$	$11\frac{4}{8}$
	$12\frac{1}{8}$	$8\frac{5}{8}$
	7	$14\frac{3}{8}$
III	$13\frac{5}{8}$	$10\frac{3}{8}$
	$12\frac{2}{8}$	$11\frac{6}{8}$
IV	$7\frac{1}{8}$	$14\frac{6}{8}$
	$8\frac{2}{8}$	7
	$7\frac{2}{8}$	8
V Rośliny zagęszczane	$8\frac{5}{8}$	$10\frac{2}{8}$
	9	$9\frac{3}{8}$
	$8\frac{2}{8}$	$9\frac{2}{8}$
Razem cali	159,38	175,50

nych należących w większości do wyjściowej niższej odmiany. Zaniechałem więc prowadzenia doświadczeń w tym kierunku. Próbowałem teraz przekonać się, czy skrzyżowanie dwóch samozapłodnianych roślin szóstej generacji rosnących w oddzielnych doniczkach da jakkolwiek przewagę potomstwu w porównaniu z potomstwem jednej z tych roślin zapłodnionej własnym pyłkiem. Siewki te stanowiły siódme pokolenie roślin samozapłodnianych, podobnie jak siewki, których wysokość podano w prawej kolumnie tabeli XVIII. Rośliny krzyżowane otrzymano po sześciu kolejnych pokoleniach samozapłodniania i po skrzyżowaniu ich pomiędzy sobą w ostatnim pokoleniu. Nasiona skielkowano na piasku i posadzono parami po przeciwnych stronach czterech doniczek; wszystkie pozostałe nasiona wysiano gęsto po przeciwnych stronach doniczki V

(tabela XIX). W tej ostatniej doniczce zmierzono po każdej stronie oddzielnie trzy najwyższe rośliny. Wszystkie rośliny mierzone dwukrotnie. Przy pierwszym wczesnym pomiarze średnia wysokość roślin krzyżowanych w stosunku do samozapłodnianych wynosiła 100 do 122. Po zakończeniu wzrostu pomiary przeprowadzono ponownie; wyniki zestawiono w tabeli XIX.

Średnia wysokość szesnastu roślin krzyżowanych między sobą wynosi w tym wypadku 9,96 cala, a szesnastu roślin samozapłodnianych 10,96 cala, czyli stosunek wynosi 100 do 110. Rośliny krzyżowane między sobą, których poprzednie pokolenia były sześć razy samozapłodniane i w ciągu tego całego okresu przebywały w całkowicie jednakowych warunkach, były więc nieco niższe niż rośliny samozapłodniane siódmego pokolenia. Zobaczymy jednak, że podobne doświadczenie przeprowadzone po jeszcze dwóch pokoleniach samozapłodniania dało wynik odmienny. Nie wiem, w jakim stopniu można mieć zaufanie do danego wyniku. W trzech spośród pięciu doniczek (tabela XIX) pierwszą rośliną kwitnącą była roślina samozapłodniana, w dwóch zaś pozostałych — krzyżowana. Te samozapłodniane rośliny były w wysokim stopniu płodne; z dwudziestu kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem powstało aż dziewiętnaście dobrze wykształconych torebek nasiennych.

Wyniki krzyżowania z odrębnym rodem. Kilka kwiatów na roślinach samozapłodnianych z doniczki IV (tabela XIX) zapłodniono ich własnym pyłkiem i otrzymano w ten sposób rośliny samozapłodniane ósmego pokolenia. Miały one stanowić formy rodzicielskie w opisanym poniżej doświadczeniu. Kilku kwiatom tych roślin pozwolono na samorzutne samozapłodnienie (pośrednictwo owadów było naturalnie wykluczone). Rośliny otrzymane z takich nasion dały dziewiąte pokolenie samozapłodniane. Rośliny te należały wyłącznie do wysokiej białej odmiany z karmazynowymi plamkami. Inne kwiaty na tych samych roślinach ósmego samozapłodnianego pokolenia zapłodniono pyłkiem innych roślin tej samej grupy; a więc otrzymane w ten sposób siewki były potomstwem roślin uprzednio samozapłodnianych przez osiem pokoleń i skrzyżowanych między sobą w ostatnim pokoleniu. Będę je w dalszym ciągu nazywał roślinami krzyżowanymi między sobą. Wreszcie inne kwiaty tych samych roślin ósmego samozapłodnianego pokolenia zapłodniono pyłkiem roślin otrzymanych z nasion pochodzących z ogrodu w Chelsea. Rośliny z Chelsea miały żółte kwiaty czerwono nakrapiane, lecz nie różniły się pod żadnym innym względem. Rosły one w gruncie, wówczas gdy moje rośliny przez ostatnich osiem pokoleń rosły w doniczkach w szklarni, w innej ziemi. Siewki pochodzące z tego rodzaju krzyżowania z całkowicie odrębnym rodem można nazwać „krzyżowanymi z Chelsea”. Otrzymane w ten sposób trzy grupy nasion skielkowano na czystym piasku i w miarę tego jak we wszystkich trzech grupach lub tylko dwóch nasiona kiełkowały jednocześnie, przesadzano je do doniczek, których powierzchnia podzielona była na trzy lub dwie części. Pozostałe nasiona, niezależnie od tego, czy były w stadium kiełkowania, czy też nie, wysiano gęsto w trzech przedziałach jednej dużej doniczki (doniczka X, tabela XX). Po zakończeniu wzrostu rośliny zostały zmierzone. Wyniki pomiarów podano w tabeli XX; w doniczce X zmierzono jednak tylko po trzy najwyższe rośliny w każdym przedziale.

Jak podano w tabeli, średnia wysokość dwudziestu ośmiu roślin krzyżowanych z Chelsea wynosiła 21,62 cala, dwudziestu siedmiu roślin krzyżowanych między sobą —

TABELA XX

Nr doniczki	Rośliny samozapładnione przez osiem pokoleń skrzyżowane z roślinami z Chelsea	Rośliny otrzymane po skrzyżowaniu między sobą ósmego pokolenia roślin samozapładnianych	Samozapładnione rośliny dziewiątego pokolenia otrzymane z ósmego pokolenia roślin samozapładnianych
I	Cale 30 ⁷ / ₈ 28 ⁸ / ₈ ..	Cale 14 13 ⁸ / ₈ 13 ⁷ / ₈	Cale 9 ⁴ / ₈ 10 ⁵ / ₈ 10
II	20 ⁸ / ₈ 22 ² / ₈ ..	11 ⁴ / ₈ 12 9 ¹ / ₈	11 ⁶ / ₈ 12 ³ / ₈ ..
III	23 ⁶ / ₈ 24 ¹ / ₈ 25 ⁶ / ₈	12 ² / ₈	8 ⁵ / ₈ 11 ⁴ / ₈ 6 ⁷ / ₈
IV	22 ⁵ / ₈ 22 17	9 ² / ₈ 8 ¹ / ₈ ..	4 13 ³ / ₈ 11
V	22 ³ / ₈ 19 ⁵ / ₈ 23 ⁴ / ₈	9 11 ..	4 ⁴ / ₈ 13 13 ⁴ / ₈
VI	28 ² / ₈ 22 ..	18 ⁸ / ₈ 7 12 ⁴ / ₈	12 16 ¹ / ₈ ..
VII	12 ⁴ / ₈ 24 ³ / ₈ 20 ⁴ / ₈ 26 ⁴ / ₈	15 12 ³ / ₈ 11 ² / ₈ 15 ² / ₈	........
VIII	17 ² / ₈ 22 ⁶ / ₈ 27	13 ³ / ₈ 14 ⁵ / ₈ 14 ³ / ₈	......
IX	22 ⁸ / ₈ 6 20 ² / ₈	11 ⁸ / ₈ 17 14 ⁷ / ₈	......
X Rośliny zagęszczane	18 ¹ / ₈ 16 ⁵ / ₈ 17 ⁴ / ₈	9 ² / ₈ 8 ² / ₈ 10	10 ³ / ₈ 8 ¹ / ₈ 11 ² / ₈
Razem cali	605,38	329,50	198,50

12,2 cala, a dziewiętnastu samozapłodnianych — 10,44 cala. Jeśli chodzi o ostatnią grupę, należałoby z niej odrzucić dwie rośliny skarłowaciałe (zaledwie 4 cale wysokości), aby nie zmniejszać sztucznie wysokości roślin samozapłodnianych. Średnia wysokość pozostałych siedemnastu roślin samozapłodnianych wyniesie wtedy 11,2 cala. Stosunek zatem wysokości roślin krzyżowanych z Chelsea do krzyżowanych między sobą wynosi 100 do 56, krzyżowanych z Chelsea do samozapłodnianych — 100 do 52, krzyżowanych zaś między sobą do samozapłodnianych — 100 do 92. Widzimy więc, jak ogromną przewagę pod względem wysokości miały rośliny krzyżowane z Chelsea nad roślinami krzyżowanymi między sobą i samozapłodnianymi. Przewaga ta była widoczna już wtedy, kiedy rośliny miały zaledwie jeden cal wysokości. Po zakończeniu wzrostu były one również znacznie silniej rozgałęzione, miały większe liście i nieco większe kwiaty niż rośliny w obu pozostałych grupach. Gdyby je zważono, stosunek ciężaru byłby z pewnością znacznie wyższy niż 100 do 56 i 52.

Stosunek ciężaru roślin krzyżowanych między sobą do samozapłodnianych wynosił w tym wypadku 100 do 92, gdy tymczasem w analogicznym doświadczeniu, którego wyniki przedstawiono w tabeli XIX, rośliny krzyżowane między sobą, pochodzące z szóstego pokolenia roślin samozapłodnianych, miały mniejszy ciężar niż rośliny samozapłodniane; stosunek ten wynosił 100 do 110. Wydaje mi się wątpliwe, aby tę niezgodność wyników w obu doświadczeniach można było wytłumaczyć tym, że w danym wypadku rośliny samozapłodniane pochodziły z nasion samorzutnie samozapłodnionych, wówczas gdy poprzednio pochodziły one z nasion sztucznie samozapłodnianych, czy też faktem, że omawiane rośliny były samozapłodniane w ciągu dwóch dalszych pokoleń, chociaż to drugie tłumaczenie wydaje mi się bardziej prawdopodobne.

Co dotyczy płodności, dwadzieścia osiem roślin krzyżowanych z Chelsea dało 272 torebki nasienne, dwadzieścia siedem krzyżowanych między sobą — 24 torebki, a siedemnaście samozapłodnianych — 17 torebek nasiennych. Wszystkie rośliny pozostawiono bez przykrycia, aby mogło nastąpić naturalne zapłodnienie; puste torebki nasienne odrzucano.

Zatem 20 roślin krzyżowanych z Chelsea dałoby	194,29 torebki
20 roślin krzyżowanych między sobą dałoby	17,77 „
20 roślin samozapłodnianych dałoby	20,00 „
Nasiona z 8 torebek roślin krzyżowanych z Chelsea ważyły	1,1 grana
Nasiona z 8 torebek roślin krzyżowanych między sobą ważyły	0,51 „
Nasiona z 8 torebek roślin samozapłodnianych ważyły	0,33 „

Jeśli zestawimy łączną liczbę torebek nasiennych ze średnim ciężarem zawartych w nich nasion, otrzymamy następujące nieoczekiwane stosunki:

Ciężar nasion roślin krzyżowanych z Chelsea do ciężaru nasion takiej samej liczby roślin krzyżowanych między sobą	100:4
Ciężar nasion roślin krzyżowanych z Chelsea do ciężaru nasion takiej samej liczby roślin samozapłodnianych	100:3
Ciężar nasion roślin krzyżowanych między sobą do ciężaru nasion takiej samej liczby roślin samozapłodnianych	100:73

Godny uwagi jest również fakt, że rośliny krzyżowane z Chelsea wykazywały przewagę nad obiema pozostałymi grupami pod względem wytrzymałości na mróz, podobnie jak i pod względem wysokości, bujności i płodności. Wczesną jesienią większość doniczek przeniesiono do gruntu; w tych warunkach rośliny, które długo przebywały w cieplej szklarni, zwykle doznają uszkodzeń. Wskutek przeniesienia wszystkie trzy grupy mocno ucierpiały od mrozu, jednak rośliny krzyżowane z Chelsea w znacznie mniejszym stopniu niż rośliny pozostałych grup. Trzeciego października rośliny krzyżowane z Chelsea zakwitły ponownie i kwitły przez pewien okres czasu, natomiast rośliny obu pozostałych grup nie wytworzyły ani jednego kwiatu; łodygi ich pochyliły się prawie do ziemi i wydawały się na pół martwe. Na początku grudnia był silny mróz i pędy roślin krzyżowanych z Chelsea zmarzły, ale dwudziestego trzeciego grudnia zaczęły ponownie odbijać od korzeni, natomiast wszystkie rośliny obu pozostałych grup zginęły.

Jakkolwiek kilka nasion samozapładnianych, które dały początek roślinom podanym w czwartej kolumnie tabeli XX, wykiełkowało wcześniej (zostały one oczywiście usunięte) niż nasiona obu pozostałych grup, tylko w jednej spośród dziesięciu doniczek rośliny samozapładniane zakwitły wcześniej niż krzyżowane z Chelsea czy też rośliny krzyżowane między sobą rosnące w tej samej doniczce. Rośliny obu ostatnich grup zakwitły równocześnie, mimo że rośliny krzyżowane z Chelsea były wyższe i bujniejsze od roślin krzyżowanych między sobą.

Jak już podawałem, rośliny wyrosłe z nasion pochodzących bezpośrednio z Chelsea były żółte. Na uwagę zasługuje fakt, że każda z dwudziestu ośmiu siewek otrzymanych z wysokiej białej odmiany zapładnianej bez uprzedniego kastrowania pyłkiem roślin z Chelsea wytworzyła żółte kwiaty. Wskazuje to, jak barwa ta, naturalna dla danego gatunku, przeważa nad barwą białą.

Wpływ, jaki wywiera na potomstwo krzyżowanie między sobą kwiatów tej samej rośliny w porównaniu z krzyżowaniem różnych osobników. We wszystkich poprzednich doświadczeniach rośliny krzyżowane pochodziły ze skrzyżowania odrębnych roślin. Obecnie spośród roślin podanych w tabeli XX wybrałem bardzo bujną roślinę powstałą w wyniku zapłodnienia ósmego pokolenia roślin samozapładnianych pyłkiem roślin należących do rodu z Chelsea. Kilka kwiatów tej rośliny zapłodniono pyłkiem innych kwiatów tej samej rośliny, kilka zaś innych kwiatów — ich własnym pyłkiem. Tak otrzymane nasiona skiełkowano na czystym piasku. Siewki posadzono jak zwykle po przeciwnych stronach sześciu doniczek. Wszystkie pozostałe nasiona, niezależnie od tego czy były skiełkowane, czy nie, wysiano gęsto w doniczce VII. Trzy najwyższe siewki po obu stronach tej ostatniej doniczki zmierzono oddzielnie. Ponieważ pragnąłem jak najprędzej otrzymać wyniki, niektóre z tych nasion wysiałem późną jesienią, lecz rośliny podczas zimy rosły tak nieregularnie, że jedna roślina krzyżowana miała $28\frac{1}{2}$ cala, dwie zaś pozostałe zaledwie 4 lub niecałe 4 cale wysokości (tabela XXI). W takich warunkach, jak to zaobserwowałem również w wielu innych wypadkach, wynik nie jest nawet w najmniejszym stopniu wiarygodny. Niemniej uważam, że powinienem podać wyniki pomiarów.

W tym wypadku średnia wysokość piętnastu roślin krzyżowanych wynosiła 14,05 cala, piętnastu roślin samozapładnianych 9,38 cala, a więc stosunek wynosił 100 do 67. Jeśli wykluczy się jednak wszystkie rośliny o wysokości mniejszej niż 10 cali, stosunek

TABELA XXI

Nr doniczki	Rośliny otrzymane po skrzyżowaniu różnych kwiatów tej samej rośliny	Rośliny otrzymane po zapłodnieniu kwiatów ich własnym pyłkiem
I	Cale 17 9	Cale 17 3 ¹ / ₈
II	28 ² / ₈ 16 ⁴ / ₈ 13 ⁵ / ₈	19 ¹ / ₈ 6 2
III	4 2 ² / ₈	15 ⁶ / ₈ 10
IV	23 ⁴ / ₈ 15 ⁴ / ₈	6 ² / ₈ 7 ¹ / ₈
V	7	13 ⁴ / ₈
VI	18 ³ / ₈ 11	1 ⁴ / ₈ 2
VII	21	15 ¹ / ₈
Rośliny zagęszczone	11 ⁶ / ₈ 12 ¹ / ₈	11 11 ² / ₈
Razem cali	210,88	140,75

wysokości jedenastu roślin krzyżowanych do wysokości ośmiu roślin samozapłodnianych wyniesie 100 do 82.

Następnej wiosny pozostałe nasiona obu grup potraktowano dokładnie w taki sam sposób jak poprzednio; pomiary siewek podane są w tabeli XXII.

W tym wypadku średnia wysokość dwudziestu dwóch roślin krzyżowanych wynosi 16,85 cala, a dwudziestu dwóch roślin samozapłodnianych 16,07 cala, a więc stosunek jest jak 100 do 95. Jednak jeśli w doniczce VII nie uwzględni się czterech roślin, które są znacznie niższe od innych (co byłoby najsluszniejsze), stosunek wysokości dwudziestu dwóch roślin krzyżowanych do dziewiętnastu samozapłodnianych będzie wynosił 100 do 100,6, a więc nie będzie między nimi różnicy. Wszystkie rośliny z wyjątkiem rosnących w zagęszczeniu w doniczce VII ścięto po zmierzniu. Osiemnaście roślin krzyżowanych ważyło 10 uncji, ta sama zaś liczba samozapłodnianych ważyła 10¹/₄ uncji, stosunek więc był jak 100 do 102,5. Jednakże jeśli się nie uwzględniło najmniejszych roślin z doniczki VII, rośliny samozapłodniane jeszcze bardziej przewyższałyby pod względem ciężaru rośliny krzyżowane. We wszystkich poprzednich doświadczeniach, w których siewki pochodziły z krzyżowania odrębnych roślin i musiały współzawodniczyć z roślinami samozapłodnianymi, zawsze zakwitały one wcze-

śniej. Jednak w tym wypadku, w siedmiu doniczkach na osiem, rośliny samozapładniane zakwitły wcześniej od krzyżowanych rosnących po przeciwnej stronie doniczki. Biorąc pod uwagę wszystkie dane odnoszące się do roślin przedstawionych w tabeli XXII, można wyciągnąć wniosek, że potomstwo otrzymane ze skrzyżowania dwóch

TABELA XXII

Nr doniczki	Rośliny otrzymane po skrzyżowaniu różnych kwiatów tej samej rośliny	Rośliny otrzymane po zapłodnieniu kwiatów ich własnym pyłkiem
	Cale	Cale
I	15 ¹ / ₈	19 ¹ / ₈
	12	20 ⁵ / ₈
	10 ¹ / ₈	12 ⁶ / ₈
II	16 ² / ₈	11 ² / ₈
	13 ⁵ / ₈	19 ³ / ₈
	20 ¹ / ₈	17 ⁴ / ₈
III	18 ⁷ / ₈	12 ⁶ / ₈
	15	15 ⁶ / ₈
	13 ⁷ / ₈	17
IV	19 ² / ₈	16 ² / ₈
	19 ⁶ / ₈	21 ⁵ / ₈
V	25 ³ / ₈	22 ⁵ / ₈
VI	15	19 ⁵ / ₈
	20 ² / ₈	16 ² / ₈
	27 ² / ₈	19 ⁵ / ₈
VII	7 ⁶ / ₈	7 ⁶ / ₈
	14	8
	13 ⁴ / ₈	7
VIII	18 ² / ₈	20 ³ / ₈
Rośliny zagęszczone	18 ⁶ / ₈	17 ⁶ / ₈
	18 ³ / ₈	15 ⁴ / ₈
	18 ³ / ₈	15 ¹ / ₈
Razem cali	370,88	353,63

kwiatów w obrębie tej samej rośliny nie wykazuje w ogóle przewagi; rośliny samozapładniane przewyższają w takim wypadku rośliny krzyżowane pod względem ciężaru. Wniosku tego nie można jednak uważać za całkowicie pewny z uwagi na wyniki pomiarów podane w tabeli XXI, jakkolwiek te ostatnie ze wspomnianych już przyczyn są o wiele mniej wiarygodne niż wyniki ostatniego doświadczenia.

Streszczenie obserwacji dokonanych na *Mimulus luteus*. W trzech pierwszych pokoleniach roślin krzyżowanych i samozapłodnianych mierzone pojedynczo najwyższe rośliny po obu stronach kilku doniczek. Stosunek wysokości dziesięciu najwyższych roślin krzyżowanych do wysokości dziesięciu roślin samozapłodnianych wynosił 100 do 64. Rośliny krzyżowane były również znacznie bardziej płodne niż samozapłodniane oraz o tyle silniejsze od nich, że przewyższały je pod względem wysokości nawet wtedy, kiedy były wysiane po przeciwnej stronie tej samej doniczki o cztery dni później. Przewaga roślin krzyżowanych ujawniała się również bardzo wyraźnie, kiedy oba rodzaje nasion wysiano po przeciwnych stronach doniczki napełnionej bardzo ubogą ziemią przerośniętą korzeniami innych roślin. W jednym wypadku, kiedy siewki krzyżowane i samozapłodniane rosły w zasobnej glebie i nie współzawodniczyły ze sobą, osiągnęły równą wysokość. W czwartym pokoleniu dwie najwyższe rośliny krzyżowane, rozpatrywane razem, przewyższały już tylko bardzo nieznacznie dwie najwyższe rośliny samozapłodniane, a nawet jedna z tych ostatnich prześcignęła odpowiadającą jej roślinę krzyżowaną; jest to wypadek, który nie zdarzył się ani razu w poprzednich pokoleniach. Ta zwycięska roślina samozapłodniana należała do nowej biało kwitnącej odmiany, która osiągała większą wysokość niż wyjściowa żółta odmiana. Od początku wydawała się ona bardziej płodna przy samozapłodnieniu niż odmiany wyjściowe i w kolejnych samozapłodnianych pokoleniach stawała się coraz bardziej samopłodna. W szóstym pokoleniu samozapłodniane rośliny tej odmiany w porównaniu z krzyżowanymi zawiązywały torebki nasienne w stosunku 147 do 100, przy czym w obu grupach zachodziło samorzutne zapłodnienie. W siódmym pokoleniu dwadzieścia kwiatów jednej z tych roślin dało przy sztucznym samozapłodnieniu aż dziewiętnaście doskonale wykształconych torebek nasiennych!

Odmiana ta wiernie przekazywała swe cechy wszystkim kolejnym samozapłodnianym pokoleniom aż do ostatniego, czyli dziewiątego pokolenia włącznie. Wszystkie bardzo liczne otrzymane w ten sposób rośliny były całkowicie jednolitego typu, różniły się więc pod tym względem wyraźnie od siewek otrzymanych z kupnych nasion. Odmiana ta zachowała jednak jeszcze do końca ukrytą tendencję do wytwarzania żółtych kwiatów. Świadczy o tym fakt, że gdy zapłodniono roślinę należącą do ósmego samozapłodnianego pokolenia pyłkiem rośliny żółto kwitnącej z rodu *Chelsea*, wszystkie siewki miały żółte kwiaty. Podobna odmiana, przynajmniej pod względem barwy kwiatów, pojawiła się również w trzecim

pokoleniu roślin krzyżowanych. Początkowo nie zwrócono na nią wcale uwagi i nie wiem, w jakim stopniu użyto jej zarówno do krzyżowania, jak i do samozapładniania. W piątym pokoleniu większość roślin samozapładnianych, a w szóstym i we wszystkich następnych pokoleniach wszystkie rośliny bez wyjątku należały do tej odmiany. Bez wątpienia było to częściowo spowodowane jej dużą i zwiększającą się stale samopłodnością. Natomiast zniknęła ona spośród późniejszych pokoleń roślin krzyżowanych; było to prawdopodobnie spowodowane ciągłym krzyżowaniem między sobą kilku roślin. Jeśli chodzi o wysokość, samozapładniane rośliny tej odmiany przewyższały rośliny krzyżowane we wszystkich pokoleniach — od piątego do siódmego włącznie. Powtarzałoby się to bez wątpienia i w późniejszych pokoleniach, gdyby rośliny rosły nadal w warunkach współzawodnictwa. W piątym pokoleniu stosunek wysokości roślin krzyżowanych do samozapładnianych wynosił 100 do 126, w szóstym 100 do 147, a w siódmym pokoleniu 100 do 137. Tę przewagę wysokości można przypisywać nie tylko temu, że ta odmiana z natury osiąga większą wysokość niż inne rośliny, lecz również szczególnej jej konstytucji: ciągle samozapładnianie nie jest dla niej szkodliwe. Wystąpienie tej odmiany stanowi uderzającą analogię do pojawienia się w szóstym samozapładnianym pokoleniu *Ipomoea* rośliny nazwanej Hero. Gdyby nasiona wytwarzane przez Hero miały tak dużą przewagę jak nasiona wytwarzane przez inne rośliny, co miało miejsce w wypadku *Mimulus*, i gdyby wszystkie nasiona zmieszano razem, potomstwo rośliny Hero zwiększałoby stale swą liczebność aż do całkowitego wyeliminowania zwykłych roślin w późniejszych samozapładnianych pokoleniach i w każdym pokoleniu przewyższałoby pod względem wysokości rośliny krzyżowane, które z natury wyrastają większe.

Niektóre z samozapładnianych roślin szóstego pokolenia zostały skrzyżowane między sobą, podobnie jak i niektóre rośliny ósmego pokolenia. Siewki z tych krzyżówek rosły w warunkach współzawodnictwa z samozapładnianymi roślinami dwóch odpowiadających im pokoleń. W pierwszym doświadczeniu rośliny krzyżowane między sobą były mniej płodne niż samozapładniane i niższe od nich w stosunku 100 do 110. W drugim doświadczeniu rośliny krzyżowane między sobą były bardziej płodne niż samozapładniane w stosunku 100 do 73 i wyższe w stosunku 100 do 92. Mimo że w drugim wypadku rośliny samozapładniane pochodziły od osobników o dwa pokolenia dłużej samozapładnianych, nie mogą zrozumieć tej niezgodności wyników w dwóch analogicznych doświadczeniach.

Za najważniejsze ze wszystkich doświadczeń przeprowadzonych nad *Mimulus* uważam te, w których kwiaty roślin ósmego samozapłodnianego pokolenia poddawano ponownemu samozapłodnieniu, inne kwiaty na odrębnych roślinach tej samej grupy skrzyżowano między sobą, jeszcze zaś inne skrzyżowano z nowym rodem roślin z Chelsea. Stosunek wysokości roślin krzyżowanych z Chelsea do krzyżowanych między sobą wynosił 100 do 56, a stosunek płodności — 100 do 4. Stosunek wysokości tych roślin do roślin samozapłodnianych wynosił 100 do 52, płodności zaś 100 do 3. Rośliny krzyżowane z Chelsea były również znacznie bardziej wytrzymałe niż rośliny obu pozostałych grup, tak że ogólnie dodatnie skutki krzyżowania z nowym rodem były zadziwiająco duże.

Wreszcie siewki otrzymane po skrzyżowaniu kwiatów w obrębie tej samej rośliny nie wykazywały przewagi nad siewkami otrzymanymi po zapłodnieniu kwiatów ich własnym pyłkiem. Wyniku tego nie można jednak uważać za całkowicie wiarygodny, ponieważ niektóre z poprzednich obserwacji były przeprowadzane w warunkach bardzo nie sprzyjających.

DIGITALIS PURPUREA

Kwiaty pospolitej naparstnicy purpurowej są protandryczne, to znaczy pyłek dojrzewa i w większości wypadków wysypuje się, zanim znamiona tego samego kwiatu są gotowe do zapłodnienia. W zapłodnieniu pośredniczą trzmiele, które w poszukiwaniu nektaru odwiedzają kwiaty i przenoszą pyłek z kwiatu na kwiat. Pyłek z dwu górnych pręcików wysypuje się wcześniej niż z dwu dolnych, krótszych. Znaczenie tego faktu jest prawdopodobnie takie, jak to podaje dr Ogle¹. Pylniki dłuższych pręcików znajdujące się bliżej znamienia miałyby większą możliwość zapłodnienia. Ponieważ jednak korzystne jest unikanie samozapłodnienia, pyłek z tych pylników wysypuje się wcześniej, przez co traci szanse zapłodnienia. Co prawda dopóki nie otwiera się rozdwojone znamię, niebezpieczeństwo samozapłodnienia jest małe, ponieważ — jak stwierdził Hildebrand² — umieszczenie pyłku na zamkniętym jeszcze znamieniu nie daje żadnego efektu. Duże pylniki są początkowo ustawione poprzecznie w stosunku do rurki korony i gdyby — na co również zwraca uwagę dr Ogle — miały pękać w tym położeniu, obsypałyby zupełnie niepotrzebnie cały odwłok i boki trzmiela wchodzącego do kwiatu. Zanim jednak pręciki te pękają, odwracają się i ustawiają podłużnie. Niższa, wewnętrzna część otworu korony jest gęsto pokryta włoskami, na których gromadzi się tak dużo wysypanego pyłku, że jak wynika z moich obserwacji, dolna powierzchnia ciała trzmiela oblepia się nim grubo. Pyłek ten nigdy nie może się jednak dostać na znamię tego samego kwiatu, ponieważ trzmiel wydostając się z kwiatu, nie odwraca się dolną po-

¹ „Popular Science Review” styczeń 1870, s. 50.

² „Geschlechter — Vertheilung bei den Pflanzen”, 1867, s. 20.

wierzchnią ciała do góry. Byłem więc bardzo zaciekawiony, czy włoski te spełniają jakąkolwiek rolę. Jak mi się wydaje, znaczenie ich wyjaśnił p. Belt: mniejsze pszczołowate nie są przystosowane do pośredniczenia w zapładnianiu kwiatów. Gdyby wchodzenie do wnętrza kwiatu nie nastęrczało im trudności, kradłyby dużo nektaru, wskutek czego większe z pszczołowatych mniej licznie odwiedzałyby kwiaty. Trzmiele mogą wpełzać do zwisających kwiatów z większą łatwością, wykorzystując „włoski jako podpórki dla nóg podczas ssania miodu; włoski te odstraszały natomiast mniejsze pszczołowate, które jeśli nawet przedostały się przez nie, trafiają w próżnię nie osiągnąwszy celu”. Pan Belt podaje, że obserwował wiele kwiatów podczas całego sezonu w północnej Walii i „raz tylko zauważył, jak owad z małych pszczołowatych dostał się do nektaru, chociaż wiele innych próbowało to bezskutecznie uczynić”.¹

Roślinę rosnącą w naturalnym stanowisku w północnej Walii przykryłem siatką; sześć kwiatów zapylilem ich własnym pyłkiem, sześć zaś innych pyłkiem innej rośliny rosnącej w odległości kilku stóp. Roślinę przykrytą siatką potrząsano silnie od czasu do czasu podobnie jak to się dzieje wskutek podmuchów wiatru, aby w ten sposób ułatwić w miarę możliwości samozapłodnienie. Roślina ta wydała dziewięćdziesiąt dwa kwiaty (oprócz dwunastu sztucznie zapłodnionych), spośród których tylko dwadzieścia cztery wytworzyły torebki nasienne, wówczas gdy na sąsiednich nie osłoniętych roślinach prawie wszystkie kwiaty zawiązały owoce. Z tych dwudziestu czterech samorzutnie samozapłodnionych torebek tylko dwie zawierały pełną ilość nasion, sześć z nich było wypełnionych częściowo, pozostałe zaś w liczbie szesnastu zawierały bardzo nieliczne nasiona. Częściowe samozapłodnienie tych kwiatów musiało nastąpić dzięki temu, że nieliczne ziarna pyłku pozostawały w pylnikach po ich pęknięciu i przypadkowo opadły na znamiona, gdy te już dojrzały. Brzegi korony wędzną nie zawiązają się do środka, ani też opadające kwiaty nie mają zdolności obracania się wokół swoich osi, tak aby obsypane pyłkiem włoski, pokrywające dolną powierzchnię wnętrza kwiatu, mogły zetknąć się ze znamieniem; z tego więc względu żaden z tych sposobów nie mógłby doprowadzić do samozapłodnienia.

Nasiona z torebek krzyżowanych oraz samozapładnianych posadzono parami po przeciwnych stronach doniczek średniej wielkości i umieszczono w szklarni. Po pewnym czasie, gdy wydawało się, że rośliny są zagłodzone, wyjęto je ostrożnie z doniczek i wysadzono w grunt w dwóch równoległych rzędkach. Znalazły się więc one w warunkach dosyć silnego współzawodnictwa, nie tak ostrego jednak jak miałyby to miejsce, gdyby pozostawiono je w doniczkach. W okresie przesadzania roślin liście ich miały od 5 do 8 cali długości. Po obu stronach każdej doniczki zmierzono najdłuższy liść najlepszej rośliny. Pomiary wykazały, że liście roślin krzyżowanych były średnio o 0,4 cala większe niż liście roślin samozapładnianych.

Latem po osiągnięciu pełnej wysokości zmierzono na każdej roślinie największy pęd kwiatowy. Roślin krzyżowanych było siedemnaście, lecz jedna nie wytworzyła w ogóle pędu kwiatowego. Roślin samozapładnianych początkowo również było siedemnaście, lecz były one tak słabe, że aż dziewięć osobników zginęło w ciągu zimy

¹ „The Naturalist in Nicaragua”, 1874, s. 132. Jednak według H. Müllera („Die Befruchtung der Blumen”, 1873 s. 285) wydaje się, że małym owadom udaje się niekiedy dostać do wnętrza kwiatów.

² — Skutki krzyżowania

i wiosny, pozostało więc do zmierzenia tylko osiem, co jest uwidocznione w tabeli XXIII.

TABELA XXIII. Najdłuższy pęd kwiatowy każdej mierzonej rośliny;
0 — oznacza, że roślina zginęła przed wytworzeniem pędu kwiatowego

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	53 ⁶ / ₈	27 ⁴ / ₈
	57 ⁴ / ₈	55 ⁶ / ₈
	57 ⁶ / ₈	0
	65	0
II	34 ⁴ / ₈	39
	52 ⁴ / ₈	32
	63 ⁶ / ₈	21
III	57 ⁴ / ₈	53 ⁴ / ₈
	53 ⁴ / ₈	0
	50 ⁶ / ₈	0
	37 ² / ₈	0
IV	64 ⁴ / ₈	34 ⁴ / ₈
	37 ⁴ / ₈	23 ⁶ / ₈
	..	0
V	53	0
	47 ⁶ / ₈	0
	34 ⁶ / ₈	0
Razem cali	821,25	287,00

Przeciętna wysokość pędów kwiatowych szesnastu roślin krzyżowanych wynosi w tym wypadku 51,33 cala, ośmiu roślin samozapłodnianych — 35,87 cala, czyli stosunek jest jak 100 do 70. Jednak ta różnica w wysokości nie daje właściwego pojęcia o olbrzymiej przewadze roślin krzyżowanych. Te ostatnie wytworzyły łącznie sześćdziesiąt cztery pędy kwiatowe. Każda roślina wytworzyła średnio cztery pędy kwiatowe, gdy tymczasem osiem roślin samozapłodnianych wytworzyło tylko piętnaście pędów kwiatowych, a więc każda wytworzyła średnio tylko 1,87 pędu. Pędy te były mniej bujne. Wynik ten możemy też przedstawić w inny sposób, mianowicie: stosunek liczby pędów kwiatowych roślin krzyżowanych do liczby pędów kwiatowych u tyluż roślin samozapłodnianych wynosił 100 do 48.

Trzy nasiona roślin krzyżowanych posadzono po skielkowaniu w trzech oddzielnych doniczkach. Trzy skielkowane nasiona roślin samozapłodnianych posadzono w trzech innych doniczkach. Rośliny więc te od samego początku nie współzawodniczyły ze sobą

i po przeniesieniu z doniczek do gruntu zostały posadzone w umiarkowanej odległości od siebie, tak że konkurencja była znacznie słabsza niż w poprzednim wypadku. Najdłuższe liście trzech roślin krzyżowanych przewyższały w okresie przesadzania liście roślin samozapładnianych bardzo nieznacznie — średnio o 0,17 cala. Po wyrośnięciu trzy rośliny krzyżowane wytworzyły 26 pędów kwiatowych, z których dwa najwyższe na każdej roślinie miały średnio 54,04 cala wysokości. Trzy rośliny samozapładniane wytworzyły 23 pędy kwiatowe, z których dwa najwyższe na każdej roślinie miały przeciętnie 46,18 cala wysokości. Różnica więc między tymi dwiema grupami, które teraz prawie wcale nie współzawodniczyły ze sobą, jest znacznie mniejsza niż w ostatnim wypadku, kiedy miała miejsce stosunkowo silna konkurencja; stosunek wysokości wynosił mianowicie 100 do 85, a nie 100 do 70.

Wpływ, jaki wywiera na potomstwo krzyżowanie między sobą różnych kwiatów tej samej rośliny w porównaniu z krzyżowaniem odrębnych osobników. Dużą roślinę rosnącą w ogrodzie (jedną z poprzednio otrzymanych siewek) przykryto siatką. Sześć kwiatów zapłodniono pyłkiem innych kwiatów tej samej rośliny, a sześć dalszych zapłodniono ich własnym pyłkiem. Wszystkie rośliny wytworzyły dorodne torebki nasienne. Nasiona z każdej torebki umieszczono na oddzielnym szkiełku zegarkowym, ale na oko między nasionami obu grup nie można było dostrzec żadnej różnicy. Żadnej znaczniejszej różnicy nie stwierdzono również po zważeniu. Nasiona z torebek samozapładnianych ważyły 7,65 grana, gdy tymczasem nasiona z torebek krzyżowanych ważyły 7,7 grana. Bezpłodność omawianego gatunku, gdy uniemożliwione jest pośrednictwo owadów, nie jest więc spowodowana niezdolnością pyłku do kiełkowania na znamieniu tego samego kwiatu. Obie grupy nasion i siewek traktowano dokładnie w taki sam sposób, jak grupy opisane poprzednio (tabela XXIII), poza tym że po wysadzeniu kiełkujących nasion parami po przeciwnych stronach ośmiu doniczek wszystkie pozostałe wysiano gęsto po przeciwnych stronach doniczki IX i X (tabela XXIV). Następnej wiosny młode rośliny wyjęto ostrożnie z doniczek i posadzono w gruncie w dwóch rzędach, niezbyt blisko siebie, tak że miało tu miejsce tylko umiarkowanie silne współzawodnictwo. Tym razem wynik był całkowicie odmienny niż w pierwszym doświadczeniu, kiedy rośliny rosły w warunkach nieco silniejszego współzawodnictwa; po obu stronach doniczki zginęła lub nie wytworzyła pędów kwiatowych jednakowa liczba roślin. U roślin które pozostały przy życiu, zmierzono najwyższe pędy kwiatowe. Wyniki pomiarów podano w tabeli XXIV.

Średnia wysokość pędów kwiatowych dwudziestu pięciu roślin krzyżowanych we wszystkich doniczkach rozpatrywanych łącznie wynosiła 43,12 cala, dwudziestu pięciu roślin samozapładnianych — 39,82 cala, czyli stosunek był jak 100 do 92. W celu sprawdzenia tego wyniku osobno rozpatrzono rośliny wysadzone parami w doniczkach od I do VIII. Średnia wysokość szesnastu roślin krzyżowanych wynosiła w tym wypadku 44,9 cala, a szesnastu roślin samozapładnianych — 42,03 cala, czyli stosunek był jak 100 do 94. Z kolei rozpatrzono oddzielnie rośliny pochodzące z nasion wysianych gęsto w doniczkach XI i X, w których współzawodnictwo było bardzo silne. Średnia wysokość dziewięciu roślin krzyżowanych wynosiła 39,86 cala, a dziewięciu roślin samozapładnianych — 35,88 cala, czyli jak 100 do 90. Rośliny w tych dwóch ostatnich grupach (IX i X) po zmierzeniu ścięto tuż przy samej ziemi, a następnie zważono. Dziewięć roślin krzyżowanych ważyło 57,66 uncji, a dziewięć samozapładnianych

TABELA XXIV

0 — oznacza, że roślina wypadła lub nie wytworzyła pędów kwiatowych

Nr doniczki	Rośliny pochodzące z kwiatów krzyżowanych w obrębie tej samej rośliny	Rośliny pochodzące z kwiatów zapłodnio- nych ich własnym pytkiem
I	Cale 49 ⁴ / ₈ 46 ⁷ / ₈ 43 ⁶ / ₈	Cale 45 ⁵ / ₈ 52 0
II	38 ⁴ / ₈ 47 ⁴ / ₈ 0	54 ⁴ / ₈ 47 ⁴ / ₈ 32 ⁵ / ₈
III	54 ⁷ / ₈	46 ⁵ / ₈
IV	32 ¹ / ₈ 0 43 ⁷ / ₈	41 ³ / ₈ 29 ⁷ / ₈ 37 ¹ / ₈
V	46 ⁶ / ₈ 40 ⁴ / ₈ 43	42 ¹ / ₈ 42 ¹ / ₈ 0
VI	48 ² / ₈ 46 ² / ₈	47 ⁷ / ₈ 48 ³ / ₈
VII	48 ⁵ / ₈ 42	25 40 ⁵ / ₈
VIII	46 ⁷ / ₈	39 ¹ / ₈
IX Rośliny zagęszczone	49 50 ³ / ₈ 46 ³ / ₈ 47 ⁶ / ₈ 0	30 ³ / ₈ 15 36 ⁷ / ₈ 44 ¹ / ₈ 31 ⁰ / ₈
X Rośliny zagęszczone	46 ⁴ / ₈ 35 ² / ₈ 24 ⁵ / ₈ 41 ⁴ / ₈ 17 ³ / ₈	47 ⁷ / ₈ 0 34 ⁷ / ₈ 40 ⁷ / ₈ 41 ¹ / ₈
Razem cali	1078,00	995,38

45,25 uncji, czyli stosunek wynosi 100 do 78. Możemy więc wyciągnąć ogólny wniosek, szczególnie na podstawie danych dotyczących ciężaru, że siewki otrzymane po skrzyżowaniu kwiatów w obrębie tej samej rośliny miały zdecydowaną, choć niewielką przewagę nad roślinami pochodzącymi z kwiatów zapładnianych własnym pyłkiem, co zaznaczało się szczególnie wyraźnie, kiedy między roślinami zachodziło silne współzawodnictwo. Przewaga ta jest znacznie mniejsza niż przy krzyżowaniu potomstwa różnych roślin ponieważ rośliny krzyżowane przewyższały samozapładniane pod względem wysokości w stosunku 100 do 70, a pod względem liczby pędów kwiatowych — w stosunku 100 do 48. *Digitalis* więc różni się od *Ipomoea* i na pewno od *Mimulus*, ponieważ u tych dwóch ostatnich gatunków krzyżowanie kwiatów w obrębie tej samej rośliny nie dawało dodatnich wyników.

CALCEOLARIA

Krzaczasta odmiana szklarniowa o żółtych kwiatach purpurowo nakrapianych

Budowa kwiatów tej rośliny ułatwia, a nawet prawie zapewnia krzyżowe zapłodnienie¹; p. Anderson wspomina², że aby można było otrzymać miarodajne wyniki, należy ze szczególną ostrożnością zabezpieczać rośliny przed dostępem owadów. Dodaje on interesującą uwagę, że według jego obserwacji po całkowitym obcięciu korony owady nigdy nie zauważają kwiatu i nie odwiedzają go. Jednak roślina ta jest zdolna do samozapłodnienia chociaż uniemożliwi się pośrednictwo owadów. Przeprowadziłem tak mało doświadczeń nad tą rośliną, że właściwie nie warto o nich wspominać. Nasiona krzyżowane i samozapładniane wysiano po przeciwnych stronach doniczki. Po pewnym czasie siewki krzyżowane prześcignęły nieznacznie pod względem wysokości siewki samozapładniane. Przy nieco później przeprowadzonych pomiarach najdłuższe liście roślin krzyżowanych miały niemal 3 cale długości, gdy tymczasem liście roślin samozapładnianych miały zaledwie 2 cale. Wskutek pewnego wypadku i zbyt małych rozmiarów doniczki, z każdej strony doniczki wyrosła i zakwitła tylko jedna roślina. Roślina krzyżowana miała 19½ cala wysokości, a samozapładniana — 15 cali, a więc stosunek wynosi 100 do 77.

LINARIA VULGARIS

W rozdziale wprowadzającym wspomniano już, że dwie duże grządki tych roślin otrzymałem wiele lat temu z nasion krzyżowanych i samozapładnianych i że te dwie grupy roślin różniły się wyraźnie zarówno wysokością, jak i ogólnym wyglądem. Eksperyment ten przeprowadzono później bardzo starannie, lecz ponieważ była to jedna z pierwszych badanych przeze mnie roślin, nie stosowałem tu mojej zwykłej metody. Nasiona pochodziły z roślin rosnących dziko w sąsiedztwie, a wysiane zostały na ubogiej

¹ Hildebrand, cytowane według H. Müllera, „Die Befruchtung der Blumen”, 1873, s. 277.

² „Gardener's Chronicle”, 1853 s. 534.

glebie w moim ogrodzie. Pięć roślin przykryto siatką, inne pozostawiono swobodnie, aby pszczoły miały do nich dostęp. Kwiaty te były ustawicznie odwiedzane przez pszczoły; według H. Müllera pszczoły są jedynymi owadami pośredniczącymi w zapłodnieniu tego gatunku. Ten wybitny obserwator wspomina¹, że możliwe jest jednak samozapłodnienie, ponieważ znamię znajduje się między pręcikami i osiąga dojrzałość równocześnie z pylnikami. Rośliny przykryte siatką wydały jednak tak mało nasion, że jest prawdopodobne, iż pyłek i znamiona tego samego kwiatu mają małą zdolność wzajemnego współdziałania. Rośliny nie osłonięte wytworzyły dużo torebek nasiennych, tworząc zbite owocostany. Zbadano pięć takich torebek — wydawało się, że zawierają jednakową liczbę nasion. W jednej torebce naliczono 166 nasion. Pięć roślin zabezpieczonych siatką wytworzyło w sumie tylko dwadzieścia pięć torebek nasiennych. Pięć z nich było znacznie dorodniejszych niż pozostałe i zawierały one średnio po 23,6 nasienia; maksymalna liczba nasion w jednej z torebek wynosiła 55. Dlatego stosunek liczby nasion w torebkach roślin nie przykrytych siatką do średniej liczby nasion w najlepszych torebkach roślin osłoniętych wynosił 100 do 14.

Pewną liczbę nasion z samorzutnego samozapłodnienia roślin przykrytych siatką i pewną liczbę nasion roślin nie przykrytych, które zapłodniły się w naturalnych warunkach i prawie na pewno zostały skrzyżowane między sobą za pośrednictwem pszczoł, wysiano oddzielnie w dwóch dużych doniczkach jednakowej wielkości, tak że obie grupy siewek w ogóle nie współzawodniczyły ze sobą. Trzy rośliny krzyżowane zmierzono w pełni kwitnienia, przy czym do mierzenia nie wybierano najwyższych roślin, miały $7\frac{1}{8}$, $7\frac{2}{8}$ i $6\frac{1}{8}$ cala wysokości, średnio — 7,08 cala. Spośród roślin samozapłodnianych wybrano starannie trzy najwyższe; ich wysokość wynosiła $6\frac{3}{8}$, $5\frac{5}{8}$ i $5\frac{2}{8}$ cala, średnio — 5,75 cala. Stosunek więc wysokości roślin swobodnie krzyżowanych do samorzutnie samozapłodnianych wynosił co najmniej 100 do 81.

VERBASCUM THAPSUS

Kwiaty tej rośliny są odwiedzane przez różne owady, szczególnie przez pszczoły poszukujące pyłku. H. Müller („Die Befruchtung” itd., s. 277) wykazał jednak, że *V. nigrum* wydziela też pewną ilość nektaru. Budowa organów rozmnażania, jakkolwiek wcale nie jest skomplikowana, sprzyja krzyżowemu zapłodnieniu. Często krzyżują się nawet odrębne gatunki, toteż w rodzaju tym zaobserwowano więcej naturalnych mieszańców międzygatunkowych niż w jakimkolwiek innym². Niemniej jednak omawiany gatunek jest doskonale samopłodny jeśli uniemożliwione jest pośrednictwo owadów; roślina osłonięta siatką była równie gęsto pokryta dobrze wykształconymi torebkami nasiennymi, jak i sąsiednie rośliny nie osłonięte. *Verbascum lichnitis* jest raczej w mniejszym stopniu samopłodna, rośliny osłonięte bowiem nie zawiązały tak dużo torebek nasiennych, jak sąsiednie nie przykryte.

¹ „Die Befruchtung” itd., s. 279.

² Stwierdziłem interesujący fakt istnienia olbrzymiej ilości takich mieszańców międzygatunkowych między *V. thapsus* i *V. lichnitis* rosnących dziko i opisałem je w „Journal of Linn. Soc. Bot.”, t. X, s. 451.

Pewną liczbę roślin *V. thapsus* wyhodowano w innym celu z nasion samozapłodnianych. Na tych roślinach część kwiatów ponownie samozapłodniono, otrzymując nasiona na drugie pokolenie samozapłodniane, inne zaś kwiaty zapłodniono pyłkiem odrębnej rośliny. W ten sposób otrzymane nasiona wysiano po przeciwnych stronach czterech dużych doniczek. Kielkowanie było jednak tak niejednoczesne (siewki krzyżowane wschodziły zwykle wcześniej), że udało mi się uzyskać zaledwie sześć par w jednakowym wieku. Rośliny te zmierzono w pełni kwitnienia; wyniki pomiarów podane są w tabeli XXV.

TABELA XXV

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Drugie pokolenie roślin samozapłodnianych
I	Cale 76	Cale 53 ¹ / ₈
II	54	66
III	62 60 ⁵ / ₈	75 30 ⁴ / ₈
IV	73 66 ⁴ / ₈	62 52
Razem cali	392,13	339,00

Z danych tej tabeli wynika, że dwie rośliny samozapłodniane były wyższe od odpowiadających im roślin krzyżowanych. Niemniej średnia wysokość sześciu roślin krzyżowanych wynosiła 65,34 cala, średnia zaś wysokość sześciu roślin samozapłodnianych — 56,5 cala, stosunek więc był jak 100 do 86.

VANDELLIA NUMMULARIFOLIA

Nasiona tego drobnego indyjskiego chwastu, który ma kwiaty doskonałe oraz kleistogamiczne¹, przysłał mi p. J. Scott z Kalkuty. Kwiaty kleistogamiczne są niezwykle drobne, niecałkowicie wykształcone, nigdy się nie otwierają, wytwarzają jednak dużo nasion. Kwiaty doskonałe, otwierające się, są również małe, białe, z purpurowymi plamkami. Wytwarzają one na ogół nasiona, wbrew temu co o tym sądzono, przy czym zawiązują je nawet wówczas, gdy uniemożliwiony jest dostęp owadów. Kwiaty mają budowę dosyć skomplikowaną i wydają się być przystosowane do krzyżowego zapłodnienia, nie badałem tego jednak dokładnie. Zapłodnienie sztuczne nie jest łatwe i, być może, u pewnych kwiatów, co do których przypuszczałem, że udało mi się je skrzyżować, nastąpiło później pod siatką samorzutne samozapłodnienie. Szesnaście tore-

¹ Trafny termin — „kleistogamiczny” — zaproponował Kuhn w artykule poświęconym omawianemu rodzajowi w „Bot. Zeitung”, 1867, s. 65.

bek z kwiatów doskonałych krzyżowanych zawierało przeciętnie po dziewięćdziesiąt trzy nasiona (maksymalna liczba nasion w jednej z torebek wynosiła 137), trzynastcie zaś torebek z samozapłodnianych kwiatów doskonałych zawierało po sześćdziesiąt dwa nasiona (maksymalna liczba w jednej torebce wynosiła 135); stosunek więc był jak 100 do 67. Podejrzywałem jednak, że ta wyraźna przewaga była tylko przypadkowa, ponieważ w jednym wypadku porównano dziewięć torebek krzyżowanych z siedmioma torebkami samozapłodnianymi (obie grupy uwzględnione są w powyższych danych) i okazało się, że zawierały one średnio prawie jednakową liczbę nasion. Mogę dodać, że piętnastcie torebek z samozapłodnianych kwiatów kleistogamicznych zawierało przeciętnie sześćdziesiąt cztery nasiona; maksymalna liczba nasion z jednego kwiatu wynosiła osiemdziesiąt siedem.

Nasiona krzyżowane i samozapłodniane z kwiatów doskonałych oraz nasiona z samozapłodnianych kwiatów kleistogamicznych wysiano w pięciu doniczkach, których powierzchnię podzielono na trzy części. Siewki przerzedzono wcześniej, tak że w każdej z trzech części zostawiono po dwadzieścia roślin. Rośliny krzyżowane miały w pełni kwitnienia przeciętnie 4,3 cala wysokości, rośliny samozapłodniane z kwiatów doskonałych — 4,27 cala, a więc stosunek wynosił 100 do 99. Rośliny samozapłodniane z kwiatów kleistogamicznych miały przeciętnie 4,06 cala, tak że stosunek wysokości roślin krzyżowanych do tych ostatnich wynosił 100 do 94.

Postanowiłem porównać ponownie wzrost roślin pochodzących z krzyżowanych i samozapłodnianych kwiatów doskonałych i w tym celu przygotowałem dwie nowe grupy nasion. Nasiona te wysiano po przeciwnych stronach pięciu doniczek, nie przerzedzono ich jednak dostatecznie, tak że rośliny rosły raczej w zagęszczeniu. Po zakończeniu wzrostu wybrano wszystkie siewki mające powyżej 2 cali wysokości, a wszystkie niższe usunięto. Wśród wybranych było czterdzieści siedem roślin krzyżowanych i czterdzieści jeden samozapłodnianych. Wynika z tego, że wysokość wynoszącą 2 cale przekroczyło więcej roślin krzyżowanych niż samozapłodnianych. Spośród roślin krzyżowanych dwadzieścia cztery najwyższe miały przeciętnie 3,6 cala wysokości, wówczas gdy dwadzieścia cztery najwyższe rośliny samozapłodniane miały przeciętnie 3,38 cala, a więc stosunek wynosił 100 do 94. Wszystkie te rośliny ścięto następnie tuż przy ziemi. Dwadzieścia siedem roślin krzyżowanych ważyło 1090,3 grana, a czterdzieści jeden samozapłodnianych — 887,4 grana. Stosunek więc ciężaru roślin krzyżowanych do samozapłodnianych wynosi 100 do 97. Z tych kilku faktów możemy wyciągnąć wniosek, że rośliny krzyżowane mają pewną, choć niewielką przewagę pod względem wysokości i ciężaru nad roślinami samozapłodnianymi, jeśli rosną w warunkach wzajemnej konkurencji.

Rośliny krzyżowane były jednak mniej płodne niż samozapłodniane. Spośród czterdziestu siedmiu roślin krzyżowanych i czterdziestu jeden samozapłodnianych wybrano po sześć najlepszych roślin. Pierwsze wytworzyły 598 torebek, wówczas gdy drugie, czyli samozapłodniane, 752 torebki. Wszystkie te torebki pochodziły z kwiatów kleistogamicznych, ponieważ w ciągu całego okresu wegetacji rośliny nie wytworzyły w ogóle kwiatów doskonałych. W dziewięciu kleistogamicznych torebkach wytworzonych przez rośliny krzyżowane policzono nasiona. W jednej torebce nasienne znajdowało się przeciętnie 46,4 nasienia, wówczas gdy liczba nasion w torebkach kleistogamicznych roślin samozapłodnianych wynosiła 49,4; a więc stosunek jest jak 100 do 106.

III. GESNERIACEAE

GESNERIA PENDULINA

U rodzaju *Gesneria* poszczególne części kwiatu są zbudowane prawie tak samo jak u rodzaju *Digitalis*¹ i większość gatunków — jeśli nie wszystkie — jest dichogamiczna. Rośliny otrzymałem z nasion, które mi przysłał Fritz Müller z południowej Brazylii. Siedem kwiatów zapłodniono pyłkiem innej rośliny i otrzymano siedem torebek zawierających 3,01 grana nasion. Siedem kwiatów na tej samej roślinie zapłodniono ich własnym pyłkiem; nasiona otrzymane z tych siedmiu torebek ważyły dokładnie tyle samo co poprzednie. Kiełkujące nasiona wysadzono po przeciwnych stronach czterech doniczek. Po zakończeniu wzrostu zmierzono wysokość roślin do wierzchołków liści.

TABELA XXVI

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	42 ² / ₈	39
	24 ⁴ / ₈	27 ³ / ₈
II	33	30 ⁶ / ₈
	27	19 ² / ₈
III	33 ⁴ / ₈	31 ⁷ / ₈
	29 ⁴ / ₈	28 ⁶ / ₈
IV	30 ⁶ / ₈	29 ⁶ / ₈
	36	26 ³ / ₈
Razem cali	256,50	233,13

Średnia wysokość ośmiu roślin krzyżowanych wynosi 32,06 cala, ośmiu roślin samozapładnianych 29,14 cala, a więc stosunek jest jak 100 : 90.

IV. LABIATAE

SALVIA COCCINEA²

Gatunek ten, odmiennie niż większość innych gatunków tego samego rodzaju, wydaje dużo nasion bez pośrednictwa owadów. Zebrałem dziewięćdziesiąt osiem to-

¹ Dr Ogle, „Popular Science Review”, styczeń 1870, s. 51.

² Zadziwiające przystosowanie mechaniczne, które ułatwia czy też umożliwia krzyżowe zapłodnienie u tego rodzaju, opisali dokładnie w kilku pracach Sprengel, Hildebrand, Delpino, H. Müller, Ogle i inni.

rebek nasiennych z kwiatów, które samorzutnie samozapłodniły się pod siatką. Zawierały one średnio 1,45 nasienia, wówczas gdy kwiaty sztucznie zapłodnione dużą ilością ich własnego pyłku wydały przeciętnie 3,3 nasienia lub przeszło dwa razy tyle. Dwadzieścia kwiatów zapłodniono pyłkiem innej rośliny, dwadzieścia sześć zaś poddano samozapłodnieniu. Nie stwierdzono dużej różnicy w proporcjonalnej liczbie kwiatów, z których wytworzyły się torebki nasienne przy tych dwóch sposobach zapłodnienia, ani w liczbie wytworzonych nasion czy też w ciężarze jednakowej liczby nasion.

Oba rodzaje nasion wysiano dosyć gęsto po przeciwnych stronach trzech doniczek. W okresie kiedy siewki miały około 3 cali wysokości, rośliny krzyżowane wykazywały niewielką przewagę nad samozapłodnianymi. Po osiągnięciu przez siewki dwóch trzecich ich normalnej wysokości zmierzono po dwie najwyższe rośliny po obu stronach każdej doniczki. Przeciętna wysokość roślin krzyżowanych wynosiła 16,37 cala, a samozapłodnianych 11,75 cala, czyli 100 do 71. Po zakończeniu wzrostu i zakończeniu kwitnienia zmierzono ponownie po dwie najwyższe rośliny po każdej stronie. Wyniki podane są w tabeli XXVII.

TABELA XXVII

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
	Cale	Cale
	32 ⁶ / ₈	25
	20	18 ⁶ / ₈
	32 ³ / ₈	20 ⁶ / ₈
	24 ¹ / ₈	19 ⁴ / ₈
	29 ⁴ / ₈	25
	28	18
Razem cali	167,13	127,00

Jak widać, każda z sześciu najwyższych roślin krzyżowanych przewyższała pod względem wysokości swe samozapłodniane odpowiedniki. Pierwsze miały przeciętnie 27,85 cala, wówczas gdy sześć najwyższych roślin samozapłodnianych miało przeciętnie po 21,16 cala, a zatem stosunek wysokości był jak 100 do 76. We wszystkich trzech doniczkach najwcześniej zakwitła roślina krzyżowana. Wszystkie krzyżowane rośliny wytworzyły łącznie 409 kwiatów, wówczas gdy wszystkie samozapłodniane wydały razem tylko 232 kwiaty, a więc stosunek wynosił 100 do 57. Jak widać, rośliny krzyżowane były znacznie bardziej wydajne niż samozapłodniane.

ORIGANUM VULGARE

Według H. Müllera roślina ta występuje w dwóch formach. Jedna z nich jest hermafrodytyczna i silnie protandryczna; jest więc nieomal pewne, że zapładnia się

pyłkiem innych kwiatów. Druga forma jest wyłącznie żeńska, ma mniejszą koronę i musi być oczywiście zapładniana pyłkiem innej rośliny, aby w ogóle mogła wydać nasiona. Rośliny, nad którymi przeprowadzałem doświadczenia, były hermafrodytyczne. Hodowałem je przez dłuższy czas jako rośliny doniczkowe w moim warzywniku; podobnie jak wiele innych roślin będących długo w uprawie, były one w wysokim stopniu bezpłodne. Ponieważ miałem wątpliwości co do nazwy gatunkowej, wysłałem próbki do Kew, gdzie upewniono mnie, że jest to gatunek *O. vulgare*. Moje rośliny utworzyły jedną dużą kępę, która rozrosła się niewątpliwie przez kłącza z jednego osobnika. Mówiąc ściśle, była to jedna roślina. Celem moich doświadczeń nad tą rośliną było, po pierwsze, upewnienie się, czy krzyżowe zapłodnienie kwiatów, które rozwinęły się na roślinie mającej korzenie odrębne, lecz powstałej z tego samego osobnika na drodze bezpłciowej, ma pod jakimkolwiek względem przewagę nad samozapłodnieniem; po drugie, moim celem było uzyskanie do następnych doświadczeń siewek, które by stanowiły naprawdę odrębne osobniki. Kilka roślin z opisanej wyżej kępy przykryto siatką. Z kwiatów samorzutnie samozapłodnionych otrzymano około dwóch tuzinów nasion (wśród nich było jednak dużo bardzo małych i wyschniętych). Pozostałe rośliny nie przykryte były nieustannie odwiedzane przez pszczoły, które bez wątpienia pośredniczyły w krzyżowym zapłodnieniu. Te nie przykryte rośliny wydały nieco więcej i lepiej wykształconych nasion (lecz również jeszcze bardzo niewielką ilość) niż rośliny przykryte siatką. Dwie otrzymane w ten sposób serie nasion wysiano po przeciwnych stronach dwóch doniczek. Siewki obserwowano dokładnie od początku wzrostu do osiągnięcia dojrzałości, lecz w żadnym okresie nie różniły się one ani wysokością, ani bujnością. Zaraz się przekonamy, jakie znaczenie miała ta ostatnia obserwacja. Po zakończeniu wzrostu najwyższa roślina krzyżowana w jednej doniczce była bardzo nieznacznie wyższa od rośliny samozapładnianej rosnącej po przeciwnej stronie doniczki, lecz w drugiej doniczce było wprost przeciwnie. W istocie więc te dwie serie były jednakowe, tego rodzaju krzyżowanie nie dało więc lepszych rezultatów niż krzyżowanie dwóch kwiatów w obrębie tej samej rośliny u *Ipomoea* czy *Mimulus*.

Rośliny wyjęto ostrożnie z dwóch doniczek i posadzono w gruncie, aby mogły się lepiej rozrosnąć. Następnego lata, wszystkie rośliny samozapładniane i niektóre z rzekomo krzyżowanych przykryto siatką. Na tych ostatnich wiele kwiatów zapłodniłem pyłkiem z innej rośliny, inne pozostawiłem swobodnie, aby mogły być krzyżowo zapłodnione za pośrednictwem pszczoł. Rośliny rzekomo krzyżowane wytworzyły raczej więcej nasion niż rośliny wyjściowe rosnące w dużej kępie, odwiedzane przez pszczoły. Na roślinach samozapładnianych poddano wiele kwiatów sztucznemu samozapłodnieniu, inne mogły się wzajemnie zapładniać swobodnie pod siatką, lecz zarówno jedne, jak i drugie wydały bardzo mało nasion. Te dwie serie nasion — otrzymane w wyniku skrzyżowania odrębnych siewek, a nie jak w ostatnim wypadku roślin rozmnożonych przez kłącza oraz w wyniku samozapłodnienia kwiatów — skielkowano na czystym piasku. Kilka jednakowych par posadzono po przeciwnych stronach dwóch dużych doniczek. Już w bardzo wczesnym wieku rośliny krzyżowane wykazywały pewną przewagę nad samozapładnianymi; utrzymywała się ona przez cały czas. Po zakończeniu wzrostu zmierzono w każdej doniczce dwie najwyższe rośliny krzyżowane i dwie najwyższe samozapładniane; wyniki pomiarów podane są w tabeli XXVIII.

Żałuję, że z braku czasu nie zmierzyłem wszystkich par, lecz wydaje mi się, że najwyższe siewki po każdej stronie dobrze reprezentują przeciętną różnicę między tymi dwiema seriami.

TABELA XXVIII

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane (dwie najwyższe w każdej doniczce)	Rośliny samozapłodniane (dwie najwyższe w każdej doniczce)
I	Cale	Cale
	26	24
	21	21
II	17	12
	16	11 $\frac{1}{8}$
Razem cali	80,0	68,5

Średnia wysokość roślin krzyżowanych wynosi w tym wypadku 20 cali, a samozapłodnianych — 17,12 cala, czyli stosunek jest jak 100 do 86. Ta przewaga wysokości nie daje jednak właściwego pojęcia o dużej przewadze roślin krzyżowanych nad samozapłodnianymi pod względem bujności. Rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej i wytworzyły trzydzieści pędów kwiatowych, wówczas gdy samozapłodniane tylko piętnaście, czyli o połowę mniej. Doniczki wkopano następnie w ziemię i korzenie przestały się wtedy prawdopodobnie przez otwory w dnie, co sprzyjało ich wzrostowi. Dzięki temu, że rośliny krzyżowane rozrastały się przez kłącza, na początku następnego lata wykazywały rzeczywiście zadziwiającą przewagę nad samozapłodnianymi. W doniczce I (należy pamiętać, że były to doniczki bardzo duże) owalna kępa roślin krzyżowanych miała wymiary 10 na 4 $\frac{1}{2}$ cala, a najwyższy pęd, jeszcze młody, miał 5 $\frac{1}{2}$ cala wysokości. Natomiast kępa roślin samozapłodnianych, rosnących po przeciwnej stronie tej samej doniczki, miała wymiary tylko 3 $\frac{1}{2}$ na 2 $\frac{1}{2}$ cala, najwyższy zaś młody pęd miał 4 cale wysokości. W doniczce II kępa roślin krzyżowanych miała wymiary 18 na 9 cali, najwyższy zaś młody pęd 8 $\frac{1}{2}$ cala wysokości, wówczas gdy wymiary kępy roślin samozapłodnianych po przeciwnej stronie tej samej doniczki wynosiły 12 na 4 $\frac{1}{2}$ cala, a najwyższy młody pęd miał 6 cali wysokości. Tego roku, podobnie jak poprzedniego, rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej. Zarówno rośliny krzyżowane, jak i samozapłodniane pozostawiono swobodnie, aby mogły być odwiedzane przez pszczoły. Wydały one wyraźnie więcej nasion niż ich dziadkowie, czyli rośliny z wyjściowej kępy, stale rosnące w pobliżu w tym samym ogrodzie i tak samo jak one odwiedzane przez pszczoły.

V. ACANTHACEAE

THUNBERGIA ALATA

Z opisów Hildebranda wynika („Bot. Zeitung”, 1867, s. 285), że rzucające się w oczy kwiaty tej rośliny przystosowane są do zapłodnienia krzyżowego. Dwukrotnie

otrzymałem siewki z kupnych nasion; lecz wczesnym latem, kiedy zaczęto pierwsze doświadczenia, były one w wysokim stopniu bezpłodne; wiele pylników prawie wcale nie zawierało pyłku. Niemniej jednak jesienią te same rośliny wytworzyły samorzutnie dużo nasion. W ciągu dwóch lat dwadzieścia sześć kwiatów zapłodniono pyłkiem innej rośliny, lecz wytworzyły one tylko jedenaście torebek nasiennych, które zawierały bardzo niewiele nasion! Dwadzieścia osiem kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem; zawiązały one tylko dziesięć torebek, które zawierały jednak nieco więcej nasion niż torebki krzyżowane. Osiem par kielkujących nasion wysadzono po przeciwnych stronach pięciu doniczek. Okazało się, że dokładnie połowa roślin krzyżowanych i połowa samozapładnianych prześcignęła swe odpowiedniki we wzroście. Dwie spośród roślin samozapładnianych wypadły wcześniej, zanim zostały zmierzone, a odpowiadające im rośliny krzyżowane usunięto. Sześć pozostałych par rosło bardzo nierównomiernie, niektóre zarówno spośród roślin krzyżowanych, jak i samozapładnianych były dwukrotnie wyższe od innych. Średnia wysokość roślin krzyżowanych wynosiła 60 cali, a samozapładnianych 65 cali, czyli stosunek był jak 100 do 108. Wydaje się więc, że w tym wypadku krzyżowanie odrębnych osobników nie dało w ogóle dodatnich rezultatów. Wynik ten uzyskano na tak niewielu roślinach, tak bardzo bezpłodnych i nierównomiernie rosnących, że oczywiście nie można mieć do niego zaufania.

Rozdział IV

CRUCIFERAE, PAPAVERACEAE, RESEDACEAE itd.

Brassica oleracea, rośliny krzyżowane i samozapłodniane — Duży wpływ krzyżowania z nowym rodem na ciężar potomstwa — *Iberis umbellata* — *Papaver vagum* — *Eschscholtzia californica*, siewki pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem nie są silniejsze, lecz bardziej płodne niż siewki samozapłodniane — *Reseda lutea* i *R. odorata*, wiele osobników bezpłodnych przy samozapłodnieniu — *Viola tricolor*, zadziwiające wyniki krzyżowania — *Adonis aestivalis* — *Delphinium consolida* — *Viscaria oculata*, rośliny krzyżowane zaledwie nieco wyższe niż samozapłodniane, lecz od nich płodniejsze — *Dianthus caryophyllus*, porównanie czterech pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych — Duży wpływ krzyżowania z nowym rodem — Jednolite zabarwienie kwiatów u roślin samozapłodnianych — *Hibiscus africanus*.

VI. CRUCIFERAE

BRASSICA OLERACEA

var. *Cattell's Early Barnes Cabbage*

Kwiaty pospolitej kapusty przystosowane, jak to wykazał H. Müller¹, do zapłodnienia krzyżowego nie powinny mieć przystosowań do samozapłodnienia. Wiadomo, że poszczególne jej odmiany tak często krzyżują się ze sobą za pośrednictwem owadów, że jeśli w tym samym ogrodzie kwitnie równocześnie więcej niż jedna forma, nie można otrzymać nasion form czystych. Pod jednym względem kapusty nie bardzo nadawały się do moich doświadczeń, a mianowicie dlatego, że często trudno je było mierzyć po wykształceniu główek. Poza tym występowały duże różnice w wysokości pędów kwiatowych: słabe rośliny dawały czasem wyższe pędy niż rośliny silne. W późniejszych doświadczeniach rośliny, które osiągnęły pełny wzrost, ścinano i ważono; ujawniała się wtedy ogromna przewaga w następstwie krzyżowania.

Pojedynczą roślinę omawianej odmiany okryto siatką tuż przed zakwitnięciem i zapłodniono pyłkiem innego osobnika tej samej odmiany, rosnącego obok. Siedem wytworzonych torebek * zawierało średnio 16,3 nasienia, wówczas gdy maksymalna liczba nasion stwierdzonych w jednym wypadku wynosiła dwadzieścia. Niektóre kwiaty zostały sztucznie samozapłodnione, ale powstałe z nich torebki nie zawierały

¹ „Die Befruchtung” itd., s. 139.

* Łuszczyn. (*Thum.*)

tylu nasion, co torebki pochodzące z kwiatów spontanicznie samozapłodnionych pod siatką; tych ostatnich powstała znaczna ilość. Czternaście tych torebek zawierało średnio 4,1 nasienia przy maksimum wynoszącym 10 nasion, stwierdzonym w jednej torebce; stosunek więc nasion w torebkach krzyżowanych do nasion w torebkach samozapłodnionych wynosił 100 do 25. Pięćdziesiąt osiem nasion samozapłodnionych o łącznym ciężarze 3,88 grana było jednakże nieco lepiej wykształconych niż nasiona z torebek krzyżowanych; 58 tych nasion ważyło 3,76 grana. Wydaje się, że gdy powstaje bardzo niewiele nasion, są one lepiej odżywione i cięższe niż wtedy, gdy jest ich dużo.

Nasiona obu serii w takim samym stopniu skielkowane, posiano częściowo po przeciwnych stronach jednej doniczki, częściowo zaś w gruncie. W doniczce młode krzyżowane rośliny początkowo wyprzedzały nieco we wzroście rośliny pochodzące z samozapłodnienia. Po pewnym czasie zrównały się z nimi, następnie zostały w tyle, w końcu zaś z powrotem odzyskały przewagę. Rośliny wyjęto z doniczki nie uszkadzając ich i posadzono w gruncie. Po pewnym czasie rośliny krzyżowane, które miały wszystkie prawie jednakową wysokość, wyprzedziły rośliny samozapłodnione o 2 cale. W okresie kwitnienia pędy kwiatowe najwyższej rośliny krzyżowanej przewyższyły o 6 cali pęd najwyższej rośliny samozapłodnionej. Pozostałe siewki posadzono w gruncie każdą oddzielnie, tak że nie współzawodniczyły ze sobą; niemniej jednak rośliny krzyżowane na pewno osiągnęły większą wysokość niż samozapłodnione, nie wykonano jednak pomiarów. Wszystkie rośliny krzyżowane, zarówno z doniczki, jak i z gruntu, zakwitły nieco wcześniej niż rośliny samozapłodnione.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny drugiego pokolenia. Niektóre kwiaty na roślinach ostatniego pokolenia ponownie zapłodniono pyłkiem innej rośliny krzyżowanej. Wytworzyły one dobrze wykształcone torebki. Kwiaty ostatniego pokolenia roślin samozapłodnionych samorzutnie zapłodniły się własnym pyłkiem pod siatką; wytworzyły one kilka bardzo dobrze wykształconych torebek. Dwie serie nasion w ten sposób otrzymanych skielkowano na piasku i wysadzono osiem par po przeciwnych stronach czterech doniczek. 20 października tegoż roku zmierzono wysokość tych roślin do wierzchołka liści; osiem roślin krzyżowanych miało średnio 8,4 cala wysokości, wówczas gdy samozapłodnione miały średnio 8,53 cala, krzyżowane więc były nieco niższe; stosunek wysokości wynosił 100 do 101,5. 5 czerwca następnego roku wszystkie rośliny były znacznie grubsze i zaczynały już związać główki. Pod względem ogólnego wyglądu rośliny krzyżowane osiągnęły już wtedy znaczną przewagę. Miały one średnio 8,02 cala wysokości, wówczas gdy samozapłodnione miały średnio 7,31 cala, a zatem stosunek ich wysokości wynosił 100 do 91. Rośliny ostrożnie powyjmowano z doniczek i posadzono w gruncie. 5 sierpnia główki były w pełni uformowane, kilka jednak roślin było tak pokrzywionych, że prawie nie było można dokładnie zmierzyć ich wysokości. Rośliny krzyżowane były na ogół znacznie wyższe niż samozapłodnione. W następnym roku rośliny zakwitły; w trzech doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej niż samozapładniane, a w doniczce II — w tym samym czasie. Wyniki pomiarów pędów kwiatowych przedstawia tabela XXIX.

Dziewięć pędów kwiatowych roślin krzyżowanych miało średnio 41,08 cala, dziewięć zaś pędów roślin samozapładnianych — 39 cali wysokości, czyli stosunek wynosił 100 do 95. Jednakże ta niewielka różnica, która ponadto została spowodowana prawie

wyłącznie przez jedną z roślin samozapłodnionych mającą tylko 20 cali, bynajmniej nie dowodzi wielkiej przewagi roślin krzyżowanych nad samozapłodnianymi. Obie serie, nie wyłączając obu roślin z doniczki IV, które nie zakwitły, ścięto teraz tuż nad samą ziemią i zważono. Wykluczono jednak rośliny z doniczki II, która przypadkowo upadła podczas przesadzania i rośliny uległy uszkodzeniu (jedna była prawie zupełnie zniszczona). Ośiem roślin krzyżowanych ważyło 219 uncji, gdy tymczasem ośiem samozapłodnianych — tylko 82 uncje, stosunek więc ciężaru tych roślin wynosił 100 do 37, a zatem pod tym względem przewaga roślin krzyżowanych była duża.

TABELA XXIX. Wysokość pędów kwiatowych mierzona do wierzchołka;
0 — oznacza, że pęd kwiatowy nie został wytworzony

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	49 ² / ₈	44
	39 ⁴ / ₈	41
II	37 ⁴ / ₈	38
	33 ⁴ / ₈	35 ⁴ / ₈
III	47	51 ¹ / ₈
	40	41 ² / ₈
	42	46 ⁴ / ₈
IV	43 ⁶ / ₈	20 ² / ₈
	37 ² / ₈	33 ³ / ₈
	0	0
Razem cali	369,75	351,00

Wyniki krzyżowania z nowym rodem. Niektóre kwiaty krzyżowanej rośliny z ostatniego, czyli drugiego pokolenia zapłodniono — bez uprzedniego kastrowania — pyłkiem osobnika tej samej odmiany, lecz nie spokrewnionego wcale z moimi roślinami. Pochodził on z rozsadnika (z którego pochodziły moje nasiona) o odmiennej glebie i wyglądał inaczej. Kwiaty roślin samozapłodnionych z ostatniego, czyli drugiego pokolenia (tabela XXIX) spontanicznie samozapłodniły się pod siatką i wydały wiele nasion. Nasiona te oraz nasiona krzyżowane po skielkowaniu na piasku posadzono parami po przeciwnych stronach sześciu dużych doniczek, które trzymano początkowo w zimnej szklarni. W początkach stycznia zmierzono wysokość roślin do wierzchołków liści. Trzydzieści roślin krzyżowanych miało średnią wysokość 13,16 cala, a dwanaście (ponieważ jedna wypadła) samozapłodnionych — 13,7 cala, czyli stosunek wysokości wynosił 100 do 104, rośliny więc samozapłodnione były nieco wyższe niż rośliny krzyżowane.

Wczesną wiosną rośliny stopniowo zahartowano i nie uszkadzając przesadzono z doniczek do gruntu. Pod koniec sierpnia większość z nich miała dobrze wykształcone

głowy, kilka jednak, które w szklarni wyciągnęły się do światła, wyrosło zupełnie wykrzywionych. Ponieważ trudno było zmierzyć ich wysokość, ścięto je tuż przy ziemi i zważono najlepszą roślinę z każdej części każdej doniczki. Wyniki przedstawia tabela XXX

TABELA XXX. Ciężar roślin po wykształceniu główek

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane zapłodnione pyłkiem nowego rodzaju	Samozapłodnione rośliny trzeciego pokolenia
I	Uncje 130	Uncje 18 ² / ₄
II	74	34 ³ / ₄
III	121	17 ² / ₄
IV	127 ² / ₄	14
V	90	11 ² / ₄
VI	106 ² / ₄	46
Razem uncji	649,00	142,25

Sześć najlepszych roślin krzyżowanych ważyło średnio 108,16 uncji, wówczas gdy sześć najlepszych roślin samozapłodnionych — średnio tylko 23,7 uncji, a więc stosunek ciężaru wynosił 100 do 22. Różnica ta bardzo wyraźnie wskazuje na olbrzymie korzyści, jakie daje roślinom krzyżowanie z innym osobnikiem należącym do tej samej pododmiany, lecz do nowego rodzaju, rosnącego co najmniej od trzech pokoleń w nieco odmiennych warunkach.

Potomstwo wcinanej, fryzowanej i pstrolistnej białozielonej kapusty skrzyżowanej z wcinaną, fryzowaną i pstrolistną szkarłatno-zieloną kapustą w porównaniu z samozapłodnianym potomstwem obu tych odmian. Doświadczenia te przeprowadzono nie dla porównania wzrostu siewek krzyżowanych i samozapłodnianych, lecz dlatego że stwierdzono, iż odmiany te nie krzyżują się wzajemnie w warunkach naturalnych, gdy rosną nie osłonięte obok siebie. Okazało się, że pogląd ten jest zupełnie błędny, jednak odmiana białozielona rosnąca u mnie w ogrodzie była w pewnym stopniu bezpłodna i wytwarzała bardzo niewiele ziarn pyłku i nasion. Nie było zatem nic dziwnego, że siewki pochodzące z samozapłodnionych kwiatów tej odmiany zostały pod względem wysokości znacznie prześcignięte przez siewki pochodzące ze skrzyżowania tej odmiany z dużo silniejszą odmianą szkarłatno-zieloną; doświadczenie to nie wymaga dalszego omówienia.

Siewki pochodzące z krzyżówki odwrotnej, to jest z nasion odmiany szkarłatno-zielonej zapłodnionej pyłkiem odmiany białozielonej, były nieco ciekawszym obiektem. Nieliczne krzyżowane siewki o liściach słabo wcinanych i fryzowanych wykazywały nawrót do czystej odmiany zielonej, a więc do stanu o wiele bardziej naturalnego. Rośliny te wyrosły silniejsze i wyższe niż którekolwiek inne. Dziwne jest jeszcze to, że

taką rewersję wykazało o wiele więcej samozapłodnionych siewek odmiany szkarłatno-zielonej niż krzyżowanych. W następstwie tego siewki samozapłodnione były średnio o $2\frac{1}{2}$ cala wyższe niż krzyżowane, z którymi współzawodniczyły, choć początkowo siewki krzyżowane były wyższe od siewek samozapłodnionych średnio o ćwierć cala. Widzimy więc, że w ostatecznym efekcie nawrót do bardziej naturalnych warunków w większym stopniu sprzyjał wzrostowi tych roślin niż krzyżowanie; należy jednak pamiętać, że skrzyżowano je z odmianą częściowo samobezpłodną, o słabej konstytucji.

IBERIS UMBELLATA

var. *Kermesiana*

Rośliny tej odmiany przykryte siatką wytworzyły wiele samorzutnie samozapłodnionych nasion. Inne rośliny pozostawiono nie przykryte w doniczkach w szklarni, a ponieważ widziałem drobne muszki odwiedzające kwiaty, sądziłem, że kwiaty prawdopodobnie zostały wzajemnie zapłodnione krzyżowo. Następnie nasiona, o których przypuszczano, że pochodzą z takiego skrzyżowania, oraz nasiona samorzutnie samozapłodnione posiano po przeciwnych stronach doniczki. Siewki samozapłodnione rosły od początku szybciej niż przypuszczalnie skrzyżowane, a gdy obie serie znajdowały się w pełni kwitnienia, rośliny samozapłodnione były o 5 do 6 cali wyższe niż krzyżowane. Zanotowałem w moich zapiskach, że samozapłodnione nasiona, z których wyrosły te samozapłodnione rośliny, nie były tak dojrzałe jak nasiona krzyżowane. Być może, właśnie przedwczesny wzrost spowodował tak dużą różnicę wysokości. Podobny wynik osiągnięto u innych roślin wysiewając w jednej doniczce samozapłodnione nasiona o kilka dni wcześniej niż nasiona krzyżowane. Prawie analogiczne zjawisko wystąpiło u samozapłodnionych roślin ósmego pokolenia *Ipomoea*, pochodzących od chorych rodziców. Ciekawa jest przy tym następująca okoliczność. Gdy dwie inne serie tych samych nasion wysiano na czystym piasku zmieszanym z wyżarzoną ziemią, a więc bez substancji organicznych, siewki, o których przypuszczano, że pochodzą z krzyżowania, osiągnęły dwukrotnie większą wysokość niż samozapłodnione. Zmierzone je, zanim obie serie przepadły, co naturalnie nastąpiło we wczesnym okresie życia. W trzecim pokoleniu u *Petunia* spotkamy się z wyraźnie analogicznym wypadkiem jak u *Iberis*.

Powyżej omawiane samozapłodnione rośliny ponownie pozostawiono pod siatką, aby zapłodniły się własnym pyłkiem i otrzymano samozapłodnione rośliny drugiego pokolenia. Natomiast rośliny uważane za krzyżowane zapłodniono pyłkiem innej rośliny. Z braku czasu uczyniono to jednak niestarannie, a mianowicie pocierając jeden rozkwitły kwiatostan o drugi. Sądziłem, że to powinno się udać i być może, że tak było; jednakże nie dowodzi tego fakt, że 108 samozapłodnionych nasion ważyło 4,87 grana, wówczas gdy ta sama liczba nasion uważanych za krzyżowane ważyła tylko 3,57 grana. Z każdej serii nasion otrzymano pięć siewek. Średnia wysokość roślin samozapłodnionych po osiągnięciu pełnego wzrostu była nieco (mianowicie 0,4 cala) większa niż pięciu prawdopodobnie skrzyżowanych roślin. Uważałem za słuszne podać zarówno ten przykład, jak i poprzedni, gdyby bowiem rośliny uważane za krzyżowane wykazały przewagę pod względem wysokości nad samozapłodnionymi, powinienem był bez

wahania uznać je za rzeczywiście krzyżowane. Ponieważ jest inaczej, nie umiem wyciągnąć wniosków.

Zaskoczony wynikami dwu poprzednich doświadczeń postanowiłem przeprowadzić jeszcze jedno, w którym nie byłoby wątpliwości co do faktu krzyżowania. Bardzo starannie zatem (ale jak zwykle nie kastrując) zapłodniłem pyłkiem innych roślin dwadzieścia cztery kwiaty na roślinach ostatniego pokolenia uważanych za krzyżowane i otrzymałem w ten sposób dwadzieścia jeden torebek *. Samozapłodnione rośliny ostatniego pokolenia znów pozostawiono pod siatką, aby zapłodniły się własnym pyłkiem. Siewki pochodzące z tych nasion stanowiły trzecie pokolenie samozapładniane. Obie serie nasion skielkowanych na czystym piasku posadzono parami po przeciwnych stronach dwu doniczek. Wszystkie pozostałe nasiona posiano razem po przeciwnych stronach trzeciej doniczki. Nie zmierzono ich jednak, ponieważ wszystkie samozapłodnione siewki w tej doniczce wypadły, zanim można było je zmierzyć. Rośliny w doniczce I i II zmierzono, gdy miały 7 do 8 cali wysokości; średnia wysokość roślin krzyżowanych była o 1,57 cala większa niż samozapłodnionych. Po osiągnięciu pełnego wzrostu zmierzono je ponownie do wierzchołków kwiatostanów; wyniki pomiarów podaje tabela XXXI.

TABELA XXXI

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Samozapładniane rośliny trzeciego pokolenia
I	Cale	Cale
	18	19
	21	21
	$18\frac{2}{8}$	$19\frac{4}{8}$
II	19	$16\frac{6}{8}$
	$18\frac{4}{8}$	$7\frac{4}{8}$
	$17\frac{6}{8}$	$14\frac{4}{8}$
	$21\frac{3}{8}$	$16\frac{4}{8}$
Razem cali	133,88	114,75

Średnia wysokość siedmiu roślin krzyżowanych wynosi tu 19,12 cala, a siedmiu roślin samozapłodnionych — 16,39 cala, czyli stosunek jest jak 100 do 86. Ponieważ jednak osobniki z serii samozapładnianych rosły bardzo nierównomiernie, stosunek ten nie odzwierciedla w pełni rzeczywistości i prawdopodobnie jest zbyt wysoki. W obu doniczkach wszystkie rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej od którejkolwiek samozapładnianej. Rośliny te pozostawiono w szklarni bez osłony; ponieważ jednak rosły w zbyt dużym zagęszczeniu, nie były bardzo pełne. Policzono nasiona wszystkich siedmiu roślin obu serii; rośliny krzyżowane wytworzyły 206 nasion, a samozapładniane — 154; stosunek więc wynosił 100 do 75.

* Łuszczynek. (Tlum.)

TABELA XXXII. *Iberis umbellata*;
0 — oznacza, że roślina wypadła

Nr doniczki	Rośliny ze skrzyżowania z nowym rodem	Rośliny z nasion samorzutnie samozapłodnionych
I	Cale	Cale
	18 ⁶ / ₈	17 ³ / ₈
	17 ⁵ / ₈	16 ⁷ / ₈
	17 ⁶ / ₈	13 ¹ / ₈
	20 ¹ / ₈	15 ³ / ₈
II	20 ² / ₈	0
	15 ⁷ / ₈	16 ⁶ / ₈
	17	15 ² / ₈
III	19 ² / ₈	13 ⁶ / ₈
	18 ¹ / ₈	14 ² / ₈
	15 ² / ₈	13 ⁴ / ₈
IV	17 ¹ / ₈	16 ⁴ / ₈
	18 ⁷ / ₈	14 ⁴ / ₈
	17 ⁵ / ₈	16
	15 ⁶ / ₈	15 ³ / ₈
	14 ⁴ / ₈	14 ⁷ / ₈
V	18 ¹ / ₈	16 ⁴ / ₈
	14 ⁷ / ₈	16 ² / ₈
	16 ² / ₈	14 ² / ₈
	15 ⁵ / ₈	14 ² / ₈
	12 ⁴ / ₈	16 ¹ / ₈
VI	18 ⁶ / ₈	16 ¹ / ₈
	18 ⁶ / ₈	15
	17 ³ / ₈	15 ² / ₈
VII	18	16 ³ / ₈
	16 ⁴ / ₈	14 ⁴ / ₈
	18 ² / ₈	13 ⁵ / ₈
VIII	20 ⁶ / ₈	15 ⁰ / ₈
	17 ⁷ / ₈	16 ³ / ₈
	13 ⁵ / ₈	20 ² / ₈
	19 ² / ₈	15 ⁰ / ₈
Razem cali	520,38	449,88

Krzyżowanie z nowym rodem. Ze względu na wątpliwości wywołane przez wyniki dwu pierwszych doświadczeń, kiedy to nie wiadano na pewno, czy rośliny były zapłodnione krzyżowo, oraz ze względu na to, że krzyżowane rośliny w ostatnim doświadczeniu współzawodniczyły z roślinami od trzech pokoleń samozapładnianymi, które ponadto były bardzo niewyrównane, zdecydowałem się powtórzyć doświadczenie na większą skalę i w trochę inny sposób. Z innego rozsadnika otrzymałem nasiona tej samej szkarłatnej odmiany *I. umbellata* i uzyskałem z nich rośliny. Niektóre z tych roślin samorzutnie samozapłodniły się pod siatką, inne zapłodniono pyłkiem pobranym z roślin, które pochodziły z nasion przysłanych mi przez dra Durando z Algieru, gdzie od kilku pokoleń uprawiano ich formy rodzicielskie. Forma ta różniła się od szkarłatnej wyłącznie bladuroróżową barwą kwiatów. Kiedy trzydzieści krzyżowanych siewek zakwitło, wyraźnie było widać, że krzyżowanie się udało (choć kwiaty szkarłatnej rośliny matecznej nie były kastrowane). Dwadzieścia cztery z nich dało kwiaty bladuroróżowe, zupełnie takie same jak forma ojcowska; sześć pozostałych miało kwiaty szkarłatne jak forma mateczna i jak wszystkie siewki samozapłodnione. Wyniki te są dobrym przykładem zjawiska często spotykanego przy krzyżowaniu odmian o różnie zabarwionych kwiatach, a mianowicie, że barwy nie mieszają się, lecz ściśle przypominają barwę kwiatów albo ojcowskiej, albo macierzystej formy rodzicielskiej. Nasiona obu serii po skiełkowaniu na piasku posadzono po przeciwnych stronach ośmiu doniczek. Po osiągnięciu przez rośliny pełnego wzrostu, zmierzono ich wysokość do wierzchołków kwiatostanów; wyniki pomiarów przedstawia tabela XXXII.

Średnia wysokość trzydziestu krzyżowanych roślin wynosi 17,34 cala, a dwudziestu dziewięciu samozapładnianych (jedna wypadła) 15,51 cala, czyli stosunek jest jak 100 do 89. Jestem zdziwiony, że różnica ta nie okazała się nieco większa biorąc pod uwagę to, że w ostatnim doświadczeniu stosunek wynosił 100 do 86; lecz — jak to już poprzednio wyjaśniono — był on prawdopodobnie zbyt wysoki. Należy jednakże zwrócić uwagę, że w poprzednim doświadczeniu (tabela XXXI) rośliny krzyżowane konkurowały z przedstawicielami trzeciego pokolenia samozapładnianego, gdy tymczasem w obecnym wypadku rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem współzawodniczyły z samozapłodnionymi roślinami pierwszego pokolenia.

W tym wypadku, podobnie jak i w poprzednim, krzyżowane rośliny były wtedy bardziej płodne niż samozapładniane, gdy obie grupy pozostawiono bez osłony w szklarni. Trzydzieści krzyżowanych roślin wytworzyło nasiona w 103 kwiatostanach oraz pewną liczbę kwiatostanów bez nasion, wówczas gdy dwadzieścia dziewięć roślin samozapłodnionych dało tylko 81 kwiatostanów z nasionami, a zatem trzydzieści takich roślin mogłoby dać 83,7 takich kwiatostanów. Wobec tego stosunek liczby kwiatostanów z nasionami u roślin krzyżowanych i samozapładnianych wynosi 100 do 81. Ponadto stosunek ciężaru nasion z określonej liczby kwiatostanów roślin krzyżowanych do ciężaru nasion z tej samej liczby kwiatostanów roślin samozapładnianych jest jak 100 do 92. Przy zestawieniu obu tych elementów, a mianowicie liczby kwiatostanów z nasionami i ciężaru nasion z każdego kwiatostanu, plenność roślin krzyżowanych ma się tak do plenności roślin samozapładnianych jak 100 do 75.

Krzyżowane i samozapładniane nasiona, które pozostały po posadzeniu omawianych wyżej par (niektóre po skiełkowaniu, niektóre zaś przed skiełkowaniem), wysiano wczesną wiosną w dwu rzędach w gruncie. Wiele siewek samozapładnianych

mocno ucierpiało i wyginęło ich więcej niż krzyżowanych. W jesieni samozapłodniane rośliny, które przeżyły, były wyraźnie gorzej wyrośnięte niż rośliny krzyżowane.

VII. PAPAVERACEAE

PAPAVER VAGUM

P. dubium ssp. *vagum* z południowej Francji

Maki nie wydzielają nektaru, lecz kwiaty ich zwracają uwagę i są odwiedzane przez liczne, zbierające pyłek pszczoły, muchy i chrząszcze. Pyłek wysypuje się z pylników bardzo wcześnie i u *P. rhoeas* trafia na granicę obwodu promienistego znamienia, tak że u kwiatów tego gatunku niewątpliwie często następuje samozapłodnienie. U *P. dubium* jest jednak inaczej (H. Müller, „Die Befruchtung”, s. 128), gdyż pręciki są tu krótkie, chyba że przypadkiem kwiat jest pochylony. Wydaje się zatem, że omawiany gatunek nie jest tak przystosowany do samozapłodniania, jak większość pozostałych. W moim ogrodzie jednak *P. vagum*, mimo iż owady nie miały do niego dostępu, wytwarzał mnóstwo torebek, lecz jedynie w późniejszym okresie. Mogę tu dodać, że *P. somniferum* wytwarza wiele spontanicznie samozapłodnionych torebek, co stwierdził również prof. H. Hoffmann¹. Niektóre gatunki *Papaver* łatwo się krzyżują między sobą, gdy rosną w tym samym ogrodzie; stwierdziłem to u *P. bracteatum* i *P. orientale*.

Z nasion przysłanych mi uprzejmie z Antibes przez dra Borneta otrzymałem rośliny *Papaver vagum*. Wkrótce po rozwinięciu się kwiatów kilka z nich zapłodniono ich własnym pyłkiem, pozostałe zaś (nie kastrowane) pyłkiem innych osobników. Miałem jednak powody, ażeby sądzić na podstawie późniejszych obserwacji, że kwiaty te już wcześniej zapłodniły się własnym pyłkiem, ponieważ wydaje się, że proces ten zachodzi zaraz po rozwinięciu się kwiatów². Otrzymałem jednak nieliczne siewki obu grup. Rośliny samozapłodnione były raczej wyższe od krzyżowanych.

Wczesnie wiosną następnego roku zrobiłem inaczej. Zaraz po rozwinięciu się zapłodniłem siedem kwiatów pyłkiem innej rośliny i otrzymałem sześć torebek. Policzwszy nasiona w torebce średniej wielkości ustaliłem, że przeciętnie było ich w każdej co najmniej 120. Cztery natomiast torebki z dwunastu samorzutnie samozapłodnionych w tym samym czasie wcale nie zawierały wykształconych nasion, osiem pozostałych zawierało średnio 6,6 nasienia na torebkę. Należy jednak zauważyć, że w późniejszym okresie wegetacji te same rośliny wytworzyły pod siatką dużo dobrze wykształconych, samorzutnie samozapłodnionych torebek.

Powyższe dwie serie nasion po wykiełkowaniu na piasku posadzono parami po

¹ „Zur Speciesfrage”, 1875, s. 53.

² J. Scott stwierdził („Report on the Experimental Culture of the Opium Poppy”, Kalkutta, 1874, s. 47), że jeśli u *Papaver somniferum* ścinał powierzchnię znamion przed rozwinięciem się kwiatu, nasiona nie tworzyły się, lecz jeśli to robił „drugiego dnia lub nawet pierwszego w niewiele godzin po rozwinięciu się kwiatu, następowało już częściowe zapłodnienie i prawie zawsze powstawały nieliczne dobre nasiona”. Świadczy to o tym, że zapłodnienie następuje tak wcześnie.

przeciwnych stronach pięciu doniczek. Zmierzone do szczytu liści obie serie siewek, gdy miały pół cala wysokości, i ponownie, gdy miały 6 cali, lecz nie różniły się między sobą. Pędy kwiatowe zmierzono do wierzchołków torebek nasiennych po osiągnięciu pełnego wzrostu; wyniki pomiarów podaje tabela XXXIII.

TABELA XXXIII. *Papaver vagum*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	24 ² / ₈	21
	30	26 ⁵ / ₈
	18 ⁴ / ₈	16
II	14 ⁴ / ₈	15 ³ / ₈
	22	20 ¹ / ₈
	19 ³ / ₈	14 ¹ / ₈
	21 ⁵ / ₈	16 ⁴ / ₈
III	20 ⁶ / ₈	19 ² / ₈
	20 ² / ₈	13 ² / ₈
	20 ⁹ / ₈	18
IV	25 ³ / ₈	23 ² / ₈
	24 ² / ₈	23
V	20	18 ³ / ₈
	27 ⁷ / ₈	27
	19	21 ² / ₈
Razem cali	328,75	293,13

Średni wzrost piętnastu roślin krzyżowanych wynosił 21,91 cala, a piętnastu samozapłodnionych — 19,54 cala, czyli stosunek wysokości wynosił 100 do 89. Rośliny te nie różniły się pod względem płodności, o czym świadczy liczba wytworzonych torebek, gdyż było ich siedemdziesiąt pięć na roślinach krzyżowanych, siedemdziesiąt cztery zaś na samozapłodnianych.

ESCHSCHOLTZIA CALIFORNICA

Roślina ta wyróżnia się tym, że siewki krzyżowane nie przewyższają samozapłodnianych ani pod względem wysokości, ani bujności. Z drugiej strony krzyżowanie znacznie zwiększa plenność kwiatów roślin rodzicielskich, czy też — wyrażając się ściślej — przy samozapłodnieniu plenność się zmniejsza. Krzyżowanie jest zresztą czasem niezbędne, aby w ogóle kwiaty wytworzyły nasiona. Ponadto rośliny pochodzące z za-

plodnienia krzyżowego są o wiele bardziej płodne niż pochodzące z kwiatów samozapłodnionych, tak więc dodatni wpływ krzyżowania ogranicza się do płodności. Uważam za niezbędne szczegółowe omówienie tego wyjątkowego wypadku.

Dwanaście kwiatów niektórych osobników w moim ogrodzie zapłodniono pyłkiem innych roślin. Wytworzyły one dwanaście torebek, lecz jedna z nich nie zawierała wykształconych nasion. Nasiona z jedenastu dobrze wykształconych torebek ważyły 17,4 grana. Osiemnaście kwiatów tej samej rośliny zapłodniono ich własnym pyłkiem; wytworzyły one dwanaście dobrze wykształconych torebek, które zawierały 13,61 grana nasion. Równa zatem liczba krzyżowanych i samozapłodnionych torebek dałaby nasiona, których ciężary miałyby się do siebie jak 100 do 71¹. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że większy procent kwiatów krzyżowanych niż samozapłodnionych wytworzył torebki, to płodność kwiatów krzyżowanych tak się ma do płodności samozapłodnionych jak 100 do 52. Rośliny te jednak, będąc ciągle osłonięte siatką, wytworzyły samorzutnie znaczną liczbę samozapłodnionych torebek.

Nasiona obu serii po wykiełkowaniu na piasku posadzono parami po przeciwnych stronach czterech dużych doniczek. Początkowo nie wykazywały one różnicy we wzroście, ale ostatecznie siewki krzyżowane znacznie wyprzedziły samozapłodnione pod względem wysokości, jak wskazują dane tabeli XXXIV. Na podstawie jednak pó-

TABELA XXXIV. *Eschscholtzia californica*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale 33 $\frac{4}{8}$	Cale 25
II	34 $\frac{2}{8}$	35
III	29	27 $\frac{2}{8}$
IV	22	15
Razem cali	118,75	102,25

źniejszych obserwacji sędzę, że był to wynik przypadkowy, otrzymany wskutek tego, że zmierzono nieliczne tylko rośliny, a jedna z roślin samozapłodnionych osiągnęła wysokość tylko 15 cali. Rośliny trzymano w szklarni; ponieważ wyciągały się do światła, musiano je przywiązać do palików zarówno w tym, jak i w następnych doświadczeniach. Mierzono je do wierzchołków pędów kwiatowych.

¹ Prof. Hildebrand prowadził w Niemczech doświadczenia na tych roślinach na większą skalę niż ja i stwierdził, że są o wiele bardziej samobezpłodne. Osiemnaście torebek wytworzonych po zapłodnieniu krzyżowym zawierało średnio po osiemdziesiąt pięć nasion, gdy tymczasem czternaście torebek z kwiatów samozapłodnionych — średnio tylko dziewięć nasion, a więc stosunek wynosił 100 do 11; „Jahrb. für Wissen. Botanik”, t. VII, s. 467.

Cztery rośliny krzyżowane miały średnio 29,68 cala wysokości, a cztery samozapłodnione — 25,56 cala, czyli stosunek wysokości wynosił 100 do 86. Pozostałe nasiona wysiano w dużej doniczce, w której długo rośla *Cineraria*. W tym wypadku również dwie rośliny krzyżowane, rosnące po jednej stronie, były znacznie wyższe od dwu roślin samozapłodnionych ze strony przeciwnej. Ponieważ rośliny w wyżej omawianych czterech doniczkach trzymano w szklarni, nie wytworzyły one wielu torebek podobnie jak w innych tego rodzaju wypadkach. Jeżeli zaś chodzi o kwiaty roślin krzyżowanych, to okazały się one o wiele bardziej plenne po powtórnym zapłodnieniu krzyżowym niż ponownie samozapłodnione kwiaty roślin samozapłodnionych. Rośliny te po wydaniu nasion ścięto i przetrzymano w szklarni. Gdy znów w następnym roku odbiły, stosunek ich wysokości był odwrotny: w trzech spośród czterech doniczek rośliny samozapłodnione były obecnie wyższe niż krzyżowane i kwitły wcześniej.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny drugiego pokolenia. Opisany powyżej fakt, dotyczący odrastania przyciętych uprzednio roślin, wzbudził we mnie wątpliwości co do wyników mego pierwszego doświadczenia; postanowiłem więc przeprowadzić następne doświadczenie na większą skalę z siewkami krzyżowanymi i samozapłodnionymi pochodzącymi od krzyżowanych i samozapładnianych roślin ostatniego pokolenia. Jedenaście par współzawodniczyło ze sobą w zwykły sposób. Obecnie wynik był odmienny, przez cały bowiem okres wzrostu obie grupy były prawie równe. Zbyteczne zatem byłoby podawanie tabeli z wynikami pomiarów ich wysokości. Gdy zmierzono je po osiągnięciu pełnego wzrostu, rośliny krzyżowane miały średnio 32,47 cala wysokości, a samozapładniane 32,81 cala, czyli miały się do siebie jak 100 do 101. Nie było też dużej różnicy w liczbie kwiatów i torebek wytworzonych przez obie grupy, gdy rosły swobodnie i były odwiedzane przez owady.

Rośliny otrzymane z nasion brazylijskich. Fritz Müller przysłał mi z południowej Brazylii nasiona roślin, które były tam zupełnie bezpłodne przy zapłodnieniu pyłkiem tego samego osobnika, całkowicie zaś płodne po zapłodnieniu pyłkiem jakiegokolwiek innej rośliny. Rośliny, które otrzymałem z tych nasion w Anglii, zbadał prof. Asa Gray i na podstawie jednakowego wyglądu ogólnego określił, że należą do *E. californica*. Dwie z tych roślin osłonięto siatką i stwierdzono, że nie są tak całkowicie samobezpłodne, jak w Brazylii. Do zagadnienia tego powrócę w innej części tej książki. Tutaj wystarczy stwierdzenie, że osiem kwiatów na tych dwu roślinach zapłodnionych pod siatką pyłkiem innej rośliny wytworzyło osiem dobrze wykształconych torebek, z których każda zawierała średnio około osiemdziesiąt nasion. Osiem kwiatów tych samych roślin, zapłodnionych własnym pyłkiem, wytworzyło siedem torebek, które zawierały średnio tylko dwanaście nasion przy maksimum szesnastu nasionach stwierdzonych w jednej torebce. A zatem krzyżowo zapłodnione torebki w porównaniu z samozapłodnionymi dały nasiona w stosunku mniej więcej 100 do 15. Omawiane rośliny pochodzenia brazylijskiego różniły się również wyraźnie od angielskich tworząc pod siatką bardzo małą liczbę spontanicznie samozapłodnionych torebek.

Krzyżowane i samozapłodnione nasiona powyższych roślin po skielkowaniu na czystym piasku wysadzono parami po przeciwnych stronach pięciu dużych doniczek. Otrzymane w ten sposób siewki były wnukami roślin, które rosły w Brazylii; rodzice ich rośli już w Anglii. Ponieważ ich dziadkowie w Brazylii bezwzględnie wymagają zapłodnienia krzyżowego do wydania nasion, przypuszczałem, że samozapłodnienie bę-

dzie dla tych siewek bardzo szkodliwe i że siewki krzyżowane będą miały znaczną przewagę pod względem wysokości i bujności w porównaniu z siewkami pochodzącymi od kwiatów samozapłodnionych. Okazało się jednak, że moje przewidywania były błędne; ponieważ podobnie jak w ostatnim doświadczeniu z roślinami z rodu angielskiego, tak i w obecnym, rośliny samozapłodnione były nawet nieco wyższe od krzyżowanych. Wystarczy stwierdzić, że czternaście roślin krzyżowanych miało średnio 44,64 cala, a czternaście samozapłodnionych 45,12 cala wysokości; stosunek więc wynosił 100 do 101.

Wyniki krzyżowania z nowym rodem. Spróbowałem teraz przeprowadzić odmienne doświadczenie. Osiem kwiatów roślin samozapłodnionych z ostatniego doświadczenia (tj. wnuków roślin, które rosły w Brazylii) zapłodniono ponownie pyłkiem tej samej rośliny i otrzymano pięć torebek zawierających średnio 27,4 nasienia przy maksimum wynoszącym czterdzieści dwa nasiona, stwierdzonym w jednej torebce. Siewki wyrosłe z tych nasion stanowiły drugie samozapłodniające pokolenie rodu brazylijskiego.

Osiem kwiatów jednej z krzyżowanych roślin z ostatniego doświadczenia zapłodniono krzyżowo pyłkiem innego wnuka i otrzymano pięć torebek. Zawierały one średnio 31,6 nasienia, przy czym maksymalna liczba nasion w jednej torebce wynosiła 49. Siewki wyrosłe z tych nasion można by nazwać krzyżowanymi między sobą.

Wreszcie osiem innych kwiatów krzyżowanych roślin z ostatniego doświadczenia zapłodniono pyłkiem rośliny z rosnącego w moim ogrodzie rodu angielskiego, na który w ciągu wielu poprzednich pokoleń działały warunki zupełnie odmienne od tych, w jakich rośli brazylijscy przodkowie rośliny macierzystej. Tych osiem kwiatów wytworzyło tylko cztery torebki, zawierające średnio 63,2 nasienia, przy czym maksimum stwierdzone w jednym wypadku wynosiło 90. Rośliny wyrosłe z tych nasion można nazwać krzyżowanymi z angielskimi. Jeżeli można opierać się na powyższych średnich, otrzymanych z tak nielicznych torebek, torebki krzyżowane z angielskimi zawierały dwukrotnie więcej nasion niż krzyżowane między sobą i przeszło dwa razy tyle co torebki samozapłodniane. Rośliny, które wydały te torebki, rosły w doniczkach w szklarni, tak że bezwzględnej ich plenności nie można porównywać z plennością roślin rosnących w gruncie.

Powyższe trzy serie nasion, tj. samozapłodniane, krzyżowane między sobą i krzyżowane z angielskimi, w jednakowym stopniu skielkowane (uprzednio w zwykły sposób wysiane na czystym piasku), posadzono w dziewięciu dużych doniczkach, których powierzchnię podzielono na trzy części. Wiele samozapłodnionych nasion wykiełkowało wcześniej niż obie serie krzyżowane i te nasiona naturalnie odrzucono. Otrzymane siewki były prawnukami roślin, które rosły w Brazylii. Wszystkie trzy serie były jednakowo wysokie, gdy miały od 2 do 4 cali wysokości. Zmierzono je, gdy osiągnęły cztery piąte pełnego wzrostu i ponownie, gdy osiągnęły pełny wzrost, a ponieważ ich odpowiednie wysokości były w tych dwu terminach prawie dokładnie takie same, podam jedynie ostatnie pomiary. Średnia wysokość dziewiętnastu roślin krzyżowanych z angielskimi wynosiła 45,92 cala, osiemnastu roślin krzyżowanych między sobą (ponieważ jedna wypadła) — 43,38 cala, dziewiętnastu roślin samozapłodnionych — 50,3 cala. A zatem stosunki wysokości są następujące:

Rośliny krzyżowane z angielskimi do samozapłodnionych	100 do 109
Rośliny krzyżowane z angielskimi do krzyżowanych między sobą	100 do 94
Rośliny krzyżowane między sobą do samozapłodnionych	100 do 116

Po zebraniu torebek z nasionami ścięto wszystkie rośliny tuż przy ziemi i zważono. Dziewiętnaście roślin krzyżowanych z angielskimi ważyło 18,25 uncji, rośliny krzyżowane między sobą ważyły 18,2 uncji (przy czym ciężar ich obliczono w ten sposób, jak gdyby było ich dziewiętnaście), a dziewiętnaście roślin samozapłodnionych — 21,5 uncji. A zatem dla ciężarów trzech serii roślin otrzymujemy następujące stosunki:

Rośliny krzyżowane z angielskimi do samozapłodnionych	100 do 118
Rośliny krzyżowane z angielskimi do krzyżowanych między sobą	100 do 100
Rośliny krzyżowane między sobą do samozapłodnionych	100 do 118

Widzimy zatem, że zarówno pod względem ciężaru, jak i wysokości rośliny samozapłodnione mają stanowczą przewagę nad roślinami krzyżowanymi z angielskimi i krzyżowanymi między sobą.

Pozostałe nasiona wszystkich trzech rodzajów — zarówno skielkowane, jak i nieskielkowane — posiano w trzech równoległych rzędach w gruncie. Tu również siewki samozapłodnione wyprzedziły pod względem wysokości o 2 do 3 cali siewki z dwu pozostałych rzędów, które były prawie równej wysokości. Z roślin pozostawionych na zimę bez przykrycia wyginęły wszystkie z wyjątkiem dwu samozapłodnionych. Jeśli więc może to stanowić dowód, niektóre rośliny samozapłodnione okazały się bardziej wytrzymałe od którejkolwiek rośliny krzyżowanej z obu serii.

Widzimy więc, że rośliny samozapłodnione, które rosły w dziewięciu doniczkach, pod względem wysokości (w stosunku 116 do 100), ciężaru (w stosunku 118 do 100) oraz przypuszczalnie wytrzymałości wykazały przewagę nad roślinami krzyżowanymi między sobą, pochodzącymi ze skrzyżowania wnuków rodu brazylijskiego. Przewaga jest tu o wiele wyraźniejsza niż w przeprowadzonym z roślinami rodu angielskiego doświadczeniu drugim, w którym stosunek wysokości roślin samozapłodnionych do krzyżowanych wynosił 101 do 100. Jest to zjawisko tym bardziej godne uwagi — jeżeli pamiętamy wyniki krzyżowego zapłodnienia roślin pyłkiem nowych rodów w doświadczeniach nad *Ipomoea*, *Mimulus*, *Brassica* i *Iberis* — że rośliny samozapłodnione przewyższyły pod względem wysokości (w stosunku 109 do 100) i ciężaru (w stosunku 118 do 100) potomstwo rodu brazylijskiego krzyżowanego z angielskim, przy czym każdy z tych dwu rodów przez długi okres czasu znajdował się pod wpływem odmiennych warunków.

Jeśli natomiast zajmiemy się zagadnieniem płodności tych trzech grup roślin, stwierdzimy wyniki zupełnie odmienne. Na wstępie mogę powiedzieć, że w pięciu spośród dziewięciu doniczek pierwszą rośliną, która zakwitła, była krzyżowana z angielskimi, w czterech doniczkach była to roślina samozapłodniona, w żadnej zaś nie zakwitła najwcześniej roślina spośród krzyżowanych między sobą; rośliny więc krzyżowane między sobą zostały również pod tym względem zdystansowane, podobnie jak

pod wieloma innymi względami. Trzy blisko ze sobą sąsiadujące rzędy roślin rosnących w gruncie zakwitły obficie, a kwiaty były ustawicznie odwiedzane przez pszczoły, toteż niewątpliwie zostały krzyżowo zapłodnione między sobą. O tym jak skutecznie pszczoły przenoszą pyłek z rośliny na roślinę świadczy fakt, że kilka roślin w poprzednich doświadczeniach było prawie bezpłodnych tak długo, jak były osłonięte siatką, lecz wytworzyły mnóstwo torebek natychmiast po zdjęciu siatki. Mój ogrodnik w trzech kolejnych terminach zrywał równe ilości dojrzałych torebek z roślin trzech grup, dopóki nie zebrał po czterdzieści pięć z każdej. Na podstawie wyglądu zewnętrznego nie można poznać, czy torebka zawiera wykształcone nasiona, czy też nie; otworzyłem więc wszystkie torebki. Na czterdzieści pięć torebek pochodzących z roślin krzyżowanych z angielskimi cztery były puste; spośród pochodzących z krzyżowanych między sobą — pięć było pustych, a spośród samozapłodnionych — dziewięć. Policzono nasiona w losowo wybranych dwudziestu jeden torebkach każdej serii; średnia liczba nasion w torebkach roślin krzyżowanych z angielskimi wynosiła 67, roślin krzyżowanych między sobą — 6, a samozapłodnionych — 48,52.

A zatem:

Czterdzieści pięć torebek (włączając cztery puste) roślin krzyżowanych z angielskimi zawierało	2747	nasion
Czterdzieści pięć torebek (włączając pięć pustych) roślin krzyżowanych między sobą zawierało	2240	„
Czterdzieści pięć torebek (włączając dziewięć pustych) roślin samozapłodnionych zawierało	1746,7	„

Czytelnik powinien pamiętać, że torebki te powstały w wyniku zapłodnienia krzyżowego, dokonanego za pośrednictwem pszczoł i że różnica w liczbie znajdujących się w nich nasion zależy niewątpliwie od konstytucji roślin, to jest od tego, czy pochodziły ze skrzyżowania z odrębnym rodem, ze skrzyżowania roślin tego samego rodzaju, czy też z samozapłodnienia. Na podstawie tego uzyskujemy następujące stosunki.

Stosunek liczby nasion znajdujących się w jednakowej liczbie swobodnie zapłodnionych torebek był następujący:

Rośliny krzyżowane z angielskimi do samozapłodnionych	100 do 63
Rośliny krzyżowane z angielskimi do krzyżowanych między sobą	100 do 81
Rośliny krzyżowane między sobą, do samozapłodnionych	100 do 78

Jednak aby ustalić plenność trzech grup roślin, należało koniecznie wiedzieć, ile torebek zostało wytworzonych przez taką samą liczbę roślin należących do poszczególnych grup. Trzy długie rzędy nie były jednak dokładnie równej długości, a rośliny rosły bardzo gęsto, tak że nadzwyczaj trudno byłoby ustalić, ile wytworzyły torebek, nawet gdybym podjął tak pracochłonne zadanie, jak zebranie i policzenie ich wszystkich. Można to było jednak zrobić z roślinami rosnącymi w doniczkach w szklarni i aczkolwiek były one znacznie mniej płodne niż rosnące w gruncie, staranne obserwacje wykazały, że stosunek ich płodności jest taki sam. Dziewiętnaście roślin rodzaju

krzyżowanego z angielskimi, które rosły w doniczkach, wytworzyło łącznie 240 torebek; rośliny krzyżowane między sobą (w przeliczeniu na dziewiętnaście) wytworzyły 137,22 torebki, a dziewiętnaście roślin samozapłodnionych — 152 torebki. Znając liczbę nasion w czterdziestu pięciu torebkach z każdej serii, łatwo można teraz obliczyć stosunek liczby nasion wytworzonych przez jednakową liczbę roślin trzech grup.

Stosunek liczby nasion wytworzonych przez jednakową liczbę swobodnie zapłodnionych roślin był następujący:

Rośliny pochodzące ze skrzyżowania z angielskimi do samozapłodnionych	100 do 40
Rośliny pochodzące ze skrzyżowania z angielskimi do skrzyżowanych między sobą	100 do 45
Rośliny pochodzące ze skrzyżowania między sobą do samozapłodnionych	100 do 89

Ta niewielka przewaga pod względem plenności roślin krzyżowanych między sobą (tj. powstałych w wyniku krzyżowania wnuków roślin, które rosły w Brazylii) nad samozapłodnionymi jest całkowicie spowodowana wyższą średnią liczbą nasion w torebkach, ponieważ rośliny krzyżowane między sobą wytworzyły w szklarni mniej torebek niż rośliny samozapłodnione. Na wyraźną taką samą przewagę roślin krzyżowanych z angielskimi nad samozapłodnionymi wskazuje większa liczba wytworzonych torebek, wyższa średnia liczba znajdujących się w nich nasion i mniejsza liczba torebek pustych. Ponieważ rośliny krzyżowane z angielskimi i krzyżowane między sobą były potomstwem krzyżówek w pokoleniu bezpośrednio poprzedzającym (gdyż w tym wypadku kwiaty były samobezpłodne, możemy wyciągnąć wniosek, że wyraźna przewaga pod względem plenności roślin krzyżowanych z angielskimi nad krzyżowanymi między sobą jest spowodowana tym, że obie formy rodzicielskie roślin krzyżowanych z angielskimi znajdowały się długo pod wpływem odmiennych warunków.

Chociaż rośliny krzyżowane z angielskimi były znacznie plenniejsze, ustępowały stanowczo pod względem wysokości i ciężaru roślinom samozapłodnionym, a tylko dorównywały krzyżowanym między sobą lub zaledwie trochę je przewyższały. Cała więc korzyść wynikająca ze skrzyżowania z odrębnym rodem polega tu na zwiększeniu plenności. Drugiego podobnego wypadku nie stwierdziłem.

VIII. *RESEDACEAE*

RESEDA LUTEA

W ogrodzie warzywnym wysiano nasiona zebrane z dzikich roślin rosnących w jego sąsiedztwie. Kilka otrzymanych w ten sposób siewek osłonięto siatką. Stwierdzono (co później opiszę bardziej wyczerpująco), że niektóre z nich były zupełnie bezpłodne, gdy pozwolono im na samorzutne samozapłodnienie, mimo że na ich znamiona opadło mnóstwo pyłku. Okazały się one równie bezpłodne, gdy wielokrotnie zapładniano je sztucznie własnym pyłkiem. Równocześnie inne rośliny wytworzyły niewiele spontanicz-

nie samozapłodnionych torebek. Pozostałe rośliny pozostawiono bez osłony, a ponieważ pszczoły i trzmiele, które nieustannie odwiedzały kwiaty, przenosiły pyłek z rośliny na roślinę, powstało bardzo wiele torebek. Ten gatunek, podobnie jak i *R. odorata*, dostarczył mi licznych dowodów co do konieczności przenoszenia pyłku z jednej rośliny na drugą. Rośliny te tak długo nie zawiązywały w ogóle nasion lub tylko bardzo nieliczne, jak długo były chronione przed owadami, a pokryły się torebkami bezpośrednio po zdjęciu siatki.

Nasiona z kwiatów spontanicznie samozapłodnionych pod siatką i z kwiatów swobodnie zapłodnionych krzyżowo za pośrednictwem pszczoł wysiano po przeciwnych stronach pięciu dużych doniczek. Siewki przerwano natychmiast po ukazaniu się na

TABELA XXXV. *Reseda lutea* rosnąca w doniczkach

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodnione
I	Cale	Cale
	21	12 ⁷ / ₈
	14 ² / ₈	16
	19 ¹ / ₈	11 ⁷ / ₈
	7	15 ² / ₈
	15 ¹ / ₈	19 ¹ / ₈
II	20 ⁴ / ₈	12 ⁴ / ₈
	17 ³ / ₈	16 ² / ₈
	23 ⁷ / ₈	16 ² / ₈
	17 ¹ / ₈	13 ³ / ₈
	20 ⁶ / ₈	13 ⁵ / ₈
III	16 ¹ / ₈	14 ⁴ / ₈
	17 ⁶ / ₈	19 ⁴ / ₈
	16 ² / ₈	20 ⁷ / ₈
	10	7 ⁷ / ₈
	10	17 ⁶ / ₈
IV	22 ¹ / ₈	9
	19	11 ⁴ / ₈
	18 ⁷ / ₈	11
	16 ⁴ / ₈	16
	19 ² / ₈	16 ³ / ₈
V	25 ² / ₈	14 ⁰ / ₈
	22	16
	8 ⁶ / ₈	14 ³ / ₈
	14 ² / ₈	14 ² / ₈
Razem cali	412,25	350,88

powierzchni, pozostawiając jednakową ich liczbę po obu stronach. Po pewnym czasie doniczki wkopano w grunt. Tę samą liczbę roślin krzyżowanych i samozapłodnionych zmierzono do wierzchołków pędów kwiatowych. Wyniki pomiarów podano w tabeli XXXV. Nie mierzono osobników, które nie wytworzyły pędów kwiatowych.

Średnia wysokość dwudziestu czterech roślin krzyżowanych wynosiła 17,17 cala, a tyluż roślin samozapłodnianych — 14,61 cala, stosunek więc wysokości wynosił 100 do 85. Rośliny krzyżowane zakwitły wszystkie z wyjątkiem pięciu, gdy tymczasem wśród samozapłodnionych kilkanaście nie zakwitło. Następnie ścięto i zważono wyżej omawiane pary w okresie, gdy jeszcze kwitły, ale już miały pewną liczbę torebek. Krzyżowane ważyły 90,5 uncji, a taka sama liczba samozapłodnianych — jedynie 19 uncji, stosunek więc ciężaru wynosił 100 do 21. Jest to zadziwiająco duża różnica.

Nasiona tych samych dwu serii posiano również w gruncie w dwu sąsiadujących ze sobą rzędach. W jednym rzędzie było dwadzieścia roślin krzyżowanych, a w drugim trzydzieści dwie samozapłodniane. Doświadczenie więc nie było zupełnie właściwie zaplanowane, nie tak jednak niewłaściwie, jak to się wydaje na pierwszy rzut oka, ponieważ rośliny w danym rzędzie nie były tak zagęszczone, żeby rzeczywiście mogły wpływać wzajemnie na swój wzrost, a powierzchnia ziemi w sąsiedztwie obu rzędów była pusta. Rośliny te miały więcej pokarmu niż doniczkowe i osiągnęły większą wysokość. W ten sam sposób co poprzednio zmierzono po osiem najwyższych roślin z każdego rzędu. Wyniki pomiarów podaje tabela XXXVI.

TABELA XXXVI. *Reseda lutea* rosnąca w gruncie

Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
Cale	Cale
28	33 ² / ₈
27 ³ / ₈	23
27 ⁵ / ₈	21 ⁵ / ₈
28 ⁰ / ₈	20 ⁴ / ₈
29 ⁷ / ₈	21 ⁵ / ₈
26 ⁶ / ₈	22
26 ² / ₈	21 ² / ₈
30 ¹ / ₈	21 ⁷ / ₈
Razem cali 224,75	185,13

Średnia wysokość roślin krzyżowanych w pełni kwitnienia wynosiła w tym wypadku 28,09 cala, a samozapłodnianych — 23,14 cala, wysokości więc miały się do siebie jak 100 do 82. Tylko ten jedyny raz zdarzyło się, że najwyższą rośliną w obu rzędach była jedna z samozapłodnianych. Rośliny samozapłodniane miały liście mniej-sze i bledsze niż krzyżowane. Wszystkie rośliny z obu rzędów ścięto i zważono. Dwadzieścia roślin krzyżowanych ważyło 65 uncji, a dwadzieścia samozapłodnianych — z przeliczenia na podstawie rzeczywistego ciężaru trzydziestu dwu roślin samozapłod-

nianych — 26,25 uncji, a więc stosunek ciężaru wynosił 100 do 40. Rosnące zatem w gruncie rośliny krzyżowane nie przewyższały pod względem ciężaru roślin samozapłodnianych w tak wysokim stopniu jak rośliny rosnące w doniczkach prawdopodobnie wskutek tego, że wśród doniczkowych panowało silne współzawodnictwo. Z drugiej strony jednak przewyższały one w nieco większym stopniu rośliny samozapłodniane pod względem wysokości.

RESEDA ODORATA

Rośliny pospolicie znanej rezedy otrzymano z kupnych nasion; kilkanaście roślin umieszczono pod osobnymi siatkami. Niektóre pokryły się samorzutnie samozapłodnionymi torebkami, inne wytworzyły ich niewiele, a jeszcze inne ani jednej. Nie należy przypuszczać, iż te ostatnie nie wytworzyły nasion dlatego, że żadne ziarno pyłku

TABELA XXXVII. *Reseda odorata*
(siewki pochodzące od rośliny w wysokim stopniu samopłodnej)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	20 ⁷ / ₈	22 ⁴ / ₈
	34 ⁷ / ₈	28 ⁵ / ₈
	26 ⁶ / ₈	23 ² / ₈
	32 ⁶ / ₈	30 ⁴ / ₈
II	34 ³ / ₈	28 ⁵ / ₈
	34 ⁵ / ₈	30 ⁵ / ₈
	11 ⁶ / ₈	23
	33 ³ / ₈	30 ¹ / ₈
III	17 ⁷ / ₈	4 ⁴ / ₈
	27	25
	30 ¹ / ₈	26 ³ / ₈
	30 ² / ₈	25 ¹ / ₈
IV	21 ⁵ / ₈	22 ⁶ / ₈
	28	25 ⁴ / ₈
	32 ⁵ / ₈	15 ¹ / ₈
	32 ³ / ₈	24 ⁶ / ₈
V	21	11 ⁶ / ₈
	25 ² / ₈	19 ⁷ / ₈
	26 ⁶ / ₈	10 ⁴ / ₈
Razem cali	522,25	428,50

nie spadło na ich znamiona, gdyż wielokrotnie, choć bezskutecznie, zapładniano je pyłkiem tej samej rośliny. Były one jednak w pełni płodne w stosunku do pyłku którejkolwiek innej rośliny. Nasiona spontanicznie samozapłodnione uzyskano z jednej z roślin w wysokim stopniu samopłodnych, pozostałe zaś zebrano z roślin rosnących bez osłony, zapładnianych krzyżowo za pośrednictwem pszczoł. Po wykiełkowaniu nasion na piasku siewki posadzono parami po przeciwnych stronach pięciu doniczek. Rośliny były opatrzone palikami; mierzono je do wierzchołków pędów ulistnionych nie uwzględniając pędów kwiatowych. Wyniki pomiarów podaje tabela XXXVII.

Średnia wysokość dziewiętnastu roślin krzyżowanych wynosi tu 27,48 cala, a samozapładnianych — 22,55 cala, czyli stosunek wysokości jest jak 100 do 82. Wczesną jesienią ścięto i zważono wszystkie rośliny: krzyżowane ważyły 11,5 uncji, a samozapładniane 7,75 uncji, a więc stosunek ciężaru wynosił 100 do 67. Obie grupy swobodnie odwiedzane przez owady nie różniły się na oko pod względem liczby wytworzonych torebek zawierających nasiona.

Pozostałe nasiona tych samych dwu grup wysiano w dwu sąsiadujących rzędach w gruncie; rośliny znalazły się w ten sposób w warunkach jedynie umiarkowanej konkurencji. Zmierzono po osiem najwyższych roślin z każdego rzędu. Wyniki pomiarów zawiera tabela XXXVIII.

TABELA XXXVIII. *Reseda odorata* rosnąca w gruncie

Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
Cale	Cale
24 ⁴ / ₈	26 ⁵ / ₈
27 ² / ₈	25 ⁷ / ₈
24	25
26 ⁶ / ₈	28 ³ / ₈
25	29 ⁷ / ₈
26 ² / ₈	25 ⁷ / ₈
27 ² / ₈	26 ⁷ / ₈
25 ¹ / ₈	28 ² / ₈
Razem cali 206,13	216,75

Średnia wysokość ośmiu roślin krzyżowanych wynosi 25,76 cala, ośmiu samozapładnianych zaś 27,09 cala, a więc stosunek jest jak 100 do 105.

Otrzymane tu wyniki są niezwykle, gdyż rośliny samozapładniane są nieco wyższe od krzyżowanych; nie jestem w stanie podać żadnego wyjaśnienia tego faktu. Możliwe jest naturalnie, choć nieprawdopodobne, że etykiety mogły być przypadkowo zamienione.

Wobec tego zaplanowano nowe doświadczenie: z jednej z na wpół samobezpłodnych roślin pod siatką zebrano wszystkie, aczkolwiek bardzo nieliczne samozapłodnione torebki. Ponieważ kilka kwiatów tej samej rośliny zapłodniono pyłkiem innego osob-

7 — Skutki krzyżowania

nika, otrzymano w ten sposób nasiona krzyżowane. Przypuszczałem, że siewki tej na wpół samobezpłodnej rośliny mogłyby więcej zyskać na krzyżowaniu niż siewki roślin całkowicie samopłodnych. Moje przewidywanie okazało się jednak zupełnie mylne, gdyż krzyżowanie było dla nich mniej korzystne. Analogiczny wynik otrzymano w doświadczeniach nad *Eschscholtzia*; potomstwo roślin pochodzenia brazylijskiego (które były częściowo samobezpłodne) nie zyskało więcej na krzyżowaniu niż rośliny rodzaju angielskiego w o wiele wyższym stopniu samopłodnego. Omawiane powyżej dwie serie nasion krzyżowanych i samozapłodnionych, pochodzących z tej samej rośliny *Reseda odorata*, skielkowano na piasku i posadzono po przeciwnych stronach pięciu doniczek. Rośliny zmierzono jak w ostatnim doświadczeniu; wyniki pomiarów podaje tabela XXXIX.

TABELA XXXIX. *Reseda odorata*
(siewki pochodzące od rośliny na wpół samobezpłodnej)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	33 ⁴ / ₈	31
	30 ⁶ / ₈	28
	29 ⁶ / ₈	13 ² / ₈
	20	32
II	22	21 ⁶ / ₈
	33 ⁴ / ₈	26 ⁶ / ₈
	31 ² / ₈	25 ² / ₈
	32 ⁴ / ₈	30 ⁴ / ₈
III	30 ¹ / ₈	17 ² / ₈
	32 ¹ / ₈	29 ⁶ / ₈
	31 ⁴ / ₈	24 ⁶ / ₈
	32 ² / ₈	34 ² / ₈
IV	19 ¹ / ₈	20 ⁰ / ₈
	30 ¹ / ₈	32 ⁰ / ₈
	24 ³ / ₈	31 ⁴ / ₈
	30 ⁶ / ₈	36 ⁶ / ₈
V	34 ⁶ / ₈	24 ⁵ / ₈
	37 ¹ / ₈	34
	31 ² / ₈	22 ² / ₈
	33	37 ¹ / ₈
Razem cali	599,75	554,25

Średnia wysokość dwudziestu roślin krzyżowanych wynosi 29,98 cala, a dwudziestu samozapłodnianych — 27,71 cala, czyli stosunek wysokości wynosi 100 do 92. Rośliny

te następnie ścięto i zważono; w tym wypadku krzyżowane bardzo nieznacznie przewyższyły pod względem ciężaru samozapładniane, a mianowicie w stosunku 100 do 99. Wydaje się, że obie serie są płodne w równym stopniu, gdy są swobodnie odwiedzane przez owady.

Pozostałe nasiona wysiano w gruncie w dwu sąsiadujących ze sobą rzędach; zmierzono po osiem najwyższych roślin z każdego rzędu (tabela XL).

TABELA XL. *Reseda odorata*
(siewki pochodzące od rośliny na wpół samobezpłodnej, posadzone w gruncie)

Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
Cale	Cale
28 ² / ₈	22 ³ / ₈
22 ⁴ / ₈	24 ³ / ₈
25 ⁷ / ₈	23 ⁴ / ₈
25 ³ / ₈	21 ⁴ / ₈
29 ⁴ / ₈	22 ⁵ / ₈
27 ¹ / ₈	27 ³ / ₈
22 ⁴ / ₈	27 ³ / ₈
26 ² / ₈	19 ² / ₈
Razem cali 207,38	188,38

Średnia wysokość ośmiu krzyżowanych roślin wynosi tu 25,92 cala, a ośmiu samozapładnianych — 23,54 cala, czyli wysokości mają się do siebie jak 100 do 90.

IX. VIOLACEAE

VIOLA TRICOLOR

Gdy kwiaty pospolicie hodowanych bratków są młode, pyłek opada z pylników do małego, półcyldrycznego, otoczonego przez papille kanaliku utworzonego przez nasadę dolnego płatk. W ten sposób pyłek gromadzi się tuż pod znamieniem. Tylko przypadkowo może on dostać się na znamię bez pomocy owadów, które sięgając w dół do miodnika przesuwają swe narządy pyszczkowe przez to przejście¹.

¹ Kwiaty tej rośliny zostały wyczerpująco opisane przez Sprengla, Hildebranda, Delpino i H. Müllera. Ten ostatni zestawiał wszystkie uprzednie obserwacje w swym „Befruchtung der Blumen” i w „Nature”, 20 listopada 1873, s. 44. Patrz również p. A. W. Bennetta, „Nature”, 15 maja 1873, s. 50, oraz pewne uwagi p. Kitchenera, ibidem, s. 143. Fakty występujące w następstwie osłaniania roślin *V. tricolor* przytoczył sir J. Lubbock w „British Wild Flowers” itd., s. 62.

Wskutek tego, gdy okryłem siatką dużą roślinę uprawianej odmiany, zawiązała ona tylko osiemnaście torebek, przy czym większość z nich zawierała bardzo nieliczne wykształcone nasiona, kilka zaś — zaledwie od jednego do trzech. Natomiast równej wielkości, lecz nie osłonięta roślina tej samej odmiany, rosnąca tuż obok, wytworzyła 105 dobrze wykształconych torebek. Nieliczne kwiaty, które wytworzyły torebki pomimo braku dostępu dla owadów, zostały przypuszczalnie zapłodnione dzięki skręcaniu się wędnących płatków ku środkowi, ponieważ w ten sposób ziarna pyłku, które przyłgnęły do papilli, mogłyby dostać się do zagłębienia na znamieniu. Bardziej jednak prawdopodobne są sugestie p. Bennetta, że przy zapłodnieniu pośredniczyły przyłżeńce *Thrips* lub pewne szukające schronienia w kwiatach drobne chrząszcze, przed którymi nie zabezpiecza żadna siatka. Zwykle w zapłodnieniu pośredniczą trzmiele, nieraz jednak widziałem przy tej pracy muchy (*Rhingia rostrata*); spód ciała, głowa i nogi tych owadów były pokryte warstwą pyłku. Odwiedzane przez nie kwiaty oznaczyłem i po kilku dniach stwierdziłem, że są zapłodnione¹. Ciekawą jest rzeczą, że długo można obserwować kwiaty bratków i niektórych innych roślin, zanim zobaczy się odwiedzającego je owada. Podczas lata 1841 roku przez ponad dwa tygodnie obserwowałem wiele razy dziennie dużą kępę bratków rosnącą w moim ogrodzie, zanim zobaczyłem na nich jednego trzmieľa przy pracy. Podczas innego lata robiłem to samo i w końcu zobaczyłem jednak ciemno ubarwione trzmiele odwiedzające prawie każdy kwiat w kilku kępach przez trzy kolejne dni; prawie wszystkie te kwiaty szybko zwidły i wytworzyły dobrze wykształcone torebki. Sądzę, że niezbędne są pewne warunki atmosferyczne, aby nektar zaczął się wydzielać; owady poznają ten moment po zapachu wydawanym przez nektar i natychmiast pojawiają się na kwiatach.

Ponieważ kwiaty do całkowitego zapłodnienia wymagają pomocy owadów i ponieważ nie są one bynajmniej tak często odwiedzane przez owady, jak większość innych kwiatów wydzielających nektar, możemy zrozumieć interesujący fakt, wykryty przez H. Müllera i opisany przez niego w „Nature”, a mianowicie, że rośliny tego gatunku występują w dwóch formach. Jedna z nich ma rzucające się w oczy kwiaty, które, jak widzieliśmy, są przystosowane do zapłodnienia krzyżowego i wymagają pośrednictwa owadów. Druga forma ma o wiele mniejsze i nie tak barwne kwiaty,

¹ Powinienem dodać, że mucha ta widocznie nie wysysała nektaru, lecz przywabiała ją papille otaczające znamię. H. Müller widział również małą pszczołę należącą do rodzaju *Andrena*, która nie mogła dosięgnąć nektaru, a mimo to wielokrotnie wsuwała swój języczek pod znamię, gdzie znajdują się papille; papille wobec tego musza przyciągać czymś owady. Autor twierdzi („Zoologist”, t. III—IV, s. 1225), że pewna ćma (*Plusia*) często odwiedza kwiaty bratków. Pszczoły miodne zazwyczaj ich nie odwiedzają, choć podawano taki wypadek („Gardeners' Chronicle”, 1844, s. 374). H. Müller widział również przy pracy pszczołę miodną, lecz jedynie na dzikiej formie drobnokwiatowej. Podaje on spis („Nature”, 1873, s. 45) wszystkich owadów, które widział odwiedzające zarówno formy wielko-, jak i drobnokwiatowe. Na podstawie jego sprawozdania przypuszczam, że kwiaty roślin w stanie dzikim częściej są odwiedzane przez owady niż kwiaty odmian uprawianych. Widział on kilkakrotnie motyle wysysające nektar z kwiatów roślin dzikich, a ja w ogrodach nigdy tego nie zauważyłem, aczkolwiek obserwowałem kwiaty przez wiele lat.

których budowa jest nieco odmienna, sprzyjająca samozapłodnieniu. Jest to więc przystosowanie zapewniające gatunkowi rozmnażanie się. Forma samopłodna bywa jednak przypadkowo odwiedzana przez owady i może być za ich pośrednictwem zapłodniona krzyżowo, aczkolwiek jest to raczej wątpliwe.

W moich pierwszych doświadczeniach z *Viola tricolor* nie udawało mi się otrzymać siewek; pełny wzrost osiągnęła tylko jedna roślina krzyżowana i jedna samozapłodniona. Krzyżowana miała $12\frac{1}{2}$ cali wysokości, a samozapłodniona — 8 cali. W następnym roku kilka kwiatów nowej rośliny zapłodniono krzyżowo pyłkiem innej, o której wiadano, co należy podkreślić, że była na pewno odrębną siewką. Kilka

TABELA XLI. *Viola tricolor*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodnione
I	Cale	Cale
	$8\frac{2}{8}$	$0\frac{2}{8}$
	$7\frac{4}{8}$	$2\frac{4}{8}$
	5	$1\frac{2}{8}$
II	5	6
	4	4
	$4\frac{4}{8}$	$3\frac{1}{8}$
III	$9\frac{4}{8}$	$3\frac{1}{8}$
	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{7}{8}$
	$8\frac{4}{8}$	$0\frac{5}{8}$
IV	$4\frac{7}{8}$	$2\frac{1}{8}$
	$4\frac{2}{8}$	$1\frac{6}{8}$
	4	$2\frac{1}{8}$
V	6	3
	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{4}{8}$
Razem cali	78,13	33,25

innych kwiatów teje rośliny zapłodniono jej własnym pyłkiem. Średnia liczba nasion w dziesięciu torebkach krzyżowanych wynosiła 18,7, a w dwunastu samozapłodnionych — 12,83, czyli stosunek wynosił 100 do 69. Nasiona te po wykiełkowaniu na czystym piasku posadzono parami po przeciwnych stronach pięciu doniczek. Po raz pierwszy zmierzono je, gdy osiągnęły mniej więcej jedną trzecią pełnego wzrostu: rośliny krzyżowane miały wtedy średnio 3,87 cala, a samozapłodnione tylko 2 cale, czyli ich wysokości miały się do siebie jak 100 do 52. Siewkę trzymano w szklarni, gdzie rosły słabo. W okresie kwitnienia zmierzono je ponownie do szczytu pędów; wyniki pomiarów podaje tabela XLI.

Średnia wysokość czternastu roślin krzyżowanych wyniosła 5,58 cala, a czternastu samozapłodnionych — 2,37 cala, czyli wysokości mają się do siebie jak 100

do 42. W czterech doniczkach na pięć roślin krzyżowana zakwitła wcześniej niż którakolwiek samozapłodniona, podobnie jak w wypadku pary, która rosła w poprzednim roku. Nie uszkadzając roślin wysadzono je z doniczek do gruntu, tak że utworzyły pięć osobnych kępek. Wcześniej latem następnego roku (1869) obficie zakwitły, a ponieważ odwiedzały je trzmiele, zawiązały wiele torebek, które starannie zebrano ze wszystkich roślin obu serii. Rośliny krzyżowane wytworzyły 167 torebek, a samozapłodnione tylko 17, stosunek więc był jak 100 do 10. Rośliny krzyżowane były wobec tego więcej niż dwukrotnie wyższe od samozapłodnionych, kwitły przeważnie wcześniej i wytworzyły dziesięciokrotnie więcej swobodnie zapłodnionych torebek.

Wczesnym latem 1870 roku wszystkie pięć kęp roślin krzyżowanych tak bardzo rozrosło się wszcz i w górę w porównaniu z samozapłodnionymi, że zbyteczne było przeprowadzanie jakichkolwiek pomiarów. Rośliny krzyżowane pokryły się kobiercem kwiatów, gdy tymczasem z samozapłodnionych zakwitła tylko jedna roślina, która była o wiele silniejsza niż jej współbracia. Rośliny krzyżowane i samozapłodnione rosły obecnie splecione ze sobą po odpowiednich stronach przegród oddzielających je jedynie na powierzchni gleby. W tej kępie, w której znajdowała się najlepsza z roślin samozapłodnionych, powierzchnia zajęta przez rośliny krzyżowane była dziewięciokrotnie większa niż zajęta przez samozapłodnione. Swą niezwykłą przewagę nad roślinami samozapłodnionymi we wszystkich pięciu kępach zawdzięczały rośliny krzyżowane niewątpliwie temu, że już od samego początku zdecydowanie górowały nad samozapłodnionymi, a w następnych okresach wegetacji coraz bardziej pozbawiały je pożywienia. Musimy jednak pamiętać, że to samo zjawisko mogłoby wystąpić w przyrodzie nawet w jeszcze większym nasileniu ze względu na to, że moje rośliny rosły w gruncie oczyszczonym z chwastów, tak że samozapłodnione współzawodniczyły jedynie z krzyżowanymi; w naturalnych warunkach, gdy cała powierzchnia gleby jest zajęta przez rośliny różnych rodzajów, wszystkie one muszą walczyć ze sobą o byt.

Następna zima była bardzo surowa; na wiosnę (1871) powtórnie zbadano rośliny. Wszystkie samozapłodnione wyginęły z wyjątkiem pojedynczej łodygi jednej z roślin, na której wierzchołku powstała drobna rozetka liści wielkości ziarna grochu. W przeciwieństwie do tego wszystkie bez wyjątku rośliny krzyżowane rosły bujnie. Poza tym więc, że rośliny samozapłodnione ustępowały roślinom krzyżowanym pod innymi względami, okazały się również bardziej wrażliwe.

Założono teraz inne doświadczenie, aby się przekonać, w jakim stopniu przewaga roślin krzyżowanych lub — wyrażając się ściślej — niższa jakość roślin samozapłodnionych przenosi się na potomstwo. Jedyną roślinę krzyżowaną i jedną samozapłodnioną, które otrzymano początkowo, wysadzono z doniczek w grunt. Obie wytworzyły dużą liczbę bardzo dobrze wykształconych torebek, z czego śmiało możemy wyciągnąć wniosek, że zostały krzyżowo zapłodnione za pośrednictwem owadów. Nasiona z obu roślin, po wykiełkowaniu na piasku, posadzono parami po przeciwnych stronach trzech doniczek. Swobodnie skrzyżowane siewki, pochodzące od roślin krzyżowanych, we wszystkich trzech doniczkach zakwitły wcześniej niż rośliny swobodnie zapłodnione krzyżowo, pochodzące od samozapłodnionych. Gdy obie grupy były w pełni kwitnienia, zmierzono dwie najwyższe rośliny z każdej strony w każdej doniczce. Wyniki pomiarów przedstawia tabela XLII.

TABELA XLII. *Viola tricolor*;
siewki pochodzące od roślin krzyżowanych i samozapłodnianych, których formy rodzicielskie swobodnie się zapłodniły

Nr doniczki	Swobodnie krzyżowane rośliny pochodzące od roślin sztucznie zapłodnionych krzyżowo	Swobodnie krzyżowane rośliny pochodzące od roślin samozapłodnianych
I	Cale 12 ¹ / ₈ 11 ⁶ / ₈	Cale 9 ⁰ / ₈ 8 ³ / ₈
II	13 ³ / ₈ 10	9 ⁶ / ₈ 11 ⁴ / ₈
III	14 ⁴ / ₈ 13 ⁶ / ₈	11 ¹ / ₈ 11 ³ / ₈
Razem cali	75,38	61,88

Średnia wysokość sześciu najwyższych roślin pochodzących od roślin krzyżowanych wynosi 12,56 cala, a sześciu najwyższych pochodzących od roślin samozapłodnionych — 10,31 cala, czyli wysokości mają się do siebie jak 100 do 82. Widzimy tu znaczną różnicę pod względem wysokości pomiędzy obiema seriami, nie dorównującą jednak tej różnicy, którą obserwowaliśmy w poprzednich doświadczeniach z potomstwem kwiatów krzyżowanych i samozapłodnianych. Różnicę tę musimy przypisać temu, że grupa roślin krzyżowanych odziedziczyła słabą konstytucję po swych rodzicach, potomstwie kwiatów samozapłodnianych, chociaż same formy rodzicielskie swobodnie krzyżowały się z innymi roślinami za pośrednictwem owadów.

X. RANUNCULACEAE

ADONIS AESTIVALIS

Wyniki moich doświadczeń nad tą rośliną prawie nie zasługują na opublikowanie, ponieważ w moich notatkach z tego okresu zrobiłem uwagę: „wszystkie siewki były nędzne i chore z jakiejś nieznannej przyczyny”. Nie zanotowałem, żeby kiedykolwiek wróciły do normy, jednak czuję się w obowiązku podać te dane, ponieważ są one sprzeczne z ogólnymi wynikami do których doszedłem. Zapłodniono krzyżowo piętnaście kwiatów i wszystkie one zawiązały owoce, zawierające średnio 32,5 nasienia. Dziewiętnaście kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem i wszystkie one również dały owoce zawierające raczej większą średnią liczbę nasion — 34,5, czyli stosunek liczby nasion wynosił 100 do 106. Z nasion tych otrzymano siewki. W jednej doniczce wszystkie rośliny samozapłodnione zginęły bardzo wcześnie, w dwu zaś pozostałych przeprowadzono pomiary i uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli XLIII.

Średnia wysokość czterech roślin krzyżowanych wynosi 14,25 cala, a czterech

TABELA XLIII. *Adonis aestivalis*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodnione
I	Cale	Cale
	14	13 ⁴ / ₈
	13 ⁴ / ₈	13 ⁴ / _e
II	16 ² / ₈	15 ² / ₈
	13 ² / ₈	15
Razem cali	57,00	57,25

samozapłodnionych — 14,31 cala, czyli stosunek wysokości jest jak 100 do 100,4; w rzeczywistości więc obie grupy miały jednakową wysokość. Według prof. H. Hoffmanna¹ roślina ta jest przedprątna, niemniej jednak daje dużo nasion, nawet gdy owady nie mają do niej dostępu.

DELPHINIUM CONSOLIDA

Zostało już stwierdzone, że kwiaty tej rośliny, podobnie jak i wielu innych, zostają zapłodnione już w pąkach i że różne rośliny czy odmiany nigdy nie mogą swobodnie się krzyżować². Jest to jednak pogląd błędny, o czym możemy wnioskować — po pierwsze — z tego, że kwiaty są przedprątne (dojrzałe pręciki zaginają się jeden po drugim do przejścia, które prowadzi do miodnika, a następnie w tym samym kierunku zaginają się dojrzałe słupki); po drugie — na podstawie liczby trzmieli, które odwiedzają kwiaty³; po trzecie — na podstawie tego, że płodność kwiatów zapłodnionych krzyżowo pyłkiem innej rośliny jest większa niż samorzutnie samozapłodnionych. W roku 1863 osłoniłem siatką duży pęd i pięć kwiatów zapłodniłem pyłkiem innej rośliny; zawiązały one torebki * zawierające średnio 35,2 dobrze wykształconych nasion, przy maksimum czterdziestu dwu stwierdzonych w jednej torebce. Trzydzieści dwa inne kwiaty na tym samym pędzie wytworzyły dwadzieścia osiem spontanicznie samozapłodnionych torebek, zawierających średnio 17,2 nasienia, przy maksimum trzydziestu sześciu stwierdzonych w jednym wypadku. Jednakże spośród tych torebek sześć było bardzo słabo wypełnionych i zawierało tylko 1—5 nasion; jeżeli nie brać ich pod uwagę, to w pozostałych dwudziestu dwu torebkach było średnio 20,9 nasienia, chociaż w tym wiele drobnych. Właściwy zatem liczbowy stosunek nasion pochodzących ze skrzyżowania i samorzutnego samozapłodnienia wynosi 100 do 59. Nasion tych nie wysiałem, ponieważ miałem wtedy zbyt wiele innych doświadczeń w toku.

¹ „Zur Speciesfrage”, 1875, s. 11.

² Decaisne, „Comptes-Rendus”, lipiec 1863, s. 5.

³ Budowę ich opisał H. Müller, „Befruchtung” itd., s. 182.

* Mieszki. (*Tlum.*)

W 1867 r. w lecie, które było bardzo nie sprzyjające, znów zapłodniłem kilka kwiatów pod siatką pyłkiem innej rośliny, inne zaś kwiaty tej samej rośliny — ich własnym pyłkiem. Te pierwsze dały o wiele większy procent torebek niż drugie. Choć i torebki samozapłodnione zawierały liczne nasiona, wiele z nich było jednak tak słabo wypełnionych, że ciężary równej liczby nasion z torebek krzyżowanych i samozapłodnionych miały się do siebie jak 100 do 45. Obie serie skielkowano na piasku i posadzono parami po przeciwnych stronach czterech doniczek. Zmierzone je, gdy osiągnęły mniej więcej dwie trzecie pełnego wzrostu. Wyniki pomiarów podaje tabela XLIV.

TABELA XLIV. *Delphinium consolida*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodnione
I	Cale 11	Cale 11
II	19 16 ² / ₈	16 ² / ₈ 11 ⁴ / ₈
III	26	22
IV	9 ⁴ / ₈ 8	8 ² / ₈ 6 ⁴ / ₈
Razem cali	89,75	75,50

Sześć roślin krzyżowanych miało średnią wysokość 14,95 cala, a sześć samozapłodnionych — 12,50 cala, stosunek więc wynosił 100 do 84. Rośliny zmierzono ponownie, gdy osiągnęły pełny wzrost, jednakże wskutek braku czasu tylko po jednym osobniku z każdej strony; dlatego uważałem, że lepiej podać pomiary wcześniejsze. W terminie późniejszym trzy najwyższe rośliny krzyżowane były jeszcze znacznie wyższe od trzech najwyższych roślin samozapłodnionych, lecz już nie w tak dużym stopniu jak poprzednio. Doniczki stały w szklarni bez osłony, nie wiem jednak, czy kwiaty zostały krzyżowo zapłodnione za pośrednictwem owadów, czy też samozapłodnione. Sześć roślin krzyżowanych wytworzyło 282 torebki dojrzałe i niedojrzałe, a sześć samozapłodnionych — tylko 159 torebek, czyli stosunek był jak 100 do 56. Rośliny zatem krzyżowane były o wiele bardziej płodne niż samozapłodnione.

XI. CARYOPHYLLACEAE

VISCARIA OCULATA

Dwanaście kwiatów zapłodniono pyłkiem innej rośliny i otrzymano dziesięć torebek zawierających nasiona ważące 5,77 grana. Osiemnaście kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem otrzymując dwanaście torebek z nasionami o ciężarze 2,63 grana.

Zatem stosunek ciężaru nasion otrzymanych z jednakowej liczby kwiatów krzyżowanych i samozapłodnionych wynosił 100 do 38. Z każdej serii wybrałem uprzednio po jednej torebce średniej wielkości i policzyłem w nich nasiona; krzyżowana zawierała 284, a samozapłodniona 126 nasion, czyli stosunek był jak 100 do 44. Nasiona te wysiano po przeciwnych stronach trzech doniczek i otrzymano z nich kilka siewek. Zmierzono jednak tylko najwyższy pęd kwiatowy jednej rośliny z każdej strony. Trzy rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 32,5 cala, a trzy samozapłodnione — 34 cale, stosunek więc wynosił 100 do 104. Doświadczenie to przeprowadzono jednak na tak małą skalę, że wyniki jego nie były miarodajne. Wzrost roślin był tak niewyrównany, że jeden z trzech pędów kwiatowych roślin krzyżowanych był prawie dwukrotnie wyższy od pozostałych; również jeden z trzech pędów kwiatowych roślin samozapłodnionych w takim samym stopniu przewyższał inne.

W następnym roku powtórzono doświadczenie na większą skalę: zapłodniono krzyżowo dziesięć kwiatów na roślinach nowej grupy i otrzymano dziesięć torebek zawierających nasiona ważące 6,54 grana. Zebrano osiemnaście spontanicznie samozapłodnionych torebek, w dwu jednak nie było nasion. Nasiona z pozostałych szesnastu ważyły 6,07 grana. A więc stosunek ciężaru nasion z tej samej liczby kwiatów krzyżowanych i samozapłodnianych samorzutnie (a nie sztucznie, jak w poprzednim wypadku) wynosił 100 do 58.

TABELA XLV. *Viscaria oculata*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	19	32 ³ / ₈
	33	38
	41	38
	41	28 ⁷ / ₈
II	37 ⁴ / ₈	36
	36 ⁴ / ₈	32 ³ / ₈
	38	35 ⁶ / ₈
III	44 ⁴ / ₈	36
	39 ⁴ / ₈	20 ⁷ / ₈
	39	30 ⁵ / ₈
IV	30 ² / ₈	36
	31	39
	33 ¹ / ₈	29
	24	38 ⁴ / ₈
V	30 ² / ₈	32
Rośliny zagęszczone		
Razem cali	517,63	503,38

Nasiona po wykiełkowaniu na piasku posadzono parami po przeciwnych stronach czterech doniczek, a pozostałe wysiano gęsto po przeciwnych stronach piątej; w doniczce tej zmierzono jedynie najwyższą roślinę po każdej stronie. Dopóki siewki nie osiągnęły wysokości mniej więcej 5 cali, nie można było zauważyć żadnej różnicy pomiędzy obiema seriami. Obie też zakwitły w tym samym prawie czasie. Gdy rośliny już przekwitły, zmierzono najwyższy pęd kwiatowy każdej z nich; wyniki pomiarów podaje tabela XLV.

Piętnaście roślin krzyżowanych miało tu średnią wysokość 34,5 cala, a piętnaście samozapłodnianych — 33,55 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do 97. Przewaga więc wysokości roślin krzyżowanych jest zupełnie nieistotna. Różnica pod względem plennaści zaznacza się jednakże o wiele mocniej. Zebrano wszystkie torebki roślin obu serii (z wyjątkiem osobników z doniczki V, gęsto rosnących i nie wytwarzających owoców), a po zakończeniu okresu wegetacji dołączono pozostałe bardzo nieliczne kwiaty. Czternaście roślin krzyżowanych wytworzyło 381 torebek i kwiatów, a czternaście samozapłodnianych — tylko 293, czyli stosunek wynosił 100 do 77.

DIANTHUS CARYOPHYLLUS

Pospolicie znany goździk jest silnie przedprątny, a zatem zapłodnienie zależy u niego w znacznym stopniu od owadów. Zauważyłem, że tylko trzmielce odwiedzały kwiaty, lecz ośmielam się twierdzić, że czynią to i inne owady. Jest rzeczą powszechnie znaną, że dla otrzymania czystych nasion niezbędne jest jak najstaranniejsze zapobieganie wzajemnemu krzyżowaniu się odmian, rosnących w tym samym ogrodzie.¹ Zwykle pyłek wysypuje się i ginie, zanim w tym samym kwiecie rozchylą się dwie łatki znamienia i słupek stanie się gotowy do zapłodnienia. Toteż chcąc przeprowadzić samozapłodnienie kwiatów, musiałem często używać pyłku z tej samej rośliny zamiast z tego samego kwiatu. W obu jednak wypadkach, gdy udało mi się to zrobić, nie mogłem wykryć żadnej wyraźnej różnicy w liczbie nasion powstałych wskutek tych dwu rodzajów samozapłodnienia.

Kilka pojedynczych goździków posadzono w dobrej ziemi i wszystkie przykryto siatką. Ośmiem kwiatów zapłodniono pyłkiem innej rośliny i otrzymano sześć torebek zawierających średnio 88,6 nasienia przy maksimum 112 nasionach stwierdzonych w jednym wypadku. W sposób wyżej opisany przeprowadzono samozapłodnienie ośmiu innych kwiatów i otrzymano siedem torebek zawierających średnio po 82 nasiona przy maksimum 112 nasionach stwierdzonych w jednym wypadku. Różnica w liczbie nasion wytworzonych przy zapłodnieniu krzyżowym i samozapłodnieniu była bardzo mała; mianowicie stosunek liczby nasion wynosił 100 do 92. Ponieważ rośliny te były okryte siatką, samorzutnie wytworzyły one tylko niewiele torebek w ogóle zawierających nasiona, a powstanie tych nielicznych można by przypuszczać przypisać pośrednictwu przyleśniców z rodzaju *Thrips* i innych drobnych owadów, które szukają schronienia w kwiatach. Ogromna większość spontanicznie samozapłodnionych torebek, zawiązanych na kilku roślinach, nie zawierała w ogóle nasion lub tylko pojedyncze. Nie biorąc

¹ „Gardeners' Chronicle”, 1847, s. 268.

pod uwagę tych torebek, policzyłem nasiona w osiemnastu najlepszych; zawierały one średnio po 18 nasion. Jedna z roślin była przy spontanicznym samozapłodnieniu bardziej samopłodna niż inne. Kiedy indziej zdarzyło się, że osobno osłonięta pojedyncza roślina samorzutnie wytworzyła osiemnaście torebek, lecz tylko dwie z nich zawierały w ogóle nasiona, a mianowicie jedna 10, a druga 15.

Krzyżowane i samozapłodnione rośliny pierwszego pokolenia. Wiele nasion, otrzymanych z wyżej opisanych kwiatów krzyżowanych i sztucznie samozapłodnianych, wysiano do gruntu na dwóch sąsiadujących bezpośrednio ze sobą dużych zagonach. Goździk był pierwszą rośliną, nad którą przeprowadzałem doświadczenia i nie miałem jeszcze wtedy stałego schematu postępowania. Gdy obie serie były w pełnym rozkwicie, z grubsza zmierzyłem dużą liczbę roślin, lecz zanotowałem jedynie to, że krzyżowane były wyższe od samozapłodnionych średnio o pełne 4 cale. Opierając się na pomiarach późniejszych, możemy przyjąć, że rośliny krzyżowane miały około 28 cali wysokości, a samozapłodnione około 24 cale, co daje stosunek 100 do 86. Spośród dużej liczby roślin cztery krzyżowane zakwitły wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniona.

Trzydzieści kwiatów roślin krzyżowanych pierwszego pokolenia znów zapłodniono krzyżowo pyłkiem innej rośliny z tej samej serii i otrzymano dwadzieścia dziewięć torebek zawierających średnio 55,62 nasienia przy maksimum 110 nasionach stwierdzonych w jednym wypadku.

Przeprowadzono ponownie samozapłodnienie trzydziestu kwiatów roślin samozapłodnionych, ośmiu z nich — pyłkiem z tego samego kwiatu, a pozostałych — pyłkiem z innego kwiatu tej samej rośliny; wytworzyły one dwadzieścia dwie torebki, zawierające średnio 35,95 nasienia, przy maksimum 61 nasionach znalezionych w jednym wypadku. Sądząc więc na podstawie liczby nasion widzimy, że rośliny krzyżowane ponownie zapłodnione krzyżowo były bardziej plenne niż rośliny samozapłodnione ponownie zapłodnione własnym pyłkiem; stosunek ich plenności wynosił 100 do 65. Zarówno rośliny krzyżowane, jak i samozapłodniane rosły na obu zagonach w zagęszczeniu, toteż wytworzyły gorzej wykształcone torebki i mniej nasion niż ich formy rodzicielskie.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny drugiego pokolenia. Krzyżowane i samozapłodniane nasiona krzyżowanych i samozapłodnionych roślin poprzedniego pokolenia wysiano po przeciwnych stronach dwu doniczek. Ponieważ siewki były niedostatecznie przerwane, obie serie rosły bardzo nierówno i większość roślin samozapłodnianych po pewnym czasie wypadła wskutek zagłuszenia. Pomiaru moje zatem były niekompletne. Siewki krzyżowane okazały się od początku najlepsze, a kiedy osiągnęły na oko średnią wysokość 5 cali, rośliny samozapłodnione miały tylko 4 cale. Rośliny krzyżowane zakwitły w obu doniczkach wcześniej. Dwa najwyższe pędy kwiatowe roślin krzyżowanych w dwu doniczkach miały 17 i 16½ cala wysokości, a dwa najwyższe pędy kwiatowe roślin samozapłodnianych — 10½ i 9 cali, a więc ich wysokości miały się do siebie jak 100 do 58. Stosunek ten jednak, oparty tylko na danych odnoszących się do dwu par roślin, bynajmniej nie zasługiwałby na zaufanie i nie podawałbym go tutaj, gdyby nie to, że zgodny jest z inną obserwacją. Zanotowałem mianowicie, że rośliny krzyżowane były o wiele bujniejsze niż te, z którymi współzawodniczyły i że wydawały się dwa razy bardziej rozkrzewione. Pomiaru ciężaru obu serii w następnym pokoleniu potwierdziły tę ostatnią ocenę. Pewną ilość kwiatów roślin krzyżowanych ponownie zapłodniono pyłkiem innej rośliny z tej samej serii i podobnie znów przeprowadzono samozapłod-

nienie niektórych kwiatów roślin samozapłodnianych; z powstałych w ten sposób nasion otrzymano następne pokolenie.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny trzeciego pokolenia. Wspomniane wyżej nasiona skielkowano na czystym piasku i posadzono parami po przeciwnych stronach czterech doniczek. Gdy rośliny były w pełni kwitnienia, zmierzono najwyższą łodygę każdej z nich do podstawy kielicha. Wyniki pomiarów zawiera tabela XLVI. W donicz-

TABELA XLVI. *Dianthus caryophyllus* (trzecie pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	28 ⁶ / ₈	30
	27 ³ / ₈	26
II	29	30 ⁷ / ₈
	29 ⁴ / ₈	27 ⁴ / ₈
III	28 ⁴ / ₈	31 ⁶ / ₈
	23 ⁴ / ₈	24 ⁵ / ₈
IV	27	30
	33 ⁴ / ₈	25
Razem cali	227,13	225,75

ce I rośliny krzyżowane i samozapłodniane zakwitły w tym samym czasie, lecz w pozostałych trzech krzyżowane zakwitły wcześniej. Ponadto rośliny te kwitły jesienią o wiele dłużej niż samozapłodniane.

Średnia wysokość ośmiu roślin krzyżowanych wynosiła tu 28,39 cala, a ośmiu samozapłodnianych — 28,21 cala, czyli wysokości miały się do siebie jak 100 do 99. Różnica zatem w wysokości nie zasługiwała na uwagę, różnica natomiast w sile i bujności była zadziwiająca, o czym świadczy ciężar roślin. Po zebraniu torebek z nasionami ścięto i zważono osiem roślin krzyżowanych i osiem samozapłodnianych; ważyły one odpowiednio 43 uncje i tylko 21 uncji, stosunek więc wynosił 100 do 49.

Ponieważ rośliny znajdowały się pod siatką, wszystkie wytworzone torebki musiały być samorzutnie samozapłodnione. Osiem roślin krzyżowanych wytworzyło w ten sposób dwadzieścia jeden torebek, z których tylko dwanaście było wypełnionych; zawierały one średnio 8,5 nasienia na torebkę. Osiem natomiast roślin samozapłodnianych wytworzyło aż trzydzieści sześć torebek, z których zbadałem dwadzieścia pięć; wszystkie te torebki, z wyjątkiem trzech, zawierały nasiona, średnio 10,63 nasienia na torebkę. Stosunek więc średniej liczby nasion w torebce wytworzonych przez rośliny pochodzące z krzyżowania do wytworzonych przez rośliny pochodzące z samozapłodnienia (obie serie zostały samozapłodnione samorzutnie) wynosił 100 do 125. Ten niezwykle wynik jest prawdopodobnie spowodowany tym, że u niektórych roślin samozapłodnianych — w porównaniu z wyjściowym gatunkiem — nastąpiło zbliżenie terminów dojrzewania pyłku oraz

znamion. Już w pierwszym doświadczeniu zauważyliśmy, że niektóre rośliny różniły się od innych tym, że były w nieco większym stopniu samopłodne.

Wyniki krzyżowania z nowym rodem. Dwadzieścia kwiatów samozapłodnianych roślin ostatniego, czyli trzeciego pokolenia (tabela XLVI), zapłodniono własnym pyłkiem pobranym jednak z innych kwiatów tej samej rośliny. Wytworzyły one piętnaście torebek, które zawierały średnio 47,23 nasienia przy maksimum siedemdziesięciu stwierdzonych w jednym wypadku (nie uwzględniając dwu torebek zaledwie z trzema i sześć-

TABELA XLVII. *Dianthus caryophyllus*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane z londyńskimi	Rośliny krzyżowane między sobą	Rośliny samozapłodniane
I	Cale 39 ⁵ / ₈ 30 ⁷ / ₈	Cale 25 ¹ / ₈ 21 ⁸ / ₈	Cale 29 ² / ₈ +
II	36 ² / ₈ 0		22 ³ / ₈ +
III	28 ⁵ / ₈ +	30 ² / ₈ 23 ¹ / ₈	
IV	33 ⁴ / ₈ 28 ⁷ / ₈	35 ⁵ / ₈ 32	30 24 ⁴ / ₈
V	28 0	34 ⁴ / ₈ 24 ² / ₈	+
VI	32 ⁵ / ₈ 31	24 ⁷ / ₈ 26	30 ³ / ₈ 24 ⁴ / ₈
VII	41 ⁷ / ₈ 34 ⁷ / ₈	29 ⁷ / ₈ 26 ⁴ / ₈	27 ⁷ / ₈ 27
VIII	34 ⁵ / ₈ 28 ⁵ / ₈	29 0	26 ⁶ / ₈ +
IX	25 ⁵ / ₈ 0	28 ⁵ / ₈ +	+
X	38 32 ⁴ / ₈	28 ⁴ / ₈ +	22 ⁷ / ₈ 0
Razem cali	525,13	420,00	265,50

cioma nasionami). Samozapłodnione torebki samozapłodnianych roślin pierwszego pokolenia dały o wiele niższą średnią liczbę nasion, wynoszącą 35,95; ponieważ jednak te ostatnie rośliny rosły bardzo gęsto, ta różnica w samopłodności nie może być podstawą

do wyciągania żadnych wniosków. Siewki otrzymane z wyżej opisanych nasion były roślinami czwartego pokolenia samozapładnianego, przedstawionego w tabeli XLVII.

Dwanaście kwiatów tych samych roślin trzeciego pokolenia samozapładnianego (tabela XLVI) zapłodniono krzyżowo pyłkiem roślin krzyżowanych przedstawionych w tej samej tabeli. Rośliny te były wzajemnie krzyżowo zapładniane przez trzy poprzednie pokolenia; wiele z nich było niewątpliwie bliżej lub dalej spokrewnionych ze sobą, lecz nie tak blisko, jak w niektórych doświadczeniach z innymi roślinami, gdyż kilka roślin goździka wyhodowano i krzyżowano we wcześniejszych pokoleniach. Nie były one spokrewnione z roślinami samozapładnianymi, a jeżeli tak, to w słabym tylko stopniu. Trzy poprzednie pokolenia form rodzicielskich, zarówno roślin samozapładnianych, jak i krzyżowanych, znajdowały się w możliwie jednakowych warunkach. Dwanaście kwiatów poprzednio wspomnianych wytworzyło dziesięć torebek, zawierających średnio 48,66 nasienia przy maksimum siedemdziesięciu dwu nasionach stwierdzonych w jednym wypadku. Rośliny wyrosłe z tych nasion możemy nazwać krzyżowanymi między sobą.

Ponadto dwanaście kwiatów tych samych samozapładnianych roślin trzeciego pokolenia zapłodniono pyłkiem roślin, które wyrosły z nasion kupionych w Londynie. Rośliny, które wydały te nasiona, prawie na pewno rosły w warunkach zupełnie odmiennych niż moje rośliny samozapładniane i krzyżowane; nie były one również w żadnym stopniu spokrewnione z nimi. Dwanaście wymienionych wyżej kwiatów w ten sposób zapłodnionych krzyżowo wytworzyło torebki, lecz zawierały one niską średnią liczbę nasion — 37,41 na torebkę, przy maksimum sześćdziesięciu czterech nasionach stwierdzonych w jednym wypadku. Zaskakujący jest fakt, że w wyniku skrzyżowania z nowym rodem nie zwiększyła się średnia liczba nasion, gdyż jak zaraz zobaczymy, wyrosłe z tych nasion rośliny, które możemy nazwać krzyżowanymi z londyńskimi, skorzystały wiele — dzięki skrzyżowaniu — zarówno pod względem wysokości, jak i płodności.

Owe trzy serie nasion poddano kiełkowaniu na czystym piasku. Wiele nasion krzyżowanych z londyńskimi wykiełkowało wcześniej niż inne i te odrzucono, wiele zaś krzyżowanych między sobą wykiełkowało później niż osobniki pozostałych dwu serii. Nasiona posadzono w dziesięciu doniczkach, których powierzchnię podzielono na trzy części; gdy jednak w tym samym czasie kiełkowały tylko dwa rodzaje nasion, sadzono je po przeciwnych stronach innych doniczek. Puste miejsca w jednej z trzech kolumn tabeli XLVII wskazują na takie wypadki. 0 w tabeli oznacza, że siewki wypadły przed zmierzaniem, a +, że roślina nie wytworzyła pędu kwiatowego i nie została wobec tego zmierzona. Na uwagę zasługuje fakt, że spośród osiemnastu roślin samozapładnianych nie mniej niż osiem albo wypadło, albo nie zakwitło; w takiej samej natomiast sytuacji znalazły się zaledwie trzy rośliny spośród jedenastu krzyżowanych między sobą i cztery z dwudziestu krzyżowanych z londyńskimi. Rośliny samozapładniane wyglądały zdecydowanie słabiej niż rośliny pozostałych dwu serii, a liście ich były mniejsze i węższe. W jednej tylko doniczce samozapładniana roślina zakwitła przed roślinami krzyżowanymi obu rodzajów, które nie różniły się między sobą wyraźnie pod względem terminu kwitnienia. Późno w jesieni, gdy rośliny zakończyły wzrost, zmierzono ich wysokość do podstawy kielicha.

Średnia wysokość szesnastu roślin krzyżowanych z londyńskimi, wymienionymi

w poprzedniej tabeli, wynosi 32,82 cala, piętnastu roślin krzyżowanych między sobą — 28 cali, a dziesięciu samozapłodnianych — 26,55 cala.

Pod względem wysokości otrzymałem następujące stosunki:

Rośliny krzyżowane z londyńskimi do samozapłodnianych	100 do 81
Rośliny krzyżowane z londyńskimi do krzyżowanych między sobą	100 do 85
Rośliny krzyżowane między sobą do samozapłodnianych	100 do 95

Owady odwiedzały i pośredniczyły w swobodnym zapłodnianiu krzyżowym kwiatów tych trzech serii roślin, przy czym należy pamiętać, że wszystkie rośliny ze strony macierzystej pochodzą od roślin trzeciego pokolenia samozapłodnianego i że zapłodniło je w trojaki sposób. Gdy dojrzewały torebki każdej serii roślin, zbierano je i przechowywano osobno, odrzucając puste i niewykształcone. Jednak około połowy października, gdy torebki nie miały już dłużej warunków do dojrzewania, zebrano je i policzono wszystkie niezależnie od stopnia ich wykształcenia. Następnie torebki zgnieciono, a nasiona oczyszczono na sitach i zważono. Aby ujednolicić wyniki, przeliczono je w stosunku do dwudziestu roślin w każdej serii.

Szesnaście roślin krzyżowanych z londyńskimi wytworzyło w rzeczywistości 286 torebek, a więc dwadzieścia takich roślin wytworzyłoby 357,5 torebek; sądząc zaś z rzeczywistego ciężaru nasion, dwadzieścia roślin dałoby nasiona o ciężarze 462 granów.

Piętnaście roślin krzyżowanych między sobą wytworzyło w rzeczywistości 157 torebek, dwadzieścia zatem roślin wytworzyłoby 209,3 torebki, a ich nasiona ważyłyby 208,48 grana.

Dziesięć roślin samozapłodnianych wytworzyło 70 torebek, zatem dwadzieścia wytworzyłoby 140 torebek, a nasiona ważyłyby 153,2 grana.

Z danych tych wynikają następujące stosunki:

Stosunek liczby torebek wytworzonych przez równą liczbę roślin trzech serii

Rośliny krzyżowane z londyńskimi do samozapłodnianych	100 do 39
Rośliny krzyżowane z londyńskimi do krzyżowanych między sobą	100 do 45
Rośliny krzyżowane między sobą do samozapłodnianych	100 do 67

Stosunek ciężaru nasion wytworzonych przez równą liczbę roślin trzech serii

Rośliny krzyżowane z londyńskimi do samozapłodnianych	100 do 33
Rośliny krzyżowane z londyńskimi do krzyżowanych między sobą	100 do 45
Rośliny krzyżowane między sobą do samozapłodnianych	100 do 73

Widzimy z tego, jak bardzo wzrosła płodność potomstwa samozapłodnianych roślin trzeciego pokolenia skrzyżowanych z nowym rodem, czego dowodem jest zarówno liczba wytworzonych torebek, jak i ciężar zawartych w nich nasion (ta ostatnia metoda — uwzględnianie ciężaru — jest bardziej godna zaufania). Obie metody badania wskazują również, że znacznie wzrosła płodność nawet potomstwa roślin samozapłodnianych,

zapłodnionych pyłkiem jednej z krzyżowanych roślin tego samego rodzaju, chociaż obie serie długo podlegały wpływom tych samych warunków.

Jeśli chodzi o płodność tych trzech serii roślin, może dobrze będzie powtórzyć na zakończenie, że kwiaty ich, swobodnie odwiedzane przez owady, niewątpliwie zostały zapłodnione krzyżowo, o czym można wnioskować na podstawie wytworzenia dużej liczby dobrze wykształconych torebek. Ponadto wszystkie te rośliny stanowią potomstwo tych samych roślin macierzystych. Wyraźną przeto różnicę w ich płodności musimy przypisać właściwościom pyłku użytego do zapłodnienia ich form rodzicielskich, różne zaś właściwości pyłku musimy przypisać różnym warunkom, których wpływowi podlegały przez kilka poprzednich pokoleń formy rodzicielskie dające pyłek.

Barwa kwiatów. Kwiaty wytwarzane przez samozapładniane rośliny ostatniego, czyli czwartego pokolenia miały tak jednolite zabarwienie, jak kwiaty gatunku dzikiego, były więc bladłososiorowe lub różowe. Opisałem już analogiczne wypadki u *Mimulus* i *Ipomoea* po kilku pokoleniach samozapładniania. Kwiaty skrzyżowanych ze sobą roślin czwartego pokolenia również były prawie jednolicie zabarwione. Kwiaty jednak roślin krzyżowanych z angielskimi, czyli pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem o ciemnoszkarłatnych kwiatach, wykazywały wielkie różnice pod względem barwy, czego można by się spodziewać i co zresztą u siewek goździków stanowi ogólną regułę. Na uwagę zasługuje to, że tylko dwie czy trzy rośliny krzyżowane z londyńskimi dały kwiaty ciemnoszkarłate jak forma ojcowska, a tylko bardzo nieliczne — bladłososiorowe jak forma macierzysta. Ogromna większość miała płatki rozmaicie wzdłuż dwubarwne paskowane, jednak w pewnych wypadkach tło było ciemniejsze niż u form matecznych.

XII. MALVACEAE

HIBISCUS AFRICANUS

Wiele kwiatów tej ketmii zapłodniono pyłkiem innej rośliny, wiele innych zaś ich własnym pyłkiem. Większą stosunkowo liczbę torebek wytworzyły kwiaty krzyżowane niż samozapłodnione, przy czym krzyżowane torebki zawierały raczej więcej nasion.

TABELA XLVIII. *Hibiscus africanus*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodnione
I	Cale 13 ⁴ / ₈	Cale 16 ² / ₈
II	14	14
III	8	7
IV	17 ⁴ / ₈	20 ⁴ / ₈
Razem cali	53,00	57,75

8 — Skutki krzyżowania

Nasiona samozapłodnione były nieco cięższe niż taka liczba nasion krzyżowanych, lecz źle kiełkowały i otrzymałem tylko po cztery rośliny każdej serii. W trzech doniczkach na cztery rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej.

Cztery rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 13,25 cala, a cztery samozapłodnione — 14,43 cala, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 109 (tabela XLVIII). Jest to niezwykle wypadek przewagi roślin samozapłodnionych nad krzyżowanymi, mierzyłem jednak tylko cztery pary osobników, które nie rosły ani dobrze, ani równo. Płodności obu serii nie porównywałem.

Rozdział V

GERANIACEAE, LEGUMINOSAE, ONAGRACEAE i inne

Pelargonium zonale, krzyżowanie roślin rozmnażanych przez sadzonkowanie nie daje żadnych korzyści — *Tropaeolum minus* — *Limnanthes douglasii* — *Lupinus luteus* i *L. pilosus* — *Phaseolus multiflorus* i *Ph. vulgaris* — *Lathyrus odoratus*, jego odmiany w Anglii nigdy nie krzyżują się samorzutnie — *Pisum sativum*, jego odmiany rzadko krzyżują się między sobą, lecz krzyżowanie jest bardzo korzystne — *Ononis minutissima*, jej kleistogamiczne kwiaty — Streszczenie dotyczące *Leguminosae* — *Clarkia elegans* — *Dartonia aurea* — *Passiflora gracilis* — *Apium petroselinum* — *Scabiosa atropurpurea* — *Lactuca sativa* — *Specularia perfoliata* — *Lobelia ramosa*, przewaga mieszańców w ciągu dwu pokoleń — *Lobelia fulgens* — *Nemophila insignis*, duża przewaga mieszańców — *Borago officinalis* — *Nolana prostrata*.

XIII. GERANIACEAE

PELARGONIUM ZONALE

Roślina ta jest z reguły protandryczna¹ i wskutek tego przystosowana do zapłodnienia krzyżowego za pośrednictwem owadów. U pospolitej odmiany szkarłatnej niektóre kwiaty zostały samozapłodnione, inne zaś zapłodnione pyłkiem innej rośliny. Dopiero później przypomniałem sobie, że rośliny te otrzymałem przez sadzonkowanie z jednego osobnika i że są one wobec tego właściwie częściami tego samego osobnika. Skoro jednak już rośliny skrzyżowałem, zebrałem nasiona i po skiełkowaniu na wilgotnym piasku posadziłem je po przeciwnych stronach trzech doniczek. W jednej doniczce roślina rzekomo krzyżowana szybko okazała się wyższa i dorodniejsza niż samozapłodniana. Ta przewaga utrzymywała się przez cały czas. W obu pozostałych doniczkach

¹ Pan J. Denny, wybitny hodowca nowych odmian pelargonii, po stwierdzeniu, że gatunek ten jest protandryczny, dodaje („The Florist and Pomologist”, styczeń 1872, s. 11): „U pewnych odmian, szczególnie tych, które mają różowe płatki, albo też tych, które mają słabą konstytucję, słupek rozchyła się jednocześnie z pękaniem pylników albo nawet wcześniej. Ponadto mają one często krótki słupek, toteż gdy się on rozchyła, wygląda jakby był zagłuszony przez pękające pylniki. Odmiany te dobrze zawiązują nasiona, przy czym każda rozłupka powstaje wskutek zapłodnienia własnym pyłkiem. Przykładem może tu być odmiana Christine”. Mamy tu ciekawy wypadek zmienności dotyczącej ważnej właściwości funkcjonalnej.

siewki były po obu stronach przez pewien czas zupełnie jednakowe; kiedy jednak rośliny samozapłodniane miały około 10 cali wysokości, prześcignęły one nieco rośliny krzyżowane, później zaś wykazywały coraz wyraźniejszą i większą przewagę. Ogólnie więc rośliny samozapłodniane były nieco wyższe od roślin rzekomo krzyżowanych. A zatem w tym wypadku, podobnie jak u *Origanum*, krzyżowanie osobników powstałych w wyniku bezpłciowego rozmnożenia tego samego osobnika wyjściowego, a przy tym przebywających przez dłuższy czas w tych samych warunkach, nie daje ich potomstwu żadnej korzyści.

Na innej roślinie tej samej odmiany szereg kwiatów zapłodniono pyłkiem z młodszych kwiatów tej samej rośliny, aby nie używać starego i dawno wysypanego pyłku z tych samych kwiatów. Sądziłem, że taki pyłek może dawać gorsze wyniki niż świeży. Inne kwiaty na tej samej roślinie zapłodniono świeżym pyłkiem z rośliny wprowadzonej bardzo podobnej, ale pochodzącej na pewno od odrębnej siewki. Nasiona samozapłodniane kiełkowały raczej wcześniej niż pozostałe, skoro jednak udało się uzyskać jednocześnie kiełkujące pary, posadzono je po przeciwnych stronach czterech doniczek. Zanim obie grupy siewek osiągnęły wysokość 4—5 cali, były jednakowe, jedynie w doniczce IV roślina krzyżowana była znacznie wyższa. Kiedy rośliny osiągnęły wysokość 11—14 cali, mierzono je do wierzchołków najwyższych liści. Rośliny krzyżowane miały średnio 13,46 cala, samozapłodniane zaś — 11,07 cala, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 82. Po pięciu miesiącach znów zmierzono rośliny w taki sam sposób; wyniki pomiarów zestawiono w tabeli XLIX.

TABELA XLIX. *Pelargonium zonale*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	22 ³ / ₈	25 ⁵ / ₈
	19 ⁰ / ₈	12 ⁴ / ₈
II	15	19 ⁰ / ₈
	12 ² / ₈	22 ² / ₈
III	30 ⁵ / ₈	19 ⁴ / ₈
	18 ⁴ / ₈	7 ⁴ / ₈
IV	38	9 ⁴ / ₈
Razem cali	156,50	116,38

Tym razem siedem roślin krzyżowanych miało średnio 22,35 cala wysokości, siedem zaś samozapłodnianych — 16,62 cala, a więc stosunek wynosił 100 do 74. Ze względu jednak na to, że rośliny były bardzo nierówne, wynik jest mniej wiarygodny niż w większości innych wypadków. W doniczce II obie rośliny samozapłodniane, jeśli nie liczyć początkowego okresu wzrostu, stale wykazywały przewagę nad obiema roślinami krzyżowanymi.

Chcąc się przekonać, jak zachowują się te rośliny przy odrastaniu, przyciąłem je, gdy swobodnie rosły, tuż nad ziemią. Rośliny krzyżowane wykazały teraz swoją przewagę w inny sposób; na siedem tylko jedna nie wytrzymała tego zabiegu, wówczas gdy z roślin samozapładnianych zginęły trzy. Wobec tego pozostawiono tylko doniczki I i III. Również w następnym roku w obu tych doniczkach rośliny krzyżowane wykazały przy odrastaniu mniej więcej taką samą jak poprzednio przewagę w stosunku do roślin samozapładnianych.

TROPAEOLUM MINUS

Jak wykazali Sprengel i Delpino, kwiaty tej rośliny są protandryczne i wyraźnie przystosowane do zapłodnienia krzyżowego za pośrednictwem owadów. Dwanaście kwiatów roślin rosnących w gruncie zapłodniono pyłkiem innej rośliny i otrzymano jedenaście torebek zawierających razem 24 dobrze wykształcone nasiona. Osiemnaście kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem i te zawiązały tylko jedenaście torebek zawierających 22 wykształcone nasiona. Jak więc widać, znacznie większa liczba kwiatów krzyżowanych zawiązała torebki, które zawierały też nieco więcej nasion niż przy samozapłodnieniu; stosunek liczby torebek wynosił 100 do 92. Nasiona z owoców samozapładnianych były jednak cięższe od krzyżowanych w stosunku 100 do 87.

Nasiona jednakowo skielkowane posadzono po przeciwnych stronach czterech doniczek, mierzono jednak tylko po dwie najwyższe rośliny z każdej strony doniczki. Mierzono wysokość do wierzchołka pędu. Ponieważ doniczki umieszczono w szklarni i rośliny pięły się po tyczkach, osiągnęły niezwykłą wysokość. W trzech doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej, natomiast w czwartej — jednocześnie z samozapładnianymi. Gdy siewki miały 6 — 7 cali wysokości, krzyżowane zaczęły wykazywać pewną przewagę nad samozapładnianymi. Gdy osiągnęły znaczną wysokość, osiem

TABELA L. *Tropaeolum minus*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	65	31
	50	45
II	69	42
	35	45
III	70	50 ⁴ / ₈
	59 ⁴ / ₈	55 ⁴ / ₈
IV	61 ⁴ / ₈	37 ⁴ / ₈
	57 ⁴ / ₈	61 ⁴ / ₈
Razem cali	467,5	368,0

najwyższych roślin krzyżowanych miało średnio 44,43 cala, osiem zaś najwyższych roślin samozapłodnianych — 37,34 cala, czyli stosunek wysokości wynosił 100 do 84. Ponownie zmierzono je, gdy już zakończyły wzrost; wyniki pomiarów są podane w tabeli L.

Osiem najwyższych roślin krzyżowanych miało teraz średnio 58,43 cala, osiem zaś najwyższych samozapłodnianych — 46 cali, stosunek więc wynosił 100 do 79.

Obie grupy roślin pozostawione w szklarni bez osłony wykazywały również znaczną różnicę w płodności. 17 września ze wszystkich roślin zebrano torebki i policzono nasiona. Rośliny krzyżowane wytworzyły łącznie 243 nasiona, gdy tymczasem taka sama liczba roślin samozapłodnianych dała 155 nasion, a więc stosunek wynosił 100 do 64.

LIMNANTHES DOUGLASII

Po kilka kwiatów zapłodniono w zwykły sposób bądź ich własnym, bądź obcym pyłkiem. Nie było wyraźnej różnicy w ilości zawiązanych nasion. Również pod siatką zawiązało się samorzutnie dużo nasion. Otrzymane z tych nasion siewki wysadzono do pięciu doniczek. Gdy siewki krzyżowane miały około 3 cali wysokości, można było zaobserwować ich lekką przewagę w stosunku do samozapłodnianych. Kiedy osiągnęły

TABELA LI. *Limnanthes Douglasii*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	17 ⁷ / ₈	15 ¹ / ₈
	17 ⁶ / ₈	16 ⁴ / ₈
	13	11
II	20	14 ⁴ / ₈
	22	15 ⁶ / ₈
	21	16 ¹ / ₈
	18 ⁴ / ₈	17
III	15 ⁶ / ₈	11 ⁴ / ₈
	17 ² / ₈	10 ⁴ / ₈
	14	0
IV	20 ¹ / ₈	13 ⁴ / ₈
	14	13
	18	12 ² / ₈
V	17	14 ² / ₈
	18 ⁵ / ₈	14 ¹ / ₈
	14 ² / ₈	12 ⁵ / ₈
Razem cali	279,50	207,75

dwa razy większy wzrost, zmierzono do końców liści wysokość szesnastu roślin krzyżowanych i szesnastu samozapładnianych; pierwsze miały średnio 7,3 cala, drugie zaś — 6,07 cala, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 83. We wszystkich doniczkach z wyjątkiem IV rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej od którejkolwiek z samozapładnianych. Kiedy rośliny osiągnęły pełną wysokość, zmierzono je ponownie do szczytów dojrzałych torebek; wyniki pomiarów podaje tabela LI.

Szesnaście roślin krzyżowanych miało teraz średnią wysokość 17,46 cala, piętnaście zaś (bo jedna przedtem zginęła) roślin samozapładnianych — 13,85 cala, czyli ich wysokości miały się do siebie jak 100 do 79. Pan Galton uważa, że słuszniejszy byłby wyższy stosunek, mianowicie 100 do 76. Przedstawiając graficznie przytoczone wyżej wyniki pomiarów przy otrzymanej krzywej napisał uwagę „bardzo dobrze”. Obydwie grupy roślin zawiązały obficie torebki nasienne; sądząc na oko nie było różnic w ich płodności.

XIV. LEGUMINOSAE

Z tej rodziny wziętem do doświadczeń rośliny sześciu następujących rodzajów: *Lupinus*, *Phaseolus*, *Lathyrus*, *Pisum*, *Sarothamnus* i *Ononis*.

LUPINUS LUTEUS¹

Kilka kwiatów skrzyżowano używając pyłku z innej rośliny, lecz ze względu na nie sprzyjający przebieg pogody zawiązały one tylko dwa nasiona. Na tej samej okrytej siatką roślinie, na której zawiązały się te dwa nasiona, zawiązało się również dziewięć nasion w wyniku samorzutnego samozapłodnienia. Jedno z krzyżowanych nasion wysiano z jednej strony doniczki, z drugiej zaś strony dwa nasiona samozapładniane; te ostatnie kiełkowały dwa i trzy dni wcześniej niż nasienie krzyżowane. Drugie krzyżowane nasienie wysiano w podobny sposób, umieszczając z drugiej strony doniczki dwa nasiona samozapładniane; te ostatnie również wykłkowały o jeden dzień wcześniej niż krzyżowane. Wobec tego wskutek późniejszego kiełkowania w obu doniczkach siewki krzyżowane zostały zdystansowane przez siewki samozapładniane, w późniejszym jednak okresie ten stan rzeczy zmienił się na odwrotny. Nasiona wysiano późną jesienią i doniczki, które były o wiele za małe, trzymano w szklarni. W rezultacie rośliny rosły źle; w obu doniczkach bardziej ucierpiały rośliny samozapładniane. Na wiosnę podczas kwitnienia obie rośliny krzyżowane miały po 9 cali wysokości; jedna z roślin samozapładnianych miała 8 cali wysokości, trzy zaś pozostałe — po 3 cale, były więc

¹ Budowę kwiatów tej rośliny i sposób, w jaki się zapylają, opisał H. Müller, „Befruchtung” itd., s. 243. Kwiaty nie wydzielają wolnego nektaru i owady na ogół odwiedzają je ze względu na pyłek. Pan Farrer jednak zaznacza („Nature”, 1872, s. 499), że z boku u podstawy żąglika znajduje się wgłębienie, w którym nie mogłem stwierdzić obecności nektaru. Pszczoły jednak, które stale oblatują te kwiaty, szukając tego, co im jest potrzebne, penetrują nie rurkę pręcikową, lecz na pewno to właśnie wgłębienie².

bardzo zdrobniałe. Na dwu roślinach krzyżowanych było trzydzieści strąków, natomiast na czterech samozapłodnianych — tylko jeden. Kilka innych roślin samozapłodnianych, które wysiano osobno do większych doniczek, zawiązało pod siatką parę strąków w wyniku samorzutnego samozapłodnienia. Tych nasion użyto do następnego doświadczenia.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny drugiego pokolenia. Wspomniane przed chwilą nasiona samozapłodniane oraz nasiona otrzymane w wyniku skrzyżowania dwu omawianych roślin poprzedniego pokolenia po skiełkowaniu na piasku posadzono parami po przeciwnych stronach trzech dużych doniczek. Kiedy siewki miały po cztery cale wysokości, krzyżowane wykazywały niewielką przewagę nad samozapłodnianymi. Po osiągnięciu pełnej wysokości każda z roślin krzyżowanych była wyższa od swego odpowiednika. Niemniej jednak we wszystkich trzech donizkach rośliny samozapłodniane kwitły wcześniej niż krzyżowane. Wyniki pomiarów podane są w tabeli LII.

TABELA LII. *Lupinus luteus*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	33 ² / ₈	24 ⁴ / ₈
	30 ⁴ / ₈	18 ⁴ / ₈
	30	28
II	29 ⁴ / ₈	26
	30	25
III	30 ⁴ / ₈	28
	31	27 ² / ₈
	31 ⁴ / ₈	24 ⁴ / ₈
Razem cali	246,25	201,75

Osiem roślin krzyżowanych miało tym razem średnio 30,78 cala wysokości, osiem zaś samozapłodnianych — 25,21 cala, a więc stosunek wynosił 100 do 82. Rośliny te pozostawiono w szklarni nie przykryte, aby zawiązały strąki; wytworzyły one jednak bardzo mało dobrze wykształconych strąków, prawdopodobnie częściowo dlatego, że były rzadko odwiedzane przez pszczoły. Rośliny krzyżowane wydały dziesięć strąków zawierających średnio po 3,4 nasienia, rośliny zaś samozapłodniane miały siedem strąków zawierających przeciętnie po 3 nasiona, toteż stosunek nasion z takiej samej liczby roślin wynosił 100 do 88.

Dwie inne krzyżowane siewki, z których każda rosła w dużej doniczce wraz z umieszczonymi po przeciwnej stronie siewkami samozapłodnianymi, wysadzono wczesną wiosną, nie uszkadzając ich, do żyznej gleby. Dzięki temu konkurencja między nimi była niewielka w porównaniu z omówionymi wyżej roślinami, które rosły w trzech donizkach. Jesienią dwie krzyżowane rośliny były mniej więcej o trzy cale wyższe

niż cztery rośliny samozapładniane; wyglądały one również na silniejsze i miały znacznie więcej strąków.

Po dwa inne nasiona krzyżowane i samozapładniane z tej samej grupy po wykiełkowaniu na piasku wysadzono po przeciwnych stronach dużej doniczki, w której od dawna rosła *Calceolaria*, siewki więc znalazły się w nie sprzyjających warunkach. Dwie rośliny krzyżowane wyrosły ostatecznie do 20½ cala, natomiast dwie samozapładniane miały zaledwie po 18½ i 9½ cala wysokości.

LUPINUS PILOSUS

Wskutek nie sprzyjających okoliczności również tym razem nie udało mi się otrzymać dostatecznej liczby siewek krzyżowanych. Nie warto byłoby podawać poniższych wyników, gdyby nie to, że zgadzały się one dokładnie z omówionymi poprzednio danymi dotyczącymi *L. luteus*. Początkowo otrzymałem tylko jedną siewkę krzyżowaną; posadzono ją w warunkach współzawodnictwa z dwiema siewkami samozapładnianymi rosnącymi po przeciwnej stronie tej samej doniczki. Wkrótce potem rośliny te, nie uszkadzając ich, przesadzono do gruntu. W ciągu jesieni roślina krzyżowana tak się rozrosła, że prawie zagłuszyła obie rośliny samozapładniane, które były zupełnie karłowate; zginęły one, zanim dojrzał na nich choćby jeden strąk. W tym samym czasie posadzono osobno w gruncie kilka nasion roślin samozapładnianych; dwie najwyższe rośliny wyrosły z tych nasion miały 33 i 32 cale, wówczas gdy jedyna roślina krzyżowana miała 38 cali wysokości. Ta ostatnia roślina miała również o wiele więcej strąków niż którakolwiek z roślin samozapładnianych, mimo że rosły one osobno. Kilka kwiatów na tej roślinie krzyżowanej zapłodniono pyłkiem jednej z roślin samozapładnianych, nie miałem bowiem żadnej innej rośliny krzyżowanej, z której można by wziąć pyłek. Jedna z roślin samozapładnianych, okryta siatką, wydała dużo strąków w wyniku spontanicznego samozapłodnienia.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny drugiego pokolenia. Z krzyżowanych i samozapładnianych nasion uzyskanych w opisany powyżej sposób udało mi się otrzymać zaledwie jedną parę roślin, które dojrzały. Rosły one w doniczce w szklarni. Roślina krzyżowana osiągnęła 33 cale wysokości, samozapładniana zaś — 26½ cala. Pierwsza, pomimo że rosła w szklarni, zawiązała osiem strąków zawierających średnio po 2,77 nasienia, druga natomiast zawiązała tylko dwa strąki zawierające średnio po 2,5 nasienia. Obliczona razem średnia wysokość dwu roślin krzyżowanych z dwu pokoleń wynosiła 35,5 cala, wysokość zaś trzech roślin samozapładnianych należących do tych samych dwu pokoleń wynosiła 30,5 cala, a więc stosunek był jak 100 do 86¹.

¹ Zauważyliśmy, że zarówno *Lupinus luteus*, jak *L. pilosus* dobrze zawiązują nasiona nawet wtedy, gdy owady nie mają dostępu. Pan Swale z Christchurch w Nowej Zelandii informuje mnie (patrz „Gardeners' Chronicle”, 1858, s. 828), że tam pszczoły w ogóle nie odwiedzają ogrodowych odmian łubinu i że łubiny te gorzej zawiązują nasiona od wszystkich innych sprowadzonych tam roślin motylkowych z wyjątkiem koniczyzny czerwonej. Dodaje: „W lecie bawiłem się odsłanianiem znamion za pomocą igły i zawsze nagrodą mojego trudu było zawiązanie się strąka, wówczas gdy wszystkie

PHASEOLUS MULTIFLORUS

Roślina ta, zwana przez angielskich ogrodników scarlet-runner, przez Lamarckę zaś *Ph. coccineus*, pochodzi, jak poinformował mnie p. Bentham, z Meksyku. Kwiaty jej są tak zbudowane, że stale odwiedzające je pszczoły i trzmiele prawie zawsze siadają na lewym skrzydełku, gdyż z tej strony najłatwiej im jest wysysać nektar. Płatek ugina się pod ich ciężarem i wskutek ich ruchów znamię wysuwa się ze spiralnie zwinętej łódeczki, okółek zaś włosków otaczający znamię wypycha na zewnątrz znajdujący się przed nim pyłek. Pyłek dotyka głowy lub narządu gębowego pszczoły, która właśnie spija nektar, i w ten sposób dostaje się na znamię bądź tego samego, bądź innego kwiatu¹. Kilka lat temu przykryłem niektóre rośliny dużą siatką. W jednym wypadku zawiązały one mniej więcej jedną trzecią, w innym zaś jedną ósmą strąków w porównaniu z liczbą strąków zawiązaną przez taką samą liczbę roślin nie przykrytych, rosnących tuż obok². Obniżenia płodności nie można przypisać uszkodzeniu spowodowanemu przez siatkę, u kilku bowiem osłoniętych kwiatów poruszałem skrzydełka w taki sam sposób, jak to czynią pszczoły i kwiaty te zawiązały wyjątkowo piękne strąki. Natychmiast po zdjęciu siatki pojawiły się na kwiatach pszczoły i można było z zainteresowaniem obserwować, jak szybko rośliny okrywały się młodymi strąkami. Ponieważ na kwiatach znaleziono dużo przyłżeńców, być może, że działaniu tych małych owadów należy przypisać samozapłodnienie większości kwiatów pod siatką. Dr Ogle również przykrył dużą część rośliny siatką i „z olbrzymiej liczby osłoniętych w ten sposób kwiatów ani jeden nie zawiązał strąka, wówczas gdy kwiaty nie osłonięte były w większości płodne”. Jeszcze bardziej interesujący wypadek przytacza p. Belt; w Nikaragua *Phaseolus multiflorus* dobrze rośnie i kwitnie, lecz ponieważ żadna z tamtejszych pszczoł nie odwiedza jej kwiatów, nie zawiązuje się ani jeden strąk³.

Na podstawie przytoczonych powyżej faktów możemy być prawie pewni, że jeżeli osobniki należące do tej samej odmiany lub do różnych odmian rosną obok siebie

sąsiednie kwiaty nie potraktowane w ten sposób okazywały się bezpłodne”. Nie wiem, jakie gatunki dotyczy ta obserwacja.

¹ Kwiaty zostały opisane przez Delpino i — w sposób godny podziwu — przez p. Farrera w „Annals and Mag. of Nat. Hist.”, t. II (seria 4), paźdz. 1868, s. 256. Mój syn Franciszek wytłumaczył („Nature”, 8 stycznia 1874, s. 189) znaczenie pewnej osobliwości ich budowy. Istnieje u tych kwiatów małe, pionowe zgrubienie koło podstawy pojedynczego wolnego pręcika; wydaje się, że zgrubienie to broni dostępu do dwu miodników znajdujących się u nasady pręcika. Tłumaczy on, że zgrubienie to uniemożliwia pszczołom dostanie się do nektaru, jeśli nie zbliżają się do niego od lewej strony kwiatu; dla zapłodnienia krzyżowego jest absolutnie niezbędne, aby lewe skrzydełko kwiatu ugięło się pod ich ciężarem.

² „Gardeners' Chronicle”, 1857, s. 725 i bardziej szczegółowo ibid., 1858, s. 828. Również „Annals and Mag. Nat. Hist.” (seria 3), t. II, 1858, s. 462.

³ Dr Ogle, „Pop. Science Review”, 1870, s. 168. Pan Belt, „The Naturalist in Nicaragua”, 1874, s. 70. Ten ostatni autor podaje („Nature”, 1875, s. 26), że pod Londynem późno posiana *Ph. multiflorus* „pozostała jałowa” wskutek tego, że trzmiele dobierały się do nektaru nie w zwykły sposób, lecz — jak to często robią — wygryzając otwory u podstawy kwiatu.

i kwitną jednocześnie, powinny krzyżować się między sobą, nie mogą jednak przytoczyć na to żadnego przykładu, gdyż w Anglii uprawiana jest pospolicie tylko jedna odmiana. Otrzymałem jednak wiadomość od wielbego W. A. Leightona, iż rośliny, które otrzymał ze zwykłych nasion, wydały nasiona zupełnie odmienne pod względem barwy i kształtu, co nasuwa przypuszczenie, że ich formy rodzicielskie uległy skrzyżowaniu. We Francji p. Fermond niejednokrotnie sadził tuż obok siebie odmiany zazwyczaj utrzymujące się w typie, które różniły się barwą kwiatów oraz nasion. Potomstwo otrzymane w tych warunkach było tak zmienione, że trudno było wątpić, iż odmiany te się skrzyżowały¹. Z drugiej strony prof. H. Hoffmann² nie sądzi, aby odmiany samorzutnie krzyżowały się między sobą. Wprawdzie z siewek otrzymanych z dwu rosnących tuż obok siebie odmian wyrosły rośliny wytwarzające nasiona o charakterze mieszanym, podobne jednak zjawisko wystąpiło również wtedy, gdy odległość między roślinami wynosiła od 40 do 150 kroków; przypisuje on przeto mieszany charakter nasion zmienności samorzutnej. Odległość ta nie była bynajmniej wystarczająca, aby zapobiec skrzyżowaniu się. Wiadomo, że rośliny kapustne krzyżują się między sobą przy kilkakrotnie większej odległości. Skrupulatny Gärtner³ przytacza wiele przykładów, świadczących o krzyżowaniu się roślin rosnących w odległości od 600 do 800 jardów. Profesor Hoffmann utrzymuje, że kwiaty fasoli zwyczajnej* są szczególnie przystosowane do samozapłodnienia. Szereg kwiatów osłaniał on torebkami, ponieważ zaś pączki często opadały, przypisywał on częściową bezpłodność tych kwiatów szkodliwemu działaniu torebek, nie zaś temu, że nie mają dostępu owady. Jedyną jednak pewną metodą przeprowadzania tego rodzaju doświadczeń jest przykrywanie całej rośliny; w tych warunkach roślina nigdy nie doznaje uszkodzeń.

TABELA LIII *Phaseolus multiflorus*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	87	84 ⁶ / ₈
	88	87
	82 ⁴ / ₈	76
II	90	76 ⁴ / ₈
	82 ⁴ / ₈	87 ⁴ / ₈
Razem cali	430,00	411,75

¹ „Fécondation chez les Végétaux”, 1859, s. 34—40. Dodaje on, że p. Villiers opisał w „Annales de la Soc. R. de Horticulture” (czerwiec 1844) samorzutnie powstałego mieszańca, którego nazywa on *Ph. coccineus hybridus*.

² „Bestimmung des Werthes von Species und Varietät”, 1869, s. 47—72.

³ „Kenntniss der Befruchtung”, 1844, s. 573 i 577.

* *Phaseolus vulgaris*. (Red.)

Nasiona samozapłodnione otrzymano w ten sposób, że poruszano w górę i w dół — tak jak to robią pszczoły — skrzydełka kwiatów osłoniętych siatką. Nasiona krzyżowane otrzymano przez skrzyżowanie dwu roślin znajdujących się pod tą samą siatką. Po wykiełkowaniu nasion na piasku posadzono je po przeciwnych stronach dwu dużych doniczek, dając im tej samej długości tyczki do owijania się. Mając po osiem cali wysokości rośliny były jednakowe po obu stronach. W obu doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej od samozapłodnianych. Kiedy jedna z roślin danej pary dorastała do szczytu swej tyczki, mierzono obie rośliny (tab. LIII).

Średnia wysokość pięciu roślin krzyżowanych wynosi 86 cali, roślin zaś samozapłodnianych — 82,35 cala, a więc stosunek wynosi 100 do 96. Doniczki znajdowały się w szklarni; płodność obu grup była zupełnie lub prawie zupełnie jednakowa. Z tych więc nielicznych obserwacji wynika, że krzyżowanie daje bardzo niewielką korzyść.

PHASEOLUS VULGARIS

Jeśli chodzi o ten gatunek, stwierdziłem po prostu, że mimo uniemożliwienia owadom dostępu kwiaty są w wysokim stopniu płodne. Musi tak być, gdyż często rośliny te pędzi się zimą, gdy owady w ogóle nie latają. Kilka roślin należących do dwu odmian (mianowicie Canterbury i Fulmer's Forcing Bean) przykryto siatką; wydało się na oko, że zawiązały one równie dużo strąków i nasion, jak inne nie przykryte rośliny rosnące tuż obok; nie liczono jednak ani strąków, ani nasion. Ta różnica w samopłodności między *Ph. vulgaris* i *Ph. multiflorus* jest zastanawiająca, gdyż obydwie gatunki są tak ściśle ze sobą spokrewnione, iż Linneusz uważał je za jeden. Gdy odmiany *Ph. vulgaris* rosną obok siebie w gruncie, krzyżują się czasem ze sobą w znacznym stopniu pomimo zdolności do samozapłodnienia. Pan Coe podał mi tego rodzaju interesujący wypadek, jeśli chodzi o uprawiane razem odmiany mające czarne, białe i brązowe nasiona. Zdumiewająca była różnorodność siewek drugiego pokolenia, które otrzymałem z jego roślin. Mógłbym przytoczyć inne jeszcze analogiczne wypadki; fakt ten również dobrze znają ogrodnicy¹.

LATHYRUS ODORATUS

Każdy niemal, kto badał budowę kwiatów motylkowych, przekonywał się, że są one szczególnie przystosowane do krzyżowego zapłodnienia, jakkolwiek wiele gatunków jest również zdolnych do samozapłodnienia. Toteż ciekawy jest fakt, że *Lathyrus odoratus*, czyli groszek pachnący, w Anglii stale, jak się wydaje, rozmnaża się przez samozapłodnienie. Doszedłem do takiego wniosku na tej podstawie, że w handlu znajduje się zazwyczaj pięć odmian bardzo się różniących barwą kwiatów, które się utrzymują w typie; tymczasem na podstawie informacji uzyskanych od dwóch poważnych producentów nasion handlowych wnioskuję, że nie stosują oni żadnych środków mających zapewnić czystość odmianową — pięć omawianych odmian uprawia się stale tuż obok siebie².

¹ Przykład p. Coe podał w „Gardeners' Chronicle”, 1858, s. 829. Patrz również inny podobny wypadek *ibid.*, s. 845.

² O tym samym mówi p. W. Earley w „Nature”, 1872, s. 242. Widział on jednak

Sam umyślnie przeprowadzałem podobne próby, otrzymując również ten sam wynik. Jakkolwiek odmiany zawsze utrzymują się w typie, zdarza się jednak, jak to zaraz zobaczymy, że jedna z dobrze znanych odmian daje początek innej, wykazując wtedy wszystkie właściwe tej odmianie cechy. Dzięki temu ciekawemu zjawisku oraz wskutek większej plenności odmian ciemniej zabarwionych, te ostatnie szybciej się rozmnażają i — jak mnie ostatnio poinformował p. Masters — w razie niestosowania selekcji całkowicie wypierają inne odmiany.

Chcąc się przekonać, jakie wyniki da skrzyżowanie dwu odmian, wykastrowano pewną liczbę bardzo młodych kwiatów odmiany Purple, która ma ciemny, czerwono-purpurowy żągielek i fioletowe skrzydełka oraz łódeczkę, i zapłodniono pyłkiem odmiany Painted Lady. Ta ostatnia odmiana ma żągielek barwy jasnowisnowej i prawie białe skrzydełka oraz łódeczkę. W dwu wypadkach otrzymałem po takim zapłodnieniu kwiatu rośliny całkowicie podobne do obu form rodzicielskich, przeważnie jednak podobne były do odmiany ojcowskiej. Podobieństwo było tak duże, że nasuwałoby podejrzenie pomyłki przy etykietowaniu, gdyby nie to, że rośliny, które początkowo były identyczne jak Painted Lady, miały pod koniec wegetacji kwiaty o ciemnopurpurowych cętkach i prążkach. Stanowi to ciekawy przykład częściowej rewersji występującej z wiekiem u tego samego osobnika. Rośliny o kwiatach purpurowych usunięto, gdyż mogły one powstać w wyniku przypadkowego samozapłodnienia niedokładnie wykastrowanej rośliny matecznej. Natomiast rośliny, które pod względem barwy przypominały odmianę ojcowską, a więc Painted Lady, pozostawiono i zebrano z nich nasiona. Następnego lata z nasion tych otrzymano wiele roślin, które na ogół przypominały swego dziadka, Painted Lady, lecz większość z nich miała skrzydełka prążkowane o barwie ciemnoróżowej. Bardzo nieliczne kwiaty miały jasnopurpurowe skrzydełka, łódeczkę zaś o mocniejszej barwie karmazynowej niż ma zazwyczaj Painted Lady, stanowiły więc nową pododmianę. Kwiaty jednej spośród tych roślin były purpurowe, podobne do kwiatów babki, lecz na płatkach żągielka miały nieco jaśniejsze pręgi; roślinę tę usunięto. Z pozostałych roślin znowu zebrano nasiona, a otrzymane z nich siewki w dalszym ciągu były podobne do Painted Lady, a więc do pradziadka; tym razem jednak wykazywały one dużą różnorodność: żągielki miały barwę od jasno- do ciemnoczerwonej, czasem białe cętki; barwa skrzydełek wahała się od prawie białej do purpurowej, łódeczka zaś była u wszystkich prawie biała.

Ponieważ żadnej zmienności tego rodzaju nie stwierdza się u siewek pochodzących od rodziców rosnących w ciągu wielu kolejnych pokoleń tuż obok siebie, możemy wyciągnąć wniosek, że nie mogą się one krzyżować. Zdarza się jedynie czasem, że w rzędku roślin otrzymanych z nasion jednej odmiany pojawia się inna odmiana o charakterystycznych dla niej cechach. Na przykład w długim rzędku odmiany Scarlet (której nasiona specjalnie do tego doświadczenia zostały starannie zebrane) wystąpiły dwa osobniki Purple i jeden — Painted Lady. Z tych trzech odchylających się od typu roślin zebrano nasiona i wysiano w osobnych doniczkach. Siewki z obu roślin Purple były przeważnie Purple, ale było też kilka roślin Painted Lady oraz kilka Scarlet. Siewki pochodzące od odchylającej się od typu rośliny Painted Lady były przeważnie

pewnego razu pszczoły oblatujące kwiaty i przypuszczał, że w tym wypadku nastąpiło skrzyżowanie.

Painted Lady, ale było też wśród nich kilka roślin Scarlet. Każda z tych odmian niezależnie od tego, od jakich pochodziła rodziców, utrzymywała bez zmian wszystkie swe charakterystyczne cechy, toteż nie miała żadnych prążków czy cętek, które występowały u poprzednio omawianych roślin mieszańcowego pochodzenia. Często jednak spotyka się w sprzedaży inną odmianę, o ciemnopurpurowych prążkach i cętkach. Odmiana ta jest prawdopodobnie pochodzenia mieszańcowego, gdyż zarówno ja, jak i p. Masters stwierdziliśmy, iż nie przekazuje ona w pełni swych cech.

Z przytoczonych powyżej danych możemy wywnioskować, że w Anglii odmiany groszku rzadko lub wcale nie krzyżują się ze sobą. Jest to fakt bardzo zastanawiający jeśli wziąć pod uwagę, po pierwsze — ogólną budowę tych kwiatów, po drugie — wytwarzanie przez nie pyłku w ilości znacznie większej niż ta, która jest potrzebna do samozapłodnienia, po trzecie — sporadyczne odwiedzanie kwiatów przez owady. Jest rzeczą zrozumiałą, że owady nie zawsze powodują krzyżowe zapłodnienie kwiatów. Na przykład sam trzykrotnie widziałem dwa rodzaje trzmieeli, a także pszczoły, które wysysając nektar nie dość mocno nacisnęły płatki łódeczki, aby pylniki i znamię wydo stały się na wierzch; owady te nie spowodowały zapłodnienia kwiatów. Jeden z tych owadów, mianowicie *Bombus lapidarius*, siedział z boku kwiatu koło podstawy żągielka i wsuwał swój narząd pyszczkowy pod pojedynczy wolny pręcik. Przekonałem się później po otwarciu kwiatu, że pręcik ten był przygnieciony. Pszczoły muszą się zachowywać w taki sam sposób, gdyż szpara w rurce pręcikowej jest zupełnie przykryta szerokim, błonkowatym brzegiem swobodnego pręcika, rurka zaś, jaką tworzą zrosnięte pręciki, nie ma otworów, przez które można by pobierać nektar. Natomiast u trzech badanych przeze mnie brytyjskich gatunków *Lathyrus*, a także u spokrewnionego rodzaju *Vicia* rurka ma po dwa tego rodzaju otwory. Toteż brytyjskie pszczoły mogą nie umieć wydobywać nektaru z groszku pachnącego. Mogę dodać, że rurki pręcikowe innego gatunku obcego pochodzenia, *Lathyrus grandiflorus*, nie mają otworów nektarowych i w moim ogrodzie gatunek ten rzadko zawiązywał strąki, chyba że skrzydełka przechylano w górę i w dół, podobnie jak musiałyby to czynić pszczoły. Po wykonaniu takiego zabiegu strąki najczęściej zawiązywały się, choć później z nie znanej mi przyczyny często opadały. Jeden z moich synów złapał kiedyś ćmę z rodzaju *Sphinx*, która oblatywała kwiaty groszku pachnącego, lecz ten owad nie umiał przechylić skrzydełek i łódeczki. Widziałem natomiast pewnego razu pszczoły i dwukrotnie czy trzykrotnie *Megachile willughbiella* naciskającego łódeczkę; owady te miały odwłoki pokryte od spodu grubą warstwą pyłku, na pewno więc przenosiły pyłek z jednych kwiatów na znamiona innych. Dlaczego jednak nigdy nie zdarza się — aczkolwiek owady rzadko działają w ten skuteczny sposób — aby te odmiany skrzyżowały się ze sobą? Faktu tego nie można chyba tłumaczyć tym, że kwiaty zapładniają się bardzo wcześnie. Chociaż czasem się zdarza, że wydziela się nektar i pyłek przylepia się do lepkiego znamienia, zanim kwiaty w pełni się rozchylą, jednak u pięciu badanych przeze mnie kwiatów nie było widać łagiewek pyłkowych. Możemy więc stwierdzić, że w Anglii odmiany te z takich czy innych przyczyn nie krzyżują się ze sobą lub krzyżują się bardzo rzadko. Nie wynika jednak z tego, że nie krzyżowałyby się one również przy udziale innych, większych owadów w swoim ojczystym kraju, którym według opinii botaników jest południowa Europa i wschodnie Indie. Napisałem na ten temat do profesora Delpino, który informuje mnie w następujący sposób: „Wśród ogrodników jest ustalony pogląd, iż te

odmiany krzyżują się ze sobą i, chcąc utrzymać je w formie czystej, należy je wysiewać każdą osobno”.

Z faktów tych wynika również, że nieliczne odmiany groszku pachnącego musiały rozmnażać się w Anglii przez samozapłodnienie w ciągu wielu pokoleń, mianowicie od czasu pojawienia się każdej z nich. Przez analogię z roślinami *Mimulus* i *Ipomoea*, które samozapładniały się w ciągu szeregu pokoleń, oraz na podstawie doświadczeń przeprowadzonych poprzednio na zwyczajnym grochu, u którego jest sytuacja analogiczna jak u groszku pachnącego, wydawało mi się rzeczą bardzo mało prawdopodobną, aby krzyżowanie dwu osobników należących do tej samej odmiany mogło wywrzeć dodatni wpływ na potomstwo. Nie wykonałem więc tego rodzaju krzyżówek, czego obecnie żałuję. Natomiast kilka bardzo młodych kwiatów Painted Lady wykastrowano i zapłodniono pyłkiem groszku Purple; należy pamiętać, iż odmiany te różnią się wyłącznie barwą kwiatów. Krzyżowanie było zdecydowanie udane (jakkolwiek otrzymano tylko dwa nasiona), co można było stwierdzić, gdy obie siewki zakwitły. Obie były bardzo podobne do formy ojcowskiej, odmiany Purple, tylko miały kwiaty o nieco jaśniejszej barwie, przy czym na łódeczkach były słabo widoczne jasnopurpurowe smugi. Jednocześnie na tej samej matecznej roślinie Painted Lady rosnącej pod siatką otrzymano nasiona z samorzutnego samozapłodnienia. Niestety, nasiona te nie skielkowały na piasku jednocześnie z nasionami krzyżowanymi, nie można więc było razem ich wysadzić. Kiedy jedno z nasion krzyżowanych skielkowało, posadzono je w doniczkę (nr I), do której o cztery dni wcześniej wysadzono kiełkujące wówczas nasienie samozapładniane, a zatem miało ono dużą przewagę nad pierwszym. W doniczkę II drugie nasienie krzyżowane posadzono o dwa dni wcześniej niż samozapładniane, tutaj więc siewka krzyżowana miała znaczną przewagę nad samozapładnianą. U tej jednak krzyżowanej siewki wierzchołek został objedzony przez ślimaka i wskutek tego roślina ta przez pewien czas nie dorównywała samozapładnianej. Pozostawiłem jednak tę roślinę; miała ona tak silną konstytucję, że w końcu zdecydowanie prześcignęła swą nie uszkodzoną samozapładnianą rywalkę. Kiedy wszystkie cztery rośliny prawie kończyły swój wzrost zmierzono je. Wyniki pomiarów podaje tabela LIV.

TABELA LIV. *Lathyrus odoratus*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale 80	Cale 64 ⁴ / ₈
II	78 ⁴ / ₈	63
Razem cali	158,5	127,5

Dwie rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 79,25 cala, samozapładniane zaś — 63,75 cala, czyli stosunek wynosił 100 do 80. Na tych dwu krzyżowanych roślinach sześć kwiatów skrzyżowano między sobą; sześć otrzymanych w ten sposób strąków zawierało średnio po 6 nasion, przy maksimum w jednym strąku wynoszącym 7

nasion. Osiemnaście samorzutnie samozapłodnionych strąków Painted Lady, która, jak już stwierdziłem, rozmnażała się przez samozapłodnienie w ciągu wielu poprzednich pokoleń, zawierało średnio tylko po 3,93 nasienia, największa zaś liczba w jednym strąku wynosiła 5; stosunek liczby nasion w strąkach krzyżowanych i samozapłodnianych wynosił 100 do 65. Jednak nasiona samozapłodniane były niemal równie ciężkie, jak nasiona ze strąków krzyżowanych. Z tych dwu serii nasion otrzymano rośliny następnego pokolenia.

Rośliny drugiego pokolenia. Wiele spośród omawianych powyżej samozapłodnionych nasion wykiełkowało na piasku wcześniej niż nasiona krzyżowane; nasiona te odrzucono. Gdy uzyskałem pary jednakowe, posadziłem je po przeciwnych stronach dwu dużych doniczek, które umieszczono w szklarni. Otrzymane w ten sposób siewki były wnukami rośliny Painted Lady, którą początkowo skrzyżowano z odmianą Purple. Kiedy obydwie grupy roślin miały 4 do 6 cali wysokości, nie było między nimi różnic. Nie różniły się też w sposób widoczny w okresie kwitnienia. Kiedy zakończyły wzrost, zmierzono je; wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli LV.

TABELA LV. *Lathyrus odoratus* (drugie pokolenie)

Nr doniczki	Siewki z roślin krzyżowanych w ciągu dwu poprzednich pokoleń	Siewki z roślin samozapłodnianych w ciągu dwu poprzednich pokoleń
I	Cale	Cale
	72 ⁴ / ₈	57 ⁴ / ₈
	71	67
II	52 ² / ₈	56 ² / ₈
	81 ⁴ / ₈	66 ² / ₈
	45 ² / ₈	38 ⁷ / ₈
	55	46
Razem cali	377,50	331,86

Tym razem średnia wysokość sześciu roślin krzyżowanych wynosiła 62,91 cala, wysokość zaś roślin samozapłodnianych — 55,31 cala, a więc stosunek wysokości był jak 100 do 88. Obie grupy nie wykazywały większych różnic w płodności; rośliny krzyżowane zawiązały w szklarni trzydzieści pięć strąków, samozapłodniane zaś — trzydzieści dwa strąki.

W obu grupach roślin zebrano nasiona z kwiatów samozapłodnianych, aby ustalić, czy otrzymane z tych nasion siewki odziedziczyły jakieś różnice w wysokości czy bujności. Należy uświadomić sobie, że w tym doświadczeniu obie grupy roślin powstały w wyniku samozapłodnienia roślin rodzicielskich, przy czym jedna grupa była potomstwem roślin, które w ciągu dwu poprzednich pokoleń były krzyżowane, a przedtem w ciągu wielu pokoleń — samozapłodniane, druga natomiast była potomstwem roślin, które nie krzyżowały się w ciągu bardzo wielu poprzednich pokoleń. Nasiona wykieł-

kowały na piasku i zostały wysadzone parami po przeciwnych stronach czterech doniczek. Kiedy całkowicie wyrosły, zmierzono je i otrzymano wyniki podane w tabeli LVI.

TABELA LVI. *Lathyrus odoratus*

Nr doniczki	Rośliny samozapłodnione pochodzące od krzyżowanych	Rośliny samozapłodnione pochodzące od samozapładnianych
I	Cale 72 72	Cale 65 61 ⁴ / _s
II	58 68 72 ⁴ / _s	64 68 ² / _s 56 ⁴ / _s
III	81	60 ² / _s
IV	77 ⁴ / _s	76 ⁴ / _s
Razem cali	501	452

Średnia wysokość siedmiu roślin samozapłodnionych będących potomstwem roślin krzyżowanych wynosiła 71,57 cala, siedmiu zaś roślin samozapłodnionych pochodzących od roślin samozapładnianych — 64,57 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do 90. Rośliny samozapłodnione pochodzące od samozapładnianych zawiązały trzydzieści sześć strąków, a więc nieco więcej niż rośliny samozapłodnione pochodzące od krzyżowanych, które zawiązały tylko trzydzieści jeden strąków.

Po parę nasion z tych samych dwu grup roślin wysiano w przeciwnych kątach dużej skrzynki, w której gleba była tak wyczerpana, że siewki *Ipomoea purpurea* z trudem mogły tam rosnąć, niemniej jednak posadzone tam dwie rośliny groszku pachnącego rosły dobrze. Przez dłuższy czas roślina samozapłodniona pochodząca od samozapładnianej przewyższała roślinę samozapłodnioną pochodzącą od krzyżowanej: pierwsza zakwitła wcześniej i miała wtedy 77¹/₂ cala wysokości, wówczas gdy druga miała tylko 68¹/₂ cala wysokości. Ostatecznie jednak roślina pochodząca od poprzednio krzyżowanej wykazała swą przewagę i osiągnęła 108¹/₂ cala wysokości, druga zaś miała zaledwie 95 cali wysokości. Wysiałem również kilka nasion z tych samych dwu grup na ubogiej glebie, w cieniu, wśród krzaków. Tu również rośliny samozapłodnione pochodzące od samozapładnianych przez dłuższy czas były znacznie wyższe niż rośliny pochodzące od krzyżowanych. Prawdopodobnie zarówno w tym, jak i w poprzednim wypadku przyczyną tej początkowej przewagi było to, że te nasiona kiełkowały nieco prędzej niż nasiona roślin pochodzących od krzyżowanych; przy końcu jednak okresu wegetacji najwyższa spośród roślin samozapłodnionych pochodzących od krzyżowanych miała 30 cali, najwyższa zaś z roślin samozapłodnionych pochodzących od samozapładnianych miała 29³/₈ cala wysokości.

Z przytoczonych faktów wynika, że rośliny otrzymane ze skrzyżowania dwu odmian groszku pachnącego różniących się jedynie barwą kwiatów są zarówno w pierw-

9 — Skutki krzyżowania

szym, jak i w drugim pokoleniu wyraźnie wyższe niż potomstwo roślin samozapłodnianych. Rośliny krzyżowane przekazują również przewagę pod względem wysokości i bujności swemu samozapłodnionemu potomstwu.

PISUM SATIVUM

Groch zwyczajny jest całkowicie płodny, gdy owady zupełnie nie mają dostępu do jego kwiatów. Stwierdziłem to u dwu czy trzech różnych odmian, podobnie jak p. Ogle — u jeszcze innej. Kwiaty grochu są jednak przystosowane również do krzyżowego zapłodnienia. Z tego punktu widzenia p. Farrer¹ tak charakteryzuje te kwiaty: „Podczas kwitnienia kwiat ma jak najbardziej przyciągający wygląd i układ dogodny dla owadów; rzucający się w oczy żagielek; skrzydełka dogodne dla owadów do siadania; łódeczka tak połączona ze skrzydełkami, że nacisk na skrzydełka działa również na łódeczkę; jeden z pręcików częściowo tylko zrosnięty z pozostałymi, dzięki czemu rurka, jaką one tworzą, ma z dwu stron otwory ułatwiające owadom sięganie po znajdujący się wewnątrz tej rurki nektar; wilgotny i lepki pyłek tak umieszczony, że musi być zmiatany ze szczytu łódeczki przez wchodzące do kwiatu owady; sztywny i elastyczny słupek tak umieszczony, że przy naciskaniu łódeczki wydostaje się z niej; włoski słupka znajdujące się tylko z tej strony, z której może nań spadać pyłek, przy tym tak pochylone, aby pyłek mógł być usuwany; wreszcie znamię tak umieszczone, że wchodzące do kwiatu owady muszą je dotykać: wszystko to są poszczególne skorelowane ze sobą części jednego złożonego mechanizmu, jeśli założymy, że zapłodnienie tych kwiatów odbywa się dzięki przenoszeniu pyłku z jednego kwiatu na drugi”. Pomimo tych wyraźnych przystosowań do krzyżowego zapłodnienia odmiany, które w ciągu bardzo wielu pokoleń uprawiane były obok siebie, pozostały czyste, mimo to że kwitły w tym samym czasie. Dane na ten temat przytoczyłem w innej pracy²; gdyby to było potrzebne, podałbym ich więcej. Trudno wątpić, że odmiany Knighta, które wyhodowano za pomocą sztucznego krzyżowania i które były bardzo bujne, utrzymują się od co najmniej sześćdziesięciu lat będąc w ciągu całego tego okresu samozapłodniane. Gdyby było inaczej, nie utrzymałyby się one w typie, gdyż na ogół uprawiano kilka odmian blisko siebie. Większość jednak odmian istnieje krócej, co może być częściowo spowodowane słabością ich konstytucji wywołaną długotrwałym samozapłodnianiem.

Jeśli się uwzględni, że kwiaty wydzielają dużo nektaru i wytwarzają dużo pyłku, jest rzeczą zastanawiającą, jak rzadko są one oblatywane przez owady zarówno w Anglii, jak i — co podaje H. Müller — w północnych Niemczech. Obserwowałem te kwiaty w ciągu ostatnich trzydziestu lat i w ciągu całego tego okresu tylko trzykrotnie udało mi się zobaczyć na nich takie pszczołowate (między innymi *Bombus muscorum*), które były w stanie tak mocno nacisnąć łódeczkę, aby spowodować przyklepienie się pyłku do dolnej strony ich odwłoków. Owady te obleciały szereg kwiatów i prawdopodobnie spowodowały ich krzyżowe zapłodnienie. Pszczoły miodne i inne drobne

¹ „Nature”, 10 października 1872, s. 479. H. Müller podaje dokładny opis kwiatów; „Befruchtung” itd., s. 247.

² „Variation of Animals and Plants under Domestication”, rozdz. IX, wyd. 2, t. I, s. 348.

pszczołowate czasem zbierają pyłek ze starych i zapłodnionych już kwiatów, lecz sędzę, że to nie ma znaczenia. Głównym powodem tak **rzadkiego** krzyżowania się odmian ze sobą jest chyba fakt, że tę roślinę obcego pochodzenia rzadko odwiedzają owady, które mogłyby się przyczynić do jej zapłodnienia. O tym że czasami następuje skrzyżowanie — jak tego można było oczekiwać na podstawie powyższych danych — świadczą fakty bezpośredniego wpływu pyłku jednej odmiany na okrywę nasienną innej¹. Nie żyjący już p. Masters, który specjalnie zajmował się zagadnieniem powstawania nowych odmian grochu, sądził że niektóre z nich powstały w wyniku przypadkowych skrzyżowań. Ponieważ jednak takie krzyżówki są rzadkie, stare odmiany nieczęsto z tych powodów ulegają pogorszeniu, tym bardziej że osoby zbierające nasiona na sprzedaż najczęściej odrzucają rośliny odbiegające od zwykłego typu. Prawdopodobnie z innej jeszcze przyczyny krzyżowe zapłodnienie zdarza się rzadko, mianowicie z tego powodu, że łagiewki pyłkowe zaczynają rosnąć w bardzo młodych kwiatach. Przepadałem osiem kwiatów niezupełnie rozwiniętych i u siedmiu z nich stwierdziłem już łagiewki pyłkowe, które jednak nie przeniknęły jeszcze przez znamię. Chociaż tak mało owadów oblatuje kwiaty grochu zarówno w Anglii, jak w północnych Niemczech i chociaż wydaje się, że pylniki pękają tu wyjątkowo wcześnie, nie wynika z tego, że gatunek ten znajduje się w takiej samej sytuacji w swym ojczystym kraju.

Ponieważ odmiany były samozapładniane przez wiele pokoleń i z pokolenia na pokolenie znajdowały się w takich samych warunkach (jak to wytłumaczę w jednym

TABELA LVII. *Pisum sativum*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	35	29 ⁰ / _s
II	31 ⁴ / _s	51
	35	45
	37	33
Razem cali	138,50	158,75

z dalszych rozdziałów), nie spodziewałem się, aby skrzyżowanie dwu takich roślin mogło być korzystne dla potomstwa; doświadczenie potwierdziło to przypuszczenie. W 1867 r. przykryłem kilka roślin grochu Early Emperor, a więc odmiany dość starej, która musiała już rozmnażać się przez samozapłodnienie w ciągu co najmniej dwunastu pokoleń. Niektóre kwiaty skrzyżowałem używając pyłku z innej rośliny rosnącej w tym samym rzędzie, inne zaś pozostawiłem pod siatką w celu samozapłodnienia się. Otrzymane w ten sposób dwie serie nasion wysiano po przeciwnych stronach dwu dużych doniczek. Niestety tylko cztery pary wykiełkowały jednocześnie. Doniczki umieszczono w szklarni. W okresie gdy wysokość siewek wahała się od 6 do 7 cali, obie grupy

¹ „Var. under Domestication”, rozdz. XI, wyd. 2, t. I, s. 428

były jednakowe. Kiedy już właściwie przestały rosnąć, zmierzono je. Wyniki pomiarów są zestawione w tabeli LVII.

Średnia wysokość czterech roślin krzyżowanych wynosi tu 34,62 cala; czterech zaś roślin samozapłodnianych 39,68 cala, czyli stosunek jest jak 100 do 115. A zatem rośliny krzyżowane okazały się nie lepsze, lecz gorsze od samozapłodnianych.

Nie ulega wątpliwości, że gdyby zostały skrzyżowane dwie dowolnie wybrane odmiany spośród istniejącej niezliczonej ich ilości, wynik byłby zupełnie inny. Jakkolwiek samozapłodniały się one w ciągu wielu poprzednich pokoleń, każda z nich prawie na pewno zachowała swój własny, odrębny charakter. Ten właśnie stopień odrębności wystarczyłby, aby krzyżowanie dało bardzo korzystne wyniki. Mówię z taką pewnością o tym, że skrzyżowanie dwu dowolnych odmian grochu byłoby bardzo korzystne, opierając się na następujących danych. Andrzej Knight, omawiając wyniki odwrotnego krzyżowania bardzo wysokich i niskich odmian, mówi¹: „doświadczenie to było uderzającym przykładem tego, jak stymulująco działa krzyżowanie odmian, rośliny bowiem najniższej odmiany, których wysokość rzadko przekraczała 2 stopy, dorastały do 6 stóp, natomiast wysokość roślin dużej i bujnej odmiany zmniejszyła się bardzo nieznacznie”. Ostatnio p. Laxton wykonał wiele krzyżówek grochu. Nowe odmiany wyhodowane przez niego z tych mieszańców przy zastosowaniu selekcji są zdumiewająco silne i bujne. Otrzymałem od niego nasiona grochu pochodzące ze skrzyżowania czterech różnych form. Rośliny otrzymane z tych nasion odznaczały się niezwykle bujnością, były mianowicie o 1 — 2, a nawet 3 stopy wyższe od form rodzicielskich, które w tym samym czasie rosły tuż obok. Ponieważ jednak nie dokonywałem pomiarów wysokości, nie mogę podać ścisłego stosunku, ale musiał on wynosić co najmniej 100 do 75. Podobne doświadczenie wykonano później z dwiema innymi formami grochu, pochodzącymi z innej krzyżówki; wyniki były prawie takie same. Na przykład siewka uzyskana ze skrzyżowania odmian *Maple* i *Purple-podded* została posadzona w jałowej glebie i urosła do niezwyklej wysokości — 116 cali, natomiast najwyższa roślina spośród obu odmian rodzicielskich, należąca do odmiany *Purple-podded*, miała zaledwie 70 cali wysokości; stosunek więc wynosił 100 do 60.

SAROTHAMNUS SCOPARIUS

Pszczoly stale oblatują kwiaty pospolitego żarnowca miotlastego. Kwiaty te mają ciekawy mechanizm przystosowawczy, umożliwiający krzyżowe zapłodnienie. Kiedy pszczoła siada na skrzydełkach młodego kwiatu, łódeczka nieco się otwiera i wydostają się z niej krótkie pręciki, wysypując swój pyłek na odwłok owada. Gdy pszczoła usiądzie po raz pierwszy na nieco starszym kwiecie (albo jeżeli mocno naciśnie młodszy kwiat), łódeczka otwiera się na całą swą długość i gwałtownie wyskakują zarówno dłuższe, jak i krótsze pręciki wraz z długim, zakrzywionym słupkiem. Spłaszczony, łódeczkowaty szczyt słupka styka się wtedy przez pewien czas z odwłokiem pszczoły i owad pozostawia na nim pyłek, którym jest obsypany. Po odlocie owada słupek natychmiast się skręca w taki sposób, że odwrócona powierzchnia znamienia może się

¹ „Philosophical Transactions”, 1799, s. 200.

stykać z odwłokiem innej pszczoły wchodzącej do tego samego kwiatu. Dlatego gdy słupek po raz pierwszy wydostanie się z łódeczki, znamie ociera się o odwłok pszczoły obsypany pyłkiem z dłuższych pręcików bądź tego samego, bądź innego kwiatu. Następnie ociera się o dolną część odwłoka pszczoły obsypaną pyłkiem z krótszych pręcików, które często pękają o jeden lub dwa dni wcześniej niż pręciki dłuższe¹. Dzięki temu mechanizmowi zapłodnienie krzyżowe jest prawie nieuniknione, a jak się zaraz przekonamy, pyłek z innej rośliny działa skuteczniej niż pyłek z tego samego kwiatu. Należy jedynie dodać, że według opinii H. Müllera kwiaty żarnowca nie wydzielają nektaru, pszczoły zaś penetrują je jedynie w poszukiwaniu nektaru; ja jednak, obserwując długotrwałą pracę pszczół, nie mogę uwierzyć, by nie znajdowały one w tych kwiatach nic smacznego.

Jeżeli odwiedzanie kwiatów przez pszczoły jest niemożliwe i jeżeli kwiaty wskutek wiatru nie uderzają o coś twardego, łódeczka nie otwiera się, pręciki zaś oraz słupek pozostają wewnątrz zamkniętej łódeczki. W tym wypadku rośliny zawiązują bardzo mało strąków w porównaniu z sąsiednimi roślinami nie przykrytymi, a czasem wcale nie mają strąków. Kilka kwiatów na roślinie znajdującej się w warunkach prawie naturalnych zapłodniłem pyłkiem z kwiatów rośliny sąsiedniej; cztery torebki * otrzymane w wyniku krzyżowania zawierały średnio po 9,2 nasienia. Niewątpliwie dlatego było tak dużo nasion, że roślina okryta była siatką i dzięki temu nie wyczerpała zapasów na wytworzenie dużej ilości strąków. Na sąsiedniej bowiem roślinie, której kwiaty były zapłodnione za pośrednictwem pszczół, zebrano pięćdziesiąt strąków, które zawierały średnio po 7,14 nasienia. Na dużej roślinie, która była przykryta, lecz mocno potrząsana przez wiatr, dziewięćdziesiąt trzy strąki powstałe w wyniku spontanicznego samozapłodnienia zawierały średnio po 4,30 nasienia, a więc mniej niż połowę średniej liczby nasion wytworzonych przez cztery sztucznie skrzyżowane strąki. Stosunek liczby nasion w strąku wynoszący 7,14 do 2,93, a więc 100 do 41, jest prawdopodobnie najbardziej charakterystyczny przy porównywaniu kwiatów krzyżowanych i samozapładnianych w warunkach naturalnych. Nasiona krzyżowane, w porównaniu z taką samą liczbą nasion samorzutnie samozapłodnionych, były cięższe w stosunku 100 do 88. A więc poza tym, że istnieją mechaniczne przystosowania do krzyżowego zapłodnienia, kwiaty są znacznie płodniejsze, jeżeli zapylają się nie własnym, lecz obcym pyłkiem.

Osiem par omówionych nasion krzyżowanych i samozapładnianych po wykiełkowaniu na piasku posadzono (1867 r.) po przeciwnych stronach dwu dużych doniczek. Gdy siewki miały około półtora cala wysokości, nie było wyraźnej różnicy między obiema grupami. Jednakże nawet w tym wczesnym okresie liście siewek samozapładnianych były mniejsze i nie tak intensywnie zielone, jak liście siewek krzyżowanych. Doniczki stały w szklarni, a ponieważ na wiosnę następnego (1868) roku rośliny nie miały zdrowego wyglądu i rosły bardzo słabo, umieszczono je wraz z doniczkami w gruncie. Tę nagłą zmianę przechorowały wszystkie rośliny, a zwłaszcza samozapład-

¹ Obserwacje te zostały podane w skróconej formie przez wiel. G. Henslowa w „Journal of Linn. Soc. Bot.”, t. IX. 1866, s. 358. Pełny i dokładny opis opublikował następnie H. Müller w swej pracy „Befruchtung” itd., s. 240.

* Strąki. (Tłum.)

niane, z których dwie zginęły. Pozostałe rośliny zmierzono; wyniki pomiarów przytaczam w tabeli LVIII, gdyż u żadnego gatunku nie stwierdziłem tak dużej różnicy między siewkami krzyżowanymi i samozapłodnianymi już w tak młodym wieku.

TABELA LVIII. *Sarothamnus scoparius* (bardzo młode rośliny)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	$4\frac{4}{8}$	$2\frac{4}{8}$
	6	$1\frac{4}{8}$
II	2	1
	2	$1\frac{4}{8}$
	$2\frac{4}{8}$	1
	$0\frac{4}{8}$	$0\frac{4}{8}$
Razem cali	17,5	8,0

Sześć roślin krzyżowanych miało średnią wysokość 2,91 cala, sześć zaś roślin samozapłodnianych — 1,33 cala, pierwsze więc były przeszło dwukrotnie wyższe; stosunek wysokości wynosił 100 do 46.

Na wiosnę następnego (1869) roku w doniczce I wszystkie trzy rośliny krzyżowane osiągnęły wysokość około jednej stopy i zagłuszyły trzy małe rośliny samozapłodniane, tak że dwie z nich wypadły, trzecia zaś, która miała zaledwie półtora cala wysokości, wyglądała jakby miała również zginąć. Należy pamiętać, że rośliny te wysadzono w grunt w doniczce, były więc narażone na silne współzawodnictwo. Doniczkę tę wyeliminowano.

TABELA LIX. Doniczka I — *Sarothamnus scoparius*

Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
Cale	Cale
$15\frac{6}{8}$	$13\frac{1}{8}$
$9\frac{6}{8}$	3
$8\frac{2}{8}$	$2\frac{4}{8}$

W doniczce II rosnę sześć roślin i żadna z nich nie wypadła. Jedna z roślin samozapłodnianych była o $1\frac{1}{4}$ cala wyższa od wszystkich roślin krzyżowanych, dwie natomiast pozostałe rośliny samozapłodniane były bardzo słabe. Wobec tego postanowiłem pozostawić te rośliny w warunkach współzawodnictwa w ciągu kilku lat. Jesienią tego samego roku samozapłodniana roślina, która poprzednio była największa, została zdystansowana. Wyniki pomiarów podane są w tabeli LIX.

Te same rośliny ponownie zmierzono jesienią następnego (1870) roku (tab. LX).

Tym razem średnia wysokość trzech roślin krzyżowanych wynosiła 18,91 cala, trzech zaś roślin samozapładnianych — 11,83 cala, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 63. Jak już podawałem, w doniczce I trzy rośliny krzyżowane tak dalece prześcignęły trzy rośliny samozapładniane, że zbyteczne było jakiegokolwiek ich mierzenie.

TABELA LX. Doniczka II — *Sarothamnus scoparius*

Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
Cale	Cale
26 ² / ₈	14 ² / ₈
16 ⁴ / ₈	11 ⁴ / ₈
14	9 ⁶ / ₈
56,75	35,50

Zima w roku 1870—1871 była surowa. Na wiosnę okazało się, że w doniczce II trzy rośliny krzyżowane nie miały w najmniejszym stopniu uszkodzonych nawet wierzchołków pędów, natomiast części nadziemne trzech roślin samozapładnianych były na wpół zwarzone przez mróz, co świadczy o tym, że były one znacznie słabsze. Wskutek tego żadna z roślin samozapładnianych nie kwitła w lecie 1871 roku, kwitły natomiast wszystkie trzy rośliny krzyżowane.

ONONIS MINUTISSIMA

Roślina ta, której nasiona przysłało mi z północnych Włoch, ma poza zwykłymi kwiatami motylkowymi małe, niedoskonałe kwiaty zamknięte, czyli kleistogamiczne, które nigdy nie mogą zapładniać się krzyżowo, lecz są w wysokim stopniu samopłodne. Kilka kwiatów doskonałych zapyłono pyłkiem z innej rośliny i otrzymano sześć torebek * zawierających średnio po 3,66 nasienia, przy maksimum wynoszącym w jednej torebce pięć nasion. Oznaczono dwanaście kwiatów doskonałych, które pozostawiono pod siatką, aby się spontanicznie samozapłodniły. Zawiązało się osiem torebek zawierających średnio po 2,38 nasienia, przy czym największa liczba nasion w jednej torebce wynosiła pięć. Zatem torebki krzyżowane i samozapładniane z kwiatów doskonałych zawiązały nasiona w stosunku 100 do 65. Pięćdziesiąt trzy torebki powstałe z kwiatów kleistogamicznych miały średnio po 4,1 nasienia, były więc najpłodniejsze; poza tym nasiona te były dorodniejsze nawet niż nasiona z krzyżowanych kwiatów doskonałych.

Nasiona z krzyżowanych kwiatów doskonałych i samozapłodnionych kwiatów kleistogamicznych umieszczono w piasku, aby skielkowały. Niestety, jednocześnie skielkowały tylko dwie pary nasion. Posadzono je po przeciwnych stronach tej samej do-

* Straków (*Tlum.*)

niczki, którą umieszczono w szklarni. W lecie tego samego roku, kiedy siewki miały wysokość około $4\frac{1}{2}$ cala, obie grupy roślin były jednakowe. Jesienią następnego (1868) roku obie rośliny krzyżowane miały dokładnie taką samą wysokość, mianowicie $11\frac{1}{8}$ cala, rośliny zaś samozapłodniane miały $12\frac{6}{8}$ i $7\frac{2}{8}$ cala, jedna więc z roślin samozapłodnianych była znacznie wyższa od wszystkich roślin pozostałych. Jesienią 1869 roku obie rośliny krzyżowane osiągnęły przewagę: miały one $16\frac{4}{8}$ oraz $15\frac{1}{8}$ cala wysokości, wówczas gdy wysokość roślin samozapłodnianych wynosiła $14\frac{5}{8}$ oraz $11\frac{4}{8}$ cala.

Jesienią 1870 roku wysokość roślin przedstawiała się następująco:

TABELA LXI. *Ononis minutissima*

Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
Cale	Cale
$20\frac{3}{8}$	$17\frac{4}{8}$
$19\frac{2}{8}$	$17\frac{2}{8}$
39,63	34,75

Średnia wysokość dwu roślin krzyżowanych wynosiła 19,81 cala, dwu zaś roślin samozapłodnianych — 17,37 cala, a więc stosunek wysokości był jak 100 do 88. Należy pamiętać, że początkowo obie grupy miały jednakową wysokość, następnie jedna z roślin samozapłodnianych była najwyższa, a w końcu zwyciężyły obie rośliny krzyżowane.

Streszczenie wyników dotyczących *Leguminosae*. Przebadano sześć rodzajów należących do tej rodziny. Otrzymane wyniki są z pewnych względów zastanawiające. U dwu gatunków *Lupinus* rośliny krzyżowane były znacznie wyższe i bardziej płodne od roślin samozapłodnianych; w nie sprzyjających warunkach rośliny te okazały się również silniejsze. Fasola wielokwiatowa (*Phaseolus multiflorus*) jest częściowo bezpłodna, jeżeli owady nie mogą jej odwiedzać. Uzasadniony jest pogląd, że rosnące obok siebie odmiany krzyżują się ze sobą. Jednak pięć roślin krzyżowanych było o wiele wyższych od pięciu roślin samozapłodnianych. *Phaseolus vulgaris* jest rośliną całkowicie samopłodną, mimo że odmiany rosnące w tym samym ogrodzie często krzyżują się ze sobą. Jeśli natomiast chodzi o *Lathyrus odoratus*, to różne jego odmiany w Anglii prawdopodobnie wcale się nie krzyżują. Jakkolwiek owady mogące spowodować skrzyżowanie nieczęsto odwiedzają jego kwiaty, nie mogę tego zrozumieć, tym bardziej że odmiany te podobno krzyżują się ze sobą w północnych Włoszech. Rośliny otrzymane ze skrzyżowania dwu odmian różniących się tylko barwą kwiatów okazały się wyższe i silniejsze w nie sprzyjających warunkach od roślin samozapłodnianych; przekazywały również swoją przewagę potomstwu

uzyskanemu z samozapłodnienia. Wiele odmian grochu zwyczajnego (*Pisum sativum*) krzyżuje się między sobą bardzo rzadko, nawet jeśli odmiany te rosną tuż obok siebie. Wydaje się, że w Anglii powodem tego jest mała ilość pszczół, które byłyby w stanie przyczynić się do ich krzyżowego zapłodnienia. Krzyżowanie samozapładnianych roślin należących do tej samej odmiany nie wywiera korzystnego wpływu na potomstwo, mamy natomiast przekonujące dowody świadczące o tym, że krzyżowanie różnych, jakkolwiek ściśle spokrewnionych ze sobą odmian, jest bardzo korzystne. Jeżeli kwiaty żarnowca (*Sarothamnus*) nie są potrząsane lub też nie są odwiedzane przez owady, pozostają prawie zupełnie bezpłodne. Nasiona lepiej zawiązują się przy zapłodnieniu pyłkiem innej rośliny niż przy zapłodnieniu pyłkiem tego samego kwiatu. Rosnąc razem w warunkach ostrej konkurencji siewki krzyżowane wykazują ogromną przewagę nad siewkami samozapładnianymi. Wreszcie jeśli chodzi o *Ononis minutissima*, otrzymano tylko cztery rośliny. Ponieważ jednak obserwowano je w ciągu całego okresu ich wzrostu, sądzę, że i tu można być zupełnie pewnym przewagi roślin krzyżowanych nad samozapładnianymi.

XV. ONAGRACEAE

CLARKIA ELEGANS

Ponieważ pogoda była bardzo nie sprzyjająca (1867 r.), niewiele spośród zapylnych przeze mnie kwiatów zawiązało torebki nasienne: na dwanaście krzyżowanych kwiatów zawiązały się tylko cztery torebki nasienne, a na osiemnaście samozapładnianych — tylko jedna. Gdy nasiona wykiełkowały na piasku, przesadzono je do trzech doniczek, lecz w jednej z nich wszystkie rośliny samozapładniane zginęły. Gdy obie grupy miały 4—5 cali wysokości, krzyżowane rośliny zaczęły wykazywać pewną przewagę nad samozapładnianymi. Zmierzono je w okresie pełnego kwitnienia; wyniki pomiarów podaje tabela LXII.

TABELA LXII. *Clarkia elegans*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	40 ¹ / ₈	24
	35	23
II	33 ⁴ / ₈	30 ⁴ / ₈
Razem cali	134,0	110,5

Średnia wysokość czterech roślin krzyżowanych wynosi 33,5 cala, samozapłodnianych zaś — 27,62 cala, czyli stosunek wysokości jest jak 100 do 82. Rośliny krzyżowane miały łącznie 105 torebek nasiennych, samozapłodniane zaś — 63, a więc stosunek wynosił 100 do 60. W obu doniczkach jedna z roślin samozapłodnianych kwitła wcześniej od roślin krzyżowanych.

XVI. LOASACEAE

BARTONIA AUREA

W ciągu dwu okresów wegetacji w zwykły sposób samozapłodniono i skrzyżowano po kilka kwiatów. Ponieważ jednak za pierwszym razem uzyskałem tylko dwie pary roślin, wyniki podaję łącznie. W obu wypadkach torebki krzyżowane zawierały trochę więcej nasion niż samozapłodniane. W ciągu pierwszego roku, gdy rośliny miały około 7 cali wysokości, samozapłodniane były wyższe, w następnym zaś roku wyższe były rośliny krzyżowane. Gdy obie grupy były w pełni kwitnienia, zmierzono je. Wyniki pomiarów podane są w tabeli LXIII.

TABELA LXIII. *Bartonia aurea*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale 31	Cale 37
II	18 ⁴ / ₈	20 ⁴ / ₈
III	19 ¹ / ₈	40 ⁴ / ₈
IV	25 36	35 15 ⁴ / ₈
V	31 16	18 11 ⁴ / ₈
VI	20	32 ⁴ / ₈
Razem cali	197,0	210,5

Średnia wysokość ośmiu roślin krzyżowanych wynosiła 24,62 cala, ośmiu zaś roślin samozapłodnianych — 26,31 cala, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 107. Zatem rośliny samozapłodniane miały wyraźną przewagę nad krzyżowanymi. Z jakiegoś jednak powodu rośliny stale źle rosły i w końcu tak chorowały, że tylko trzy rośliny krzyżowane i trzy samozapłodniane wydały nieliczne owoce. Wydaje się, że obie grupy były jednakowo mało płodne.

XVII. PASSIFLORACEAE

PASSIFLORA GRACILIS

Rośliny należące do tego rocznego gatunku przy braku owadów zawiązują samorzutnie wiele owoców. Pod tym względem gatunek ten zachowuje się zupełnie odmiennie niż większość innych gatunków rodzaju *Passiflora*, które są w wysokim stopniu bezpłodne, jeżeli nie zostaną zapłodnione pyłkiem innej rośliny¹. W czternastu owocach z kwiatów krzyżowanych znajdowało się średnio po 24,14 nasienia. Czternaście owoców (dwa słabo wykształcone odrzucono) spontanicznie samozapłodnionych pod siatką zawierało po 20,58 nasienia na owoc, a więc stosunek liczby nasion wynosił 100 do 85. Nasiona te wysiano po przeciwnych stronach trzech doniczek, lecz tylko dwie pary wzeszły jednocześnie; z tego powodu wyciąganie wniosków jest niemożliwe.

TABELA LXIV. *Passiflora gracilis*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cali 56	Cali 38
II	42	64
Razem cali	98	102

Średnia wysokość dla dwu roślin krzyżowanych wynosi 49 cali, dla dwu zaś roślin samozapłodnianych — 51 cali, a więc stosunek wysokości jest jak 100 do 104.

XVIII. UMBELLIFERAE

APIUM PETROSELINUM *

Kwiaty baldaszkowatych są protandryczne, a ponieważ odwiedzają je muchy i drobne *Hymenoptera*, na pewno zapładniają się obcym pyłkiem². Roślinę pospolitej pietruszki przykryto siatką. Przy naturalnym samozapłodnieniu zawiązała ona, jak się zdaje, nie mniej nasion niż sąsiednie rośliny nie przykryte. Kwiaty tych ostatnich odwiedzało tak wiele owadów, że pyłek musiał być przenoszony z jednej rośliny na drugą. Pewną ilość nasion z obu grup umieszczono w piasku, lecz prawie wszystkie

¹ „Variation of Animals and Plants under Domestication”, rozdz. XVII, wyd. 2, t. II, s. 118.

* Według obecnie przyjętej nomenklatury — *Petroselinum sativum* Hoffm. (Red.)

² H. Müller, „Befruchtung” itd., s. 96. Według p. Mustela (jak stwierdza Godron, „De l'Espèce”, t. II, s. 58, 1859) rosnące obok siebie odmiany marchwi bardzo łatwo krzyżują się ze sobą.

nasiona samozapłodniane wykielkowały wcześniej niż krzyżowane, musiałem więc je usunąć. Pozostałe nasiona wysiano następnie po przeciwnych stronach czterech doniczek. Początkowo siewki samozapłodniane były przeważnie wyższe od siewek krzyżowanych w sposób naturalny; przyczyną tego było niewątpliwie szybsze kiełkowanie nasion samozapłodnianych. W jesieni jednak wszystkie rośliny były tak dalece jednakowe, że mierzenie ich było zbędne. W dwu doniczkach były one zupełnie jednakowe; jeśli była jakaś różnica w trzeciej, to na korzyść roślin krzyżowanych. Podobna, tylko nieco wyraźniejsza, różnica między roślinami występowała w doniczce czwartej. Żadna jednak z grup nie miała nad drugą wyraźnej przewagi, toteż wysokość ich można określić stosunkiem 100 do 100.

XIX. DIPSACEAE

SCABIOSA ATRO-PURPUREA

Kwiaty tej rośliny, które są protandryczne, zapłodniono latem 1867 roku podczas nie sprzyjającej pogody, toteż nasion zebrałem niewiele, przy tym szczególnie bezpłodne okazały się koszyczki samozapłodniane. Otrzymane z tych nasion rośliny krzyżowane oraz samozapłodniane zmierzono przed pełnym kwitnieniem. Wyniki pomiarów podane są w tabeli LXV.

TABELA LXV. *Scabiosa atro-purpurea*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale 14	Cale 20
II	15	14 ⁴ / ₈
III	21 18 ⁴ / ₈	14 13
Razem cali	68,5	61,5

Cztery rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 17,12 cala, samozapłodniane zaś — 15,37 cala, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 90. W doniczce III jedna z roślin samozapłodnianych przypadkowo została zniszczona i wobec tego odrzucono odpowiadającą jej roślinę krzyżowaną. Z tego względu przy ponownych pomiarach w końcu okresu kwitnienia w obu grupach były tylko po trzy rośliny; tym razem rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 32,83 cala, samozapłodniane zaś 30,16 cala, stosunek więc wynosił 100 do 92.

XX. *COMPOSITAE**LACTUCA SATIVA*

W moim ogrodzie rosły tuż obok siebie trzy rośliny sałaty¹ (odm. Great London Cos). Jedna z nich, przykryta siatką, wydała dużo nasion w wyniku samozapłodnienia, dwie pozostałe zapłodniły się krzyżowo za pośrednictwem owadów. Ponieważ jednak pogoda była nie sprzyjająca (1867), otrzymałem niewiele nasion. W doniczce I posadzono tylko dwie rośliny; wyniki ich pomiarów są podane w tabeli LXVI. Kwiaty rośliny samozapładniającej przykrytej siatką znowu zapylono jej własnym pyłkiem, używając pyłku z tego samego koszyczka kwiatowego, ale z innego kwiatu. Kwiaty dwu roślin krzyżowanych pozostawiono bez przykrycia, aby się mogły swobodnie krzyżować za pośrednictwem owadów, poza tym jednak od czasu do czasu zapylałem je dodatkowo, przenosząc pyłek z jednej rośliny na drugą. Obie grupy nasion po wykiełkowaniu ich na piasku posadzono parami po przeciwnych stronach doniczek II i III, które początkowo stały w szklarni, a później na dworze. Rośliny zmierzono, gdy były w pełni kwitnienia. Tabela LXVI zawiera dane dotyczące roślin dwu pokoleń. Gdy siewki

TABELA LXVI. *Lactuca sativa*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
Pierwsze pokolenie	27	21 ⁴ / ₈
rosnące w gruncie	25	20
II	29 ⁴ / ₈	24
Drugie pokolenie	17 ⁴ / ₈	10
rosnące w gruncie	12 ⁴ / ₈	11
III	14	9 ⁴ / ₈
Drugie pokolenie	10 ⁴ / ₈	0
rosnące w doniczkach		
Razem cali	136	96

¹ *Compositae* są dobrze przystosowane do krzyżowego zapłodnienia, lecz pewien godny zaufania ogrodnik zajmujący się produkcją nasion poinformował mnie, że zazwyczaj wysiewa na nasiona kilka odmian sałaty tuż obok siebie i nigdy nie zauważył, by się ze sobą krzyżowały. Jest bardzo mało prawdopodobne, aby wszystkie tak blisko siebie uprawiane odmiany kwitły w różnym czasie; dwie jednak wybrane przeze mnie przypadkowo i wysiane obok siebie kwitły niejednocześnie, toteż moje doświadczenie było nieudane.

obu grup miały 5 do 6 cali wysokości, były jednakowe. W doniczce III jedna z roślin samozapłodnianych wypadła przed kwitnieniem, podobnie jak to się zdarzyło w wielu innych wypadkach.

Średnia wysokość siedmiu roślin krzyżowanych wynosi 19,43 cala, samozapłodnianych zaś — 16 cali, stosunek więc jest jak 100 do 82.

XXI. CAMPANULACEAE

SPECULARIA SPECULUM

U rodzaju *Campanula*, który jest blisko spokrewniony ze *Specularia speculum* i do którego ten gatunek był poprzednio włączany, pyłek wysypuje się z pylników bardzo wcześnie i przyklepia się do włosków otaczających słupkę poniżej znamienia; z tego względu zapłodnienie nie może nastąpić bez pomocy jakichś czynników mechanicznych. Gdy przykryłem siatką roślinę należącą do gatunku *Campanula carpathica*, nie wydała ona ani jednej torebki nasiennej, natomiast otaczające ją rośliny nie przykryte wydały duże ilości nasion. Wydaje się jednak, że rośliny *Specularia speculum* po przykryciu siatką zawiązują prawie tyle samo torebek, co i rośliny nie przykryte, oblatywane przez *Diptera*, które — o ile moje obserwacje są ścisłe — są jedynymi owadami odwiedzającymi te kwiaty¹. Nie sprawdziłem, czy torebki powstałe w wyniku naturalnego krzyżowania się i samorzutnego samozapłodnienia zawierały taką samą liczbę nasion, lecz porównanie sztucznie krzyżowanych i samozapłodnianych kwiatów wskazuje, że pierwsze były prawdopodobnie bardziej płodne. Zdaje się, że roślina ta jest zdolna do zawiązywania dużej liczby torebek samozapłodnianych dzięki temu, że płatki korony zamykają się w nocy oraz podczas chłodnej pogody. W czasie zamykania się brzegi płatków wyginają się tak, że nerwy zwrócone do wewnątrz trafiają między piórka znamienia, przesuwając wskutek tego pyłek zewnętrznej części słupka na znamię².

Dwadzieścia kwiatów zapłodniłem ich własnym pyłkiem, lecz z powodu złej pogody zawiązało się tylko sześć torebek. Zawierały one średnio po 21,7 nasienia, przy czym największa ich liczba w jednej torebce wynosiła 48. Czternaście kwiatów zapłodniono pyłkiem z innej rośliny i otrzymano dwanaście torebek zawierających średnio po 30 nasion, przy maksimum w jednej torebce wynoszącym 57. Stosunek więc liczby nasion krzyżowanych do samozapłodnianych (z takiej samej liczby torebek) wynosi 100 do 86. Zatem zarówno jeśli chodzi o liczbę torebek z takiej samej liczby kwiatów, jak i liczbę zawartych w nich nasion, największą liczbę nasion w jednej torebce, wreszcie jeśli chodzi o ciężar nasion, krzyżowanie okazuje się znacznie korzystniejsze od

¹ Wiadomo od dawna, że inny gatunek należący do tego rodzaju, *Specularia perfoliata*, ma kwiaty normalne oraz kleistogamiczne i te ostatnie są oczywiście samopłodne.

² Pan Meehan stwierdził ostatnio („Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia”, 16 maja 1876, s. 84), że zamykanie się w nocy kwiatów *Claytonia virginica* i *Ranunculus bulbosus* powoduje ich samozapłodnianie się.

samozapłodniania. Obie grupy nasion wysiano po przeciwnych stronach czterech doniczek, siewki jednak rosły zbyt gęsto. Gdy rośliny w pełni wyrosły, zmierzono tylko po jednej, najwyższej roślinie z każdej strony doniczki. Wyniki pomiarów są podane w tabeli LXVII. We wszystkich czterech doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej. Gdy siewki miały około 1½ cala wysokości, obie grupy były jednakowe.

TABELA LXVII. *Specularia speculum*

Nr doniczki	Najwyższa roślina krzyżowana w każdej doniczce	Najwyższa roślina samozapłodniana w każdej doniczce
I	Cale 18	Cale 15 ⁶ / ₈
II	17	19
III	22 ¹ / ₈	18
IV	20	23
Razem cali	77,13	75,75

Cztery najwyższe rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 19,28 cala, samozapłodniane zaś — 18,93 cala, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 98. W gruncie rzeczy nie było między obu grupami różnic w wysokości, jednak — jak widzieliśmy — krzyżowanie było korzystne z innych względów. Ponieważ rośliny rosły w doniczkach i znajdowały się w szklarni, żadna z nich nie wydała nasion.

*LOBELIA RAMOSA*¹

Odmiana Snow-flake

Kilku już autorów² opisywało przystosowania zapewniające zapłodnienie krzyżowe u rodzaju *Lobelia*. Wydłużający się powoli słupek odsuwa za pomocą okółka szczecinek pyłek z otaczających pylników; obie części znamienia są wówczas jeszcze stulone i niezdolne do zapłodnienia. Również owady ocierając się o małe szczecinki, które wystają z pręcików, powodują wysypywanie się pyłku. Zebrany w ten sposób pyłek owady

¹ Użyłem nazwy, którą dano tej roślinie w „Gardeners' Chronicle”, 1866. Prof. T. Dyer informuje mnie jednak, że prawdopodobnie jest to pochodząca z Australii biała odmiana *L. tenuior* R. Browna.

² Patrz prace Hildebranda i Delpino. Pan Farrer („Annals and Mag. of Nat. Hist.” t. II, seria 4, 1868, s. 260) również podał bardzo przejrzyisty opis mechanizmu, dzięki któremu u tego rodzaju następuje zapłodnienie krzyżowe. Jak opisuje p. Farrer, u spokrewnionego rodzaju *Isotoma* dziwne ostrze, które wystaje prostopadle do pręcików i przy poruszaniu powoduje opadanie pyłku na odwłok wchodzącego do kwiatu owada, rozwinęło się prawdopodobnie ze szczecinki sterczącej pomiędzy pręcików u niektórych lub u wszystkich gatunków *Lobelia*.

przenoszą na starsze kwiaty, u których znamię wyrosłego słupka jest już rozchylone i zdolne do przyjęcia pyłku. Mogłem stwierdzić znaczenie barwnej korony, ucinając u kilku kwiatów *L. erinus* duży dolny płatek; trzmielę pomijały te kwiaty, stale oblatując inne.

Jedną torebkę otrzymano w wyniku zapłodnienia kwiatu *L. ramosa* pyłkiem innej rośliny, dwie zaś inne torebki otrzymano z kwiatów sztucznie samozapłodnionych. Nasiona z tych torebek wysiano po przeciwnych stronach czterech doniczek. Kilka siewek krzyżowanych, które wykiełkowały wcześniej od innych, trzeba było usunąć. Póki rośliny były bardzo małe, obie grupy miały mniej więcej jednakową wysokość, jednak w doniczkach III przez pewien czas rośliny samozapłodniane były wyższe.

W okresie pełnego kwitnienia we wszystkich doniczkach zmierzono z każdej strony po jednej najwyższej roślinie. Wyniki są podane w tabeli LXIII. We wszystkich doniczkach rośliny krzyżowane kwitły wcześniej od samozapłodnianych.

TABELA LXVIII. *Lobelia ramosa* (pierwsze pokolenie)

Nr doniczki	Najwyższa roślina krzyżowana w każdej doniczce	Najwyższa roślina samozapłodniana w każdej doniczce
I	Cale 22 $\frac{4}{8}$	Cale 17 $\frac{4}{8}$
II	27 $\frac{4}{8}$	24
III	16 $\frac{4}{8}$	15
IV	22 $\frac{4}{8}$	17
Razem cali	89,0	73,5

Cztery najwyższe rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 22,25 cala, cztery zaś samozapłodniane — 18,37 cala, a więc stosunek był jak 100 do 82. Stwierdziłem ze zdziwieniem, że u wielu roślin samozapłodnianych pylniki nie były zrośnięte i wcale nie zawierały pyłku; to samo zjawisko wystąpiło jedynie u bardzo nielicznych roślin krzyżowanych. Kilka kwiatów na roślinach krzyżowanych skrzyżowano ponownie i uzyskano w wyniku cztery torebki. Również na roślinach samozapłodnianych ponownie zapłodniono kilka kwiatów ich własnym pyłkiem i uzyskano w wyniku siedem torebek. Nasiona z obu grup zważono i obliczono, że ciężar nasion z jednakowej liczby torebek można by określić stosunkiem 100 (torebki krzyżowane) do 60 (torebki samozapłodniane). Zatem kwiaty na roślinach krzyżowanych skrzyżowane ponownie były znacznie płodniejsze niż kwiaty na roślinach samozapłodnianych ponownie samozapłodnione.

Rośliny drugiego pokolenia. Dwie powyższe grupy nasion umieszczono w wilgotnym piasku. Podobnie jak poprzednio, wiele nasion krzyżowanych skiełkowało wcześniej niż nasiona samozapłodniane i z tego względu trzeba je było odrzucić. Trzy czy cztery pary, które skiełkowały jednocześnie, wysadzono po przeciwnych stronach dwu doniczek, jedną parę do trzeciej doniczki, a do czwartej doniczki wysiano gęsto pozostałe nasiona. Gdy siewki miały około półtora cala wysokości, były jednakowe po obu stronach trzech pierwszych doniczek, natomiast w doniczkach IV, gdzie rosły bardzo

gęsto i były wskutek tego narażone na silną konkurencję, siewki krzyżowane były mniej więcej o jedną trzecią wyższe od samozapładnianych. Gdy w tej doniczce rośliny krzyżowane miały około 5 cali wysokości, samozapładniane miały zaledwie około 4 cali, przy czym wyglądały też na słabsze. We wszystkich czterech doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły o kilka dni wcześniej od samozapładnianych. W okresie pełnego kwitnienia zmierzono z każdej strony najwyższe rośliny, jednak jeszcze przedtem jedyna najwyższa roślina krzyżowana w doniczce III wypadła i nie została zmierzona. Toteż zmierzono najwyższe rośliny po obu stronach tylko w trzech doniczkach. Wyniki pomiarów podane są w tabeli LXIX.

TABELA LXIX. *Lobelia ramosa* (drugie pokolenie)

Nr doniczki	Najwyższa roślina krzyżowana w każdej doniczce	Najwyższa roślina samozapładniana w każdej doniczce
I	Cale 27 ⁴ / ₈	Cale 18 ⁴ / ₈
II	21	19 ⁴ / ₈
IV	21 ⁴ / ₈	19
Z gęstego siewu		
Razem cali	70	57

Średnia wysokość trzech najwyższych roślin krzyżowanych wynosi tu 23,33 cala, roślin zaś samozapładnianych — 19 cali, stosunek więc jest jak 100 do 81. Poza tą różnicą w wysokości rośliny krzyżowane były znacznie silniejsze i bardziej rozgałęzione od roślin samozapładnianych. Niestety, nie zważono ich.

LOBELIA FULGENS

Doświadczenia nad tym gatunkiem dały wyniki dość niewyraźne. W pierwszym pokoleniu rośliny samozapładniane (co prawda było ich niewiele) były zdecydowanie wyższe od krzyżowanych, natomiast w drugim pokoleniu, gdy doświadczenie przeprowadzono na znacznie większą skalę, rośliny krzyżowane wykazały przewagę nad samozapładnianymi. Ponieważ gatunek ten na ogół rozmnaża się przez odrosty, wyhodowano najpierw kilka siewek, aby z nich otrzymać różne osobniki. Na jednej z takich roślin kilka kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem. Ponieważ jednak pyłek u tych roślin dojrzewa i wysypuje się na długo przed dojrzewaniem znamienia w tym samym kwiecie, trzeba było każdy kwiat oznaczyć numerem i zebrany z niego pyłek przechowywać w osobnym papierku. Dzięki temu do samozapłodnienia używano pyłku dobrze dojrzałego. Na tej samej roślinie kilka kwiatów skrzyżowano używając pyłku z innego osobnika, przy czym pyłek uzyskiwano w ten sposób, że mocno naciskano zwinięte pylniki młodych kwiatów. Ponieważ w warunkach naturalnych pyłek wydostaje się z pylników bardzo powoli, pod naciskiem rosnącego słupka, możliwe, że używany przeze mnie

pyłek nie był zupełnie dojrzały, a w każdym razie był mniej dojrzały niż ten, którego używano do samozapłodniania. Nie zastanawiałem się wówczas nad tym źródłem błędu, lecz obecnie przypuszczam, że właśnie dlatego rośliny krzyżowane rosły słabiej. W każdym razie doświadczenie to nie było bez zarzutu. Wbrew temu czego można było oczekiwać zakładając, że pyłek użyty do krzyżowania nie był tak dobry jak użyty do samozapłodniania, kwiaty krzyżowane zawiązały stosunkowo więcej torebek nasiennych niż kwiaty samozapłodniane. Nie było natomiast wyraźnych różnic, jeśli chodzi o liczbę nasion w torebkach obu serii¹.

Ponieważ nasiona otrzymane tymi dwoma sposobami nie kiełkowałyby w jałowym piasku, wysiano je po przeciwnych stronach czterech doniczek. Udało mi się jednak otrzymać w każdej doniczce tylko po jednej parze siewek będących w tym samym wieku. Gdy siewki samozapłodniane miały tylko po parę cali wysokości, były w większości doniczek wyższe od swych krzyżowanych odpowiedników, kwitły też we wszystkich doniczkach o tyle wcześniej, że wysokość pędów kwiatowych można było naleyście porównywać tylko w doniczce I i II.

TABELA LXX. *Lobelia fulgens* (pierwsze pokolenie)

Nr doniczki	Wysokość pędów kwiatowych roślin krzyżowanych	Wysokość pędów kwiatowych roślin samozapłodnianych
I	Cale 33	Cale 50
II	36 ⁴ / ₈	38 ⁴ / ₈
III	21 Przed pełnym kwitnieniem	43
IV	12 Przed pełnym kwitnieniem	35 ⁶ / ₈

Średnia wysokość pędów kwiatowych dwu krzyżowanych roślin z doniczki I i II wynosi 34,75 cala, dwu zaś roślin samozapłodnianych — 44,25 cala, a więc stosunek wysokości jest jak 100 do 127. W doniczce III i IV rośliny samozapłodniane były pod każdym względem o wiele lepsze niż krzyżowane. Ta duża przewaga roślin samozapłodnianych nad krzyżowanymi tak bardzo mnie zdziwiła, że postanowiłem przekonać się, jak będą się one zachowywały w jednej z doniczek przy odrastaniu. W tym

¹ Gärtner stwierdził, że pewne rośliny *Lobelia fulgens* są zupełnie bezpłodne przy zapyleniu pyłkiem z tej samej rośliny, jakkolwiek pyłek ten zdolny jest do zapłodnienia kwiatów każdego innego osobnika; u żadnej jednak ze znajdujących się w szklarni roślin, na których przeprowadzałem doświadczenia, nie stwierdziłem tego osobliwego zjawiska.

TABELA LXXI. *Lobelia fulgens* (drugie pokolenie)

Nr doniczki	Wysokość pędów kwiatowych roślin krzyżowanych	Wysokość pędów kwiatowych roślin samozapłodnianych
I	Cale	Cale
	27 ³ / ₈	32 ³ / ₈
	26	26 ³ / ₈
	24 ³ / ₈	25 ¹ / ₈
II	24 ⁴ / ₈	26 ² / ₈
	34	36 ² / ₈
	26 ⁰ / ₈	28 ⁰ / ₈
	25 ¹ / ₈	30 ¹ / ₈
III	26	32 ² / ₈
	40 ⁴ / ₈	30 ⁴ / ₈
	37 ⁵ / ₈	28 ² / ₈
	32 ¹ / ₈	23
IV	34 ⁵ / ₈	29 ⁴ / ₈
	32 ² / ₈	28 ³ / ₈
	29 ³ / ₈	26
	27 ¹ / ₈	25 ² / ₈
V	28 ¹ / ₈	29
	27	24 ⁰ / ₈
	25 ³ / ₈	23 ² / ₈
	24 ³ / ₈	24
VI	33 ⁵ / ₈	44 ² / ₈
	32	37 ⁶ / ₈
	26 ¹ / ₈	37
	25	35
VII	30 ⁰ / ₈	27 ² / ₈
	30 ³ / ₈	19 ² / ₈
	29 ² / ₈	21
VIII	39 ³ / ₈	23 ¹ / ₈
	37 ² / ₈	23 ⁴ / ₈
	36	25 ⁴ / ₈
	36	25 ¹ / ₈
IX	33 ³ / ₈	19 ³ / ₈
	25	16 ³ / ₈
	25 ³ / ₈	19
	21 ⁷ / ₈	18 ⁶ / ₈
Razem cali	1014,00	921,63

celu obie rośliny z doniczki I przycięto i przesadzono bez uszkodzeń do znacznie większej doniczki. W następnym roku roślina samozapłodniana miała jeszcze większą przewagę niż poprzednio, mianowicie dwa najwyższe pędy kwiatowe rośliny krzyżowanej miały zaledwie $29\frac{4}{8}$ oraz $30\frac{1}{8}$ cala wysokości, natomiast dwa najwyższe pędy rośliny samozapłodnianej miały $49\frac{4}{8}$ oraz $49\frac{6}{8}$ cala, co daje stosunek 100 do 167. Biorąc pod uwagę wszystkie te dane nie można wątpić, że w tym wypadku rośliny samozapłodniane miały znaczną przewagę nad krzyżowanymi.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny drugiego pokolenia. Tym razem postanowiłem uniknąć błędu spowodowanego używaniem przy krzyżowaniu i samozapłodnianiu pyłku niezupełnie jednakowo dojrzałego. Wobec tego w obu wypadkach wyciskałem pyłek ze zrośniętych pylników młodych kwiatów. Kilka kwiatów na roślinie krzyżowanej z doniczki I (tabelą LXX) ponownie skrzyżowano używając pyłku z zupełnie innej rośliny. Natomiast na roślinie samozapłodnianej z tej samej doniczki kilka kwiatów znów samozapłodniono używając pyłku z innych kwiatów tej samej rośliny. W tym wypadku samozapłodnienie nie było tak ścisłe, jak w poprzednim pokoleniu, kiedy używano przechowywanego w papierze pyłku z tego samego kwiatu. Te dwie grupy nasion wysiano rzadko po przeciwnych stronach dziewięciu doniczek. Młode siewki przerzedzono pozostawiając z obu stron taką samą ich liczbę i możliwie w tym samym wieku. Na wiosnę następnego roku (1870), gdy siewki były już dość duże, zmierzono je do wierzchołków liści. Dwadzieścia trzy rośliny krzyżowane miały średnią wysokość 14,04 cala, natomiast dwadzieścia trzy rośliny samozapłodniane — 13,54 cala, stosunek więc był jak 100 do 96.

W lecie tego samego roku kilka roślin zakwitło, przy tym rośliny krzyżowane i samozapłodniane zakwitły prawie jednocześnie. Zmierzono wszystkie pędy kwiatowe. Pędy jedenastu roślin krzyżowanych średnio miały 30,71 cala wysokości, dziewięciu zaś roślin samozapłodnianych — 29,43 cala, czyli stosunek ich wysokości wynosił 100 do 96.

Rośliny z tych dziewięciu doniczek po przekwitnięciu przesadzono, nie uszkadzając ich, do znacznie większych doniczek. W następnym roku (1871) kwitły one wszystkie swobodnie, tak bardzo się jednak rozrosły, że nie można było rozróżnić poszczególnych roślin z każdej strony. Z tego względu zmierzono z każdej strony po trzy lub cztery najwyższe pędy kwiatowe. Sądzę, że otrzymane z tych pomiarów dane przytoczone w tabeli LXXI są bardziej wiarogodne niż dane z poprzedniej tabeli zarówno ze względu na większą liczbę, jak też dlatego, że rośliny były rozwinięte i silne.

Średnia wysokość trzydziestu czterech pędów kwiatowych na dwudziestu trzech roślinach krzyżowanych wynosiła 29,82 cala, średnia zaś wysokość takiej samej liczby pędów kwiatowych na dwudziestu trzech roślinach samozapłodnianych wynosiła 27,10 cala, stosunek więc był jak 100 do 91. Rośliny krzyżowane wykazały tym razem zdecydowaną przewagę nad swymi samozapłodnianymi odpowiednikami.

XXII. POLEMONIACEAE

NEMOPHILA INSIGNIS

Skrzyżowano dwadzieścia kwiatów używając pyłku z innej rośliny, lecz otrzymano tylko sześć torebek zawierających średnio po 18,3 nasienia. Osiemnaście kwiatów zapłodniono ich własnym pyłkiem i otrzymano dziesięć torebek zawierających średnio po 12,7 nasienia, a więc stosunek liczby nasion przypadających na jedną torebkę wynosił 100 do 69¹. Nasiona krzyżowane ważyły nieco mniej niż taka sama liczba nasion samozapłodnianych, przy czym stosunek ciężaru nasion wynosił 100 do 105. Oczywiście powodem było to, że niektóre torebki samozapłodniane zawierały bardzo mało nasion, które — ze względu na lepsze warunki pokarmowe — były znacznie cięższe od innych. Późniejsze porównywanie liczby nasion w kilku torebkach nie wskazywało na tak dużą przewagę torebek krzyżowanych, jak w tym wypadku.

Nasiona umieszczono w piasku, a kiedy skielkowały, wysadzono je parami po przeciwnych stronach pięciu doniczek, które umieszczono w szklarni. Gdy wysokość roślin wynosiła 2 do 3 cali, siewki krzyżowane wykazywały na ogół przewagę nad

TABELA LXXII. *Nemophila insignis*;
0 — oznacza, że roślina zginęła.

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	32 ⁴ / ₈	21 ² / ₈
II	34 ⁴ / ₈	23 ⁵ / ₈
III	33 ⁴ / ₈	19
	22 ² / ₈	7 ² / ₈
	29	17 ⁴ / ₈
IV	35 ⁴ / ₈	10 ⁴ / ₈
	33 ⁴ / ₈	27
V	35	0
	38	18 ³ / ₈
	36	20 ⁴ / ₈
	37 ⁴ / ₈	34
	32 ⁴ / ₈	0
Razem cali	399,38	199,00

¹ O kilku gatunkach *Polemoniaceae* wiadomo, że są protandryczne, lecz nie spostrzegłem tego u *Nemophila*. Verlot podaje („Des Variétés”, 1865, s. 66), że odmiany rosnące obok siebie samorzutnie krzyżują się między sobą.

samozapłodnianymi. Roślinom dano tyczki, dzięki czemu osiągnęły znaczną wysokość. W czterech doniczkach na pięć roślin krzyżowane zakwitły wcześniej od samozapłodnianych. Po raz pierwszy zmierzono rośliny do końców liści przed kwitnieniem, kiedy rośliny krzyżowane nie miały jeszcze jednej stopy wysokości. Dwanaście roślin krzyżowanych miało wówczas średnią wysokość 11,1 cala, dwanaście zaś roślin samozapłodnianych — mniej niż połowę tej wysokości, mianowicie 5,45 cala, a więc stosunek był jak 100 do 49. Zanim rośliny osiągnęły pełną wysokość, dwie samozapłodniane zginęły, a ponieważ obawiałem się, że to samo może się stać z innymi, zmierzono je ponownie. Otrzymane wyniki podano w tabeli LXXII.

Dwanaście roślin krzyżowanych miało tym razem średnią wysokość 33,28 cala, dziewięć zaś roślin samozapłodnianych — 19,9 cala, a więc stosunek wynosił 100 do 60. Różnica zatem była trochę mniejsza niż poprzednio.

Rośliny w doniczkach III i V umieszczono w szklarni pod siatką, przy czym z tej ostatniej doniczki usunięto dwie rośliny krzyżowane, gdyż dwie samozapłodniane zginęły, razem więc pozostawiono do samorzutnego samozapłodnienia po sześć roślin krzyżowanych i samozapłodnianych. Doniczki były niewielkie i rośliny wydały niewiele torebek nasiennych. Rośliny samozapłodniane były bardzo drobne i temu w dużym stopniu należy przypisać fakt, że zawiązały mało torebek. Na sześciu roślinach krzyżowanych było 105 torebek, na sześciu zaś samozapłodnianych — tylko 30, stosunek zatem wynosił 100 do 29.

TABELA LXXIII. *Nemophila insignis*

Nr doniczki	Rośliny samozapłodnione pochodzące od krzyżowanych	Rośliny samozapłodnione pochodzące od samozapłodnianych
I	Cale	Cale
	27	27 ⁴ / ₈
	14	34 ² / ₈
II	17 ⁰ / ₈	23
	24 ⁴ / ₈	32
III	16	7
IV	5 ³ / ₈	7 ² / ₈
	5 ⁴ / ₈	16
Razem cali	110,13	147,00

Kiedy uzyskane w ten sposób samozapłodnione nasiona pochodzące z roślin krzyżowanych i samozapłodnianych wykiełkowały w piasku, posadzono je po przeciwnych stronach czterech małych doniczek i traktowano tak jak poprzednio. Wiele jednak roślin chorowało i wysokość ich była bardzo niewyrównana — po obu stronach jedne były pięciokrotnie wyższe od innych — toteż podane w tabeli LXXIII średnie obliczone na podstawie wyników pomiarów zupełnie nie są miarodajne. Podanie ich uważałem jednak za konieczne, gdyż są one sprzeczne z moimi wnioskami ogólnymi.

Siedem roślin samozapłodnionych pochodzących od krzyżowanych miało w tym wypadku średnią wysokość 15,73 cala, siedem zaś roślin samozapłodnionych pochodzących od samozapładnianych — 21 cali, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 133. Analogiczne doświadczenia z *Viola tricolor* i *Lathyrus odoratus* dały całkiem inne wyniki.

XXIII. BORAGINACEAE

BORAGO OFFICINALIS

Spośród obserwowanych przeze mnie roślin ta właśnie należy do najczęściej odwieczanych przez pszczoły. Jest ona wyraźnie protandryczna (H. Müller, „Befruchtung” itd., s. 267) i krzyżowe zapłodnienie kwiatów jest trudne do uniknięcia. Jeżeli jednak to nie nastąpi, są one w pewnym stopniu zdolne również do samozapłodnienia, gdyż pewna ilość pyłku pozostaje w pylnikach i może spadać na dojrzałe znamię. W 1863 roku jedną roślinę przykryłem siatką i zbadałem trzydzieści pięć kwiatów, spośród których tylko dwanaście zawiązało w ogóle nasiona, natomiast na rosnącej tuż obok nie przykrytej roślinie z trzydziestu pięciu kwiatów tylko dwa nie zawiązały nasion. Roślina przykryta miała jednak łącznie dwadzieścia pięć nasion samorzutnie samozapłodnionych, nie przykryta zaś — pięćdziesiąt pięć nasion powstałych niewątpliwie w wyniku krzyżowego zapłodnienia.

W 1868 roku na przykrytej roślinie osiemnaście kwiatów skrzyżowano używając pyłku z innej rośliny, lecz tylko siedem kwiatów zawiązało owoce. Przypuszczam, że wiele znamion zapylilem przed ich dojrzewaniem. Owoce te zawierały średnio po dwa nasiona, jeden zaś — trzy nasiona. Z tej samej rośliny otrzymałem dwadzieścia cztery

TABELA LXXIV. *Borago officinalis*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	19	13 ⁴ / ₈
	21	18 ⁶ / ₈
	16 ⁴ / ₈	20 ² / ₈
II	26 ² / ₈	32 ² / ₈
Razem cali	82,75	84,75

owoce samorzutnie samozapłodnione, przy czym zawierały one średnio po 1,2 nasienia, maksimum zaś stwierdzone w jednym owocu wynosiło 3 nasiona. Stosunek zatem liczby nasion w owocach otrzymanych ze skrzyżowania do liczby nasion w owocach powstałych w wyniku samorzutnego samozapłodnienia wynosił 100 do 90.

Obie serie nasion wysiano po przeciwnych stronach dwu dużych doniczek; udało mi się jednak uzyskać tylko cztery pary siewek będących w tym samym wieku. Kiedy

siewki po obu stronach miały mniej więcej po 8 cali wysokości, były jednakowe. Zmierzono je w pełni kwitnienia. Wyniki pomiarów podane są w tabeli LXXIV.

Średnia wysokość czterech roślin krzyżowanych wynosi tu 20,68 cala, czterech zaś roślin samozapłodnianych — 21,18 cala, stosunek więc wynosi 100 do 102. Rośliny zatem samozapłodniane prześcignęły nieco pod względem wysokości rośliny krzyżowane, co było spowodowane jednak wyłącznie tym, że jedna z roślin samozapłodnianych była bardzo wysoka. W obu doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej niż samozapłodniane. Przypuszczam wobec tego, że gdyby roślin było więcej, wynik byłby odmienny. Żałuję, że nie zwróciłem uwagi na płodność obu serii.

XXIV. NOLANACEAE

NOLANA PROSTRATA

U niektórych kwiatów tej rośliny pręciki są znacznie krótsze od słupków, u innych zaś mają taką samą długość. Przypuszczając więc — jak się później okazało — błędnie, że roślina ta jest dwupostaciowa, podobnie jak *Primula*, *Linum* i inne, w 1862 umieściłem w szklarni dwanaście roślin i przykryłem je siatką. Kwiaty spontanicznie samozapłodnione wydały nasiona ważące łącznie 64 grany, lecz włączono tu również nasiona z czternastu kwiatów sztucznie skrzyżowanych, co bezpodstawnie zwiększyło ciężar nasion samozapłodnionych. Kwiaty dziewięciu nie przykrytych roślin, które były często odwiedzane przez pszczoły zbierające z nich pyłek, niewątpliwie zostały za pośred-

TABELA LXXV. *Nolana prostrata*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	$8\frac{4}{8}$	$4\frac{2}{8}$
	$6\frac{4}{8}$	$7\frac{4}{8}$
II	$10\frac{4}{8}$	$14\frac{4}{8}$
	18	18
III	$20\frac{2}{8}$	$22\frac{4}{8}$
Razem cali	63,75	67,00

nictwem tych pszczoł zapłodnione krzyżowo; wydały one 79 granów nasion. Z dwunastu zaś roślin nie przykrytych otrzymano by 105 granów nasion. Stosunek więc ciężaru nasion pochodzących z kwiatów na jednakowej liczbie roślin krzyżowanych za pośrednictwem pszczoł do ciężaru nasion z kwiatów samorzutnie samozapłodnionych (tych ostatnich jednak łącznie z nasionami czternastu kwiatów sztucznie skrzyżowanych) wynosił 100 do 61.

Doświadczenie to powtórzono w lecie 1867 roku; skrzyżowano trzydzieści kwiatów używając pyłku z innej rośliny i otrzymano dwadzieścia siedem torebek zawierających po pięć nasion. Krzyżowane i samozapładniane torebki nasienne zawierały taką samą liczbę nasion, ale kwiaty zapłodnione krzyżowo zawiązały o wiele więcej torebek niż kwiaty samozapłodnione; stosunek ten wynosił 100 do 21.

Zważono jednakową liczbę nasion z obu serii; stosunek ciężaru nasion krzyżowanych do ciężaru nasion samozapładnianych wynosił 100 do 82. A więc w wyniku krzyżowania liczba zawiązanych torebek nasiennych oraz ciężar nasion wzrastają, natomiast liczba nasion w torebce nie zwiększa się.

Te dwie serie nasion po skiełkowaniu na piasku posadzono po przeciwnych stronach trzech doniczek. Kiedy siewki miały 6 do 7 cali wysokości, były jednakowe. Rośliny zmierzono, gdy już w pełni wyrosły, lecz wielkość ich w kilku doniczkach była tak niewyrównana, że wyników nie można uznać za zupełnie miarodajne.

Pięć roślin krzyżowanych miało średnią wysokość 12,75 cala, pięć zaś samozapładnianych — 13,4 cala, a więc stosunek ich wysokości wynosił 100 do 105.

Rozdział VI

SOLANACEAE, PRIMULACEAE, POLYGONACEAE itd.

Petunia violacea, porównanie czterech pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych — Skutki krzyżowania z nowym rodem — Jednakowa barwa kwiatów w czwartym pokoleniu roślin samozapłodnianych — Krzyżowanie z odrębną pododmianą wywiera ogromny wpływ na wysokość, ale nie na płodność potomstwa — *Cyclamen persicum*, rośliny krzyżowane znacznie przewyższają rośliny samozapłodniane — *Anagallis collina* — *Primula veris* — Znaczne zwiększenie płodności równosłupkowej odmiany *Primula veris* dzięki skrzyżowaniu z nowym rodem — *Fagopyrum esculentum* — *Beta vulgaris* — *Canna warszewiczii*, rośliny krzyżowane i samozapłodniane jednakowej wysokości — *Zea mays* — *Phalaris canariensis*.

XXV. SOLANACEAE

PETUNIA VIOLACEA

Odmiana o brudnopurpurowej barwie

Kwiaty tej rośliny są w tym kraju tak rzadko odwiedzane podczas dnia przez owady, że osobiście nigdy nie zaobserwowałem takiego wypadku. Jednak mój ogrodnik, na którym można polegać, widział raz trzmiele na kwiatkach tej rośliny. Pan Meehan twierdzi¹, że w Stanach Zjednoczonych pszczoły przegryzają koronę kwiatu, aby dostać się do nektaru, i dodaje, że „zapłodnianie tych roślin odbywa się za pośrednictwem ciem nocnych”.

We Francji M. Naudin, po wykastrowaniu dużej liczby kwiatów jeszcze w pąkach, pozostawił je nie osłonięte, aby owady miały dostęp. Okazało się, że jedna czwarta roślin zawiązała torebki nasienne². Jestem jednak przekonany, że w moim ogrodzie znacznie większy procent kwiatów jest zapłodniany krzyżowo za pośrednictwem owadów, ponieważ kwiaty osłonięte, które na znamionach miały swój własny pyłek, nigdy nie zawiązywały wszystkich nasion, natomiast kwiaty nie osłonięte wydawały dorodne torebki, co wskazywałoby na to, że pyłek z innych roślin przenoszony jest na kwiaty prawdopodobnie przez ćmy. Rośliny silnie rosnące i kwitnące w donicz-

¹ „Proc. Acad. Nat. Sc. of Philadelphia”, 2 sierpnia 1870, s. 90. Prof. Hildebrand powiedział mi także, że w Niemczech ćmy, a zwłaszcza *Sphinx convolvuli*, licznie odwiedzają kwiaty. Jak słyszałem od Boulgera, to samo odnosi się do Anglii.

² „Annales des Sc. Nat.”, seria 4, Bot., tom IX, rozdz. 5.

kach w szklarni nigdy nie wydały ani jednej torebki, co może być spowodowane głównie tym, że ćmy ich tam nie odwiedzają.

Sześć kwiatów na roślinie okrytej siatką zapłodniono pyłkiem innej rośliny, w wyniku czego powstało sześć torebek, zawierających nasiona o ciężarze 4,44 grana. Sześć innych kwiatów po zapłodnieniu ich własnym pyłkiem wytworzyło tylko trzy torebki, zawierające nasiona o ciężarze 1,49 grana. Z tego wynika, że stosunek ciężaru nasion z jednakowej liczby torebek krzyżowanych i samozapłodnianych wynosiłby 100 do 67. Nie podawałbym stosunków wagowych na podstawie tak niewielkiej liczby torebek, gdyby nie to, że prawie takie same wyniki otrzymałem w wielu następnych doświadczeniach.

Dwie serie nasion umieszczono w piasku. Wiele spośród nasion samozapłodnionych wykiełkowało wcześniej niż krzyżowane, zostały więc usunięte. Kilka par kiełkujących jednocześnie umieszczono po przeciwnych stronach doniczki I i II. Zmierzono jednak tylko najwyższe rośliny z każdej strony. Pozostałe nasiona posiano gęsto po obu stronach dużej doniczki (III), a następnie siewki przerzedzono, pozostawiając z każdej strony jednakową liczbę roślin. Po każdej stronie doniczki zmierzono trzy najwyższe siewki. Doniczki pozostawiono w szklarni i opatrzone palikami. Początkowo młode krzyżowane rośliny nie wykazywały żadnej przewagi nad roślinami samozapłodnianymi, jeśli chodzi o wysokość, liście ich były jednak większe. Po osiągnięciu pełnego wzrostu zmierzono kwitnące rośliny; wyniki pomiarów zestawiono w tabeli LXXVI.

TABELA LXXVI. *Petunia violacea* (pierwsze pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale 30	Cale 20 $\frac{4}{8}$
II	34 $\frac{4}{8}$	27 $\frac{4}{8}$
III	34	28 $\frac{4}{8}$
	30 $\frac{4}{8}$	27 $\frac{4}{8}$
	25	26
Razem cali	154	130

Średnia wysokość pięciu najwyższych roślin krzyżowanych wynosiła 30,8 cala, pięciu zaś najwyższych roślin samozapłodnionych — 26 cali, a więc stosunek wysokości wynosił 100 do 84.

Zapłodnione krzyżowo kwiaty roślin krzyżowanych wytworzyły trzy torebki nasienne. Z powtórnego zaś samozapłodnienia roślin samozapłodnionych otrzymano także trzy torebki. Jedna spośród tych ostatnich okazała się tak dobrze wypełniona, jak żadna torebka spośród krzyżowanych, jednak dwie pozostałe zawierały wiele nasion niewykształconych. Z tych dwóch grup nasion otrzymano rośliny następnego pokolenia.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny drugiego pokolenia. Tak jak i w poprzednim pokoleniu wiele spośród nasion samozapłodnionych wzrosło wcześniej niż krzyżowane.

Nasiona w tej samej fazie kiełkowania posadzono po przeciwnych stronach trzech doniczek. Siewki krzyżowane po krótkim czasie znacznie prześcignęły we wzroście rośliny samozapłodnione. Wówczas gdy w doniczce I najwyższa krzyżowana roślina miała $10\frac{1}{2}$ cala, wysokość najwyższej rośliny samozapłodnionej wynosiła zaledwie $3\frac{1}{2}$ cala; w doniczce II przewaga pod względem wysokości nie zaznaczyła się tak wyraźnie. Rośliny traktowano tak samo jak w poprzednim pokoleniu i po osiągnięciu przez nie pełnego wzrostu zmierzono je tak jak poprzednie. W doniczce III obie rośliny krzyżowane zostały zniszczone we wczesnym okresie rozwoju przez jakieś szkodniki, tak że rośliny samozapłodnione nie miały współzawodników. Zostały one jednak zmierzone, a wyniki ich pomiarów podano w tabeli LXXVII. Krzyżowane rośliny z doniczki I i II zakwitły o wiele wcześniej niż ich samozapłodnione odpowiedniki z tych samych doniczek oraz wcześniej niż rośliny rosnące w doniczce III.

TABELA LXXVII. *Petunia violacea* (drugie pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	$57\frac{2}{8}$	$13\frac{1}{8}$
	$36\frac{2}{8}$	8
II	$44\frac{4}{8}$	$33\frac{2}{8}$
	24	28
III	0	$46\frac{2}{8}$
	0	$28\frac{4}{8}$
Razem cali	162,0	157,5

Średnia wysokość czterech krzyżowanych roślin wynosi 40,5 cala, a sześciu samozapłodnianych — 26,25 cala, a więc średnie te mają się do siebie jak 100 do 65. Ta znaczna różnica jest jednak częściowo przypadkowa i spowodowana tym, że niektóre samozapłodniane rośliny były bardzo niskie, a jedna spośród krzyżowanych była bardzo wysoka.

Skrzyżowano powtórnie dwanaście kwiatów z roślin krzyżowanych, w wyniku czego otrzymano jedenaście torebek nasiennych, przy czym pięć było bardzo małych, sześć zaś normalnie wykształconych. Nasiona tych ostatnich ważyły 3,75 grana. Dwanaście kwiatów roślin samozapłodnionych po zapłodnieniu ich własnym pyłkiem dało nie mniej niż dwanaście torebek, przy czym nasiona z sześciu najlepszych torebek ważyły 2,57 grana. Należy jednak zaznaczyć, że te ostatnie torebki otrzymano z roślin z doniczki III, nie narażonych na żadne współzawodnictwo. Ciężar nasion pochodzących z sześciu normalnie wykształconych krzyżowanych torebek ma się tak do ciężaru

nasion z sześciu najlepszych samozapłodnionych torebek jak 100 do 68. Z tych nasion otrzymano rośliny następnego pokolenia.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny trzeciego pokolenia. Część nasion umieszczono na piasku i w miarę kiełkowania przesadzano je parami na przeciwne strony czterech doniczek. Wszystkie pozostałe nasiona posiano gęsto z dwóch stron dużej doniczki. Wynik był zaskakujący, ponieważ siewki samozapłodnione były od początku wyższe od krzyżowanych, a po pewnym czasie przewyższyły je prawie dwukrotnie. Na pierwszy rzut oka zjawisko to wydawało się analogiczne do obserwowanego u *Mimulus*, u którego po trzech pokoleniach pojawiła się odmiana wysoka i w dużym stopniu samopłodna. Ponieważ jednak tym razem w dwóch następnych pokoleniach rośliny krzyżowane z powrotem osiągnęły przewagę nad roślinami samozapładnianymi, zjawisko to należy raczej traktować jako wyjątkowe. Mogę tylko przypuszczać, że samozapłodnione nasiona nie były dostatecznie dojrzałe, wskutek czego od początku rosły nienormalnie szybko, dając w końcu słabe rośliny. Podobnie było z siewkami, które wyrosły z niedostatecznie dojrzałych samozapłodnionych nasion *Iberis*. Gdy rośliny krzyżowane miały od 3 do 4 cali wysokości, w czterech donizkach dokonano pomiarów sześciu najdorodniejszych roślin. W tym samym czasie zmierzono też sześć najbardziej dorodnych roślin samozapłodnionych. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli LXXVIII.

TABELA LXXVIII. *Petunia violacea*
(trzecie pokolenie; rośliny bardzo młode)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	1 $\frac{4}{8}$	5 $\frac{6}{8}$
	1	4 $\frac{4}{8}$
II	5 $\frac{7}{8}$	8 $\frac{3}{8}$
	5 $\frac{6}{8}$	6 $\frac{7}{8}$
III	4	5 $\frac{5}{8}$
IV	1 $\frac{4}{8}$	5 $\frac{3}{8}$
Razem cali	19,63	36,50

Widać z niej także, że jeżeli chodzi o wysokość, wszystkie rośliny krzyżowane zostały zdystansowane przez rośliny samozapłodnione, natomiast przy następnym pomiarze przewaga samozapłodnionych spowodowana była głównie przez dwie niezwykle wysokie rośliny z doniczki II. Średnia wysokość roślin krzyżowanych wynosiła 3,27 cala, samozapłodnionych zaś — 6,08 cala, czyli stosunek ich wysokości był jak 100 do 186.

Po osiągnięciu przez te rośliny pełnej wysokości zmierzono je ponownie. Dane zestawiono w tabeli LXXIX.

Średnia wysokość ośmiu roślin krzyżowanych wynosiła 40,96 cala, a ośmiu samozapłodnianych — 53,87 cala. Średnie te mają się do siebie jak 100 do 131. O przewadze tej, jak już wspomniano, zdecydowały przede wszystkim dwie niezwykle wysokie samozapłodnione rośliny w doniczce II. Tak więc rośliny samozapłodnione nie miały już teraz tak ogromnej przewagi nad roślinami krzyżowanymi. W trzech doniczkach rośliny samozapłodniane zakwitły pierwsze, ale w doniczce III kwitły jednocześnie z roślinami krzyżowanymi.

TABELA LXXIX. *Petunia violacea*
(trzecie pokolenie; rośliny w pełni wyrosnięte)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	41 ⁴ / ₈	40 ⁶ / ₈
	48	39
II	36	48
	36	47
	21	80 ² / ₈
III	36 ² / ₈	86 ² / ₈
	52	46
	57	43 ⁶ / ₈
VI		
Razem cali	327,75	431,00

Zjawisko to jest tym bardziej osobliwe, że rośliny krzyżowane z doniczki V (nie uwzględnione w dwóch poprzednich tabelach), w której siane były bardzo gęsto, były od początku lepsze od samozapłodnianych i miały większe liście. W okresie gdy dwie najwyższe rośliny krzyżowane z doniczki V miały 6⁴/₈ i 4⁵/₈ cala, dwie najwyższe spośród samozapłodnianych miały tylko 4 cale wysokości. Kiedy wysokość dwu roślin krzyżowanych wynosiła 12 i 10 cali, dwie samozapłodniane miały tylko po 8 cali. Te rośliny, podobnie jak wiele innych rosnących po tej samej stronie doniczki, nie rosły już wcale w górę, wówczas gdy kilka spośród roślin krzyżowanych osiągnęło wysokość aż dwóch stóp! Ze względu na tak ogromną przewagę roślin krzyżowanych nie uwzględniono w dwóch poprzednich tabelach ani roślin krzyżowanych, ani samozapłodnianych z tej doniczki.

Trzydzieści kwiatów na roślinach krzyżowanych z doniczek I i IV (tabela LXXIX) skrzyżowano powtórnie i otrzymano siedemnaście torebek. Natomiast trzydzieści kwiatów roślin samozapłodnianych z tych samych doniczek zapłodniono ich własnym pyłkiem, otrzymując tylko siedem torebek. Zawartość każdej torebki oddzielnie z obu serii umieszczono na szkiełkach zegarkowych i od razu na oko wydawało się, że nasiona krzyżowane są co najmniej dwukrotnie liczniejsze niż nasiona z torebek samozapłodnianych.

W celu przekonania się, czy płodność roślin samozapładnianych zmniejszyła się wskutek samozapładniania w ciągu trzech kolejnych pokoleń, trzydzieści kwiatów na roślinie krzyżowanej zapłodniono ich własnym pyłkiem. Otrzymano tylko pięć torebek. Nasiona z każdej torebki umieszczono na szkiełku zegarkowym i skonstatowano, że nie jest ich więcej niż nasion z samozapłodnionych torebek pochodzących z roślin samozapłodnionych po raz czwarty. O ile można sądzić na podstawie tak niewielkiej liczby torebek, przez trzy poprzednie pokolenia samopłodność roślin samozapładnianych nie zmniejszyła się w porównaniu z samopłodnością roślin krzyżowanych. Należy przy tym jednak pamiętać, że obie grupy roślin w każdym pokoleniu znajdowały się prawie dokładnie w takich samych warunkach.

Nasion powstałych ze skrzyżowania roślin krzyżowanych i samozapłodnienia roślin samozapładnianych z doniczki I (tabela LXXIX), w której trzy samozapładniane rośliny były średnio tylko trochę wyższe od krzyżowanych, użyto w następnych doświad-

TABELA LXXX. *Petunia violacea*
(czwarte pokolenie, otrzymane z roślin trzeciego pokolenia w doniczce I, tab. LXXIX)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	29 ² / ₈	30 ² / ₈
	36 ² / ₈	34 ² / ₈
	49	31 ³ / ₈
II	33 ³ / ₈	31 ⁵ / ₈
	37 ³ / ₈	38 ² / ₈
	56 ⁴ / ₈	38 ⁴ / ₈
III	46	45 ¹ / ₈
	67 ² / ₈	45
	54 ³ / ₈	23 ² / ₈
IV	51 ⁰ / ₈	34
	51 ⁷ / ₈	0
V Rośliny zagęszczone	49 ⁴ / ₈	22 ³ / ₈
	46 ³ / ₈	24 ² / ₈
	40	24 ⁰ / ₈
	53	30
Razem cali	701,88	453,50

czeniu. Umieszczono je oddzielnie od dwóch podobnych serii nasion otrzymanych z dwóch roślin z doniczki IV (podanych również w tabeli LXXIX), w której rośliny krzyżowane były o wiele wyższe od swych samozapładnianych odpowiedników.

Krzyżowane i samozapładniane rośliny czwartego pokolenia (otrzymane z roślin z doniczki I, tabela LXXIX). Krzyżowane i samozapładniane nasiona ostatniego

pokolenia roślin z doniczki I (tabela LXXIX) umieszczono na piasku i w miarę kiełkowania przenoszono parami na przeciwne strony czterech doniczek. Siewki w pełni kwitnienia zmierzono do podstawy kielicha. Pozostałe nasiona posiano gęsto po dwóch stronach doniczki V. Z każdej strony tej doniczki zmierzono w ten sam sposób cztery najwyższe rośliny.

Średnia wysokość piętnastu krzyżowanych roślin wynosiła 46,79 cala, a czterem (jedna wypadła) samozapłodnianych — 32,39 cala, czyli średnie te miały się do siebie jak 100 : 69. Jak widać, w pokoleniu tym rośliny krzyżowane odzyskały zwykłą przewagę nad roślinami samozapłodnianymi, jakkolwiek rodzice tych ostatnich z doniczki I (tabela LXXIX) byli nieco wyżsi od swych krzyżowanych odpowiedników.

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny czwartego pokolenia (otrzymane z roślin w doniczce IV, tabela LXXIX). Dwie analogiczne serie nasion otrzymane z roślin z doniczki IV (tabela LXXIX), w której jedna krzyżowana roślina była początkowo niższa, ale w końcu znacznie przewyższyła swego samozapłodnianego odpowiednika, potraktowano pod każdym względem tak samo jak ich rodzeństwo z tego samego po-

TABELA LXXXI. *Petunia violacea*
(czwarte pokolenie, otrzymane z roślin trzeciego pokolenia w doniczce IV, tab. LXXIX)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	46	30 ² / ₈
	46	28
II	50 ⁶ / ₈	25
	40 ² / ₈	31 ³ / ₈
	37 ³ / ₈	22 ⁴ / ₈
III	54 ² / ₈	22 ⁵ / ₈
	61 ¹ / ₈	26 ⁶ / ₈
	45	32
IV	30	28 ⁴ / ₈
	29 ¹ / ₈	26
V Rośliny zagęszczone	37 ⁴ / ₈	40 ² / ₈
	63	18 ⁵ / ₈
	41 ² / ₈	17 ⁴ / ₈
Razem cali	581,63	349,38

kolenia w ostatnim doświadczeniu. W tabeli LXXXI podane są wysokości tych roślin. Chociaż rośliny krzyżowane były znacznie wyższe od samozapłodnianych, to jednak w trzech doniczkach na pięć wszystkie rośliny samozapłodniane zakwitły wcześniej niż krzyżowane, a w doniczce czwartej — jednocześnie; w piątej doniczce (doniczka II) pierwsze zakwitły rośliny krzyżowane.

Średnia wysokość trzynastu roślin krzyżowanych wynosiła 44,74 cala, trzynastu zaś samozapłodnianych — 26,84 cala, a więc stosunek był jak 100 do 60. Rodzice tych krzyżowanych roślin, w porównaniu z poprzednim doświadczeniem, byli znacznie wyżsi od rodziców roślin samozapłodnianych i widocznie przekazali oni w pewnym stopniu tę przewagę swemu krzyżowanemu potomstwu. Złożyło się *nieszczęśliwie*, że nie umieściłem tych roślin w gruncie dla porównania ich płodności. Porównując pyłek u niektórych krzyżowanych i samozapłodnianych roślin z doniczki I (tabela LXXXI), stwierdziłem duże różnice. Rośliny krzyżowane nie miały zupełnie ani niewykształconych, ani pustych ziarn pyłku, wówczas gdy rośliny samozapłodniane miały ich wiele.

Wpływ krzyżowania z nowym rodem. Z ogrodu w Westerham, skąd pochodziły moje rośliny, otrzymałem nową roślinę, nie różniącą się od nich pod żadnym względem, z wyjątkiem pięknej purpurowej barwy kwiatów. Roślina ta jednak co najmniej przez cztery pokolenia znajdowała się w zupełnie innych warunkach niż moje rośliny, które rosły w doniczkach w szklarni. Pyłkiem tej nowej rośliny nowego rodzaju zapłodniono osiem kwiatów samozapłodnianych roślin (tabela LXXXI) ostatniego, czyli czwartego pokolenia (tabela LXXXI). Wszystkie kwiaty dały torebki nasienne zawierające razem 5,01 grana nasion. Rośliny, które wyrosły z tych nasion, nazwano krzyżowanymi z Westerham.

Osiem kwiatów krzyżowanych roślin ostatniego, czyli czwartego pokolenia (tab. LXXXI) zapłodniono ponownie pyłkiem innej krzyżowanej rośliny. Otrzymano pięć torebek nasiennych zawierających 2,07 grana nasion. Rośliny, które powstały z tych nasion, można nazwać krzyżowanymi między sobą; są one piątym pokoleniem krzyżowanym między sobą.

Osiem kwiatów roślin samozapłodnianych tego samego pokolenia (tab. LXXXI) zapłodniono ich własnym pyłkiem i otrzymano siedem torebek nasiennych zawierających 2,1 grana nasion. Samozapłodnione rośliny wyrosłe z tych nasion stanowią piąte pokolenie roślin samozapłodnianych. Te ostatnie oraz rośliny krzyżowane między sobą można pod każdym względem porównywać z krzyżowanymi i samozapłodnianymi roślinami czterech poprzednich pokoleń.

Na podstawie uzyskanych danych łatwo obliczyć, że:

	ciężar nasion w granach
Dziesięć torebek krzyżowanych z Westerham powinno zawierać . . .	6,26
Dziesięć torebek krzyżowanych między sobą powinno zawierać . . .	4,14
Dziesięć torebek samozapłodnionych powinno zawierać	3,00
Otrzymamy przeto następujące stosunki ciężaru nasion:	
Nasiona pochodzące z torebek krzyżowanych z Westerham do nasion z samozapłodnionych torebek piątego pokolenia	100 do 48
Nasiona z torebek krzyżowanych z Westerham do nasion z krzyżowanych między sobą torebek piątego pokolenia	100 do 66
Nasiona z torebek krzyżowanych między sobą do nasion z torebek samozapłodnianych	100 do 72

A zatem krzyżowanie z nowym rodem zwiększyło ogromnie płodność kwiatów na roślinach samozapłodnianych przez cztery kolejne pokolenia nie tylko w porównaniu z kwiatami tych roślin, które zostały samozapłodnione po raz piąty, ale także w porównaniu z kwiatami krzyżowanych roślin skrzyżowanych po raz piąty z inną rośliną tego samego starego rodu.

Trzy wymienione serie nasion umieszczono w piasku. Nasiona jednakowo skielkowane przeniesiono do siedmiu doniczek. Każdą z doniczek podzielono przegródkami na trzy części. Pozostałe nasiona, z których część wykiełkowała, posiano gęsto w ósmej doniczce. Doniczki umieszczono w szklarni, a roślinom dano paliki. Gdy zaczęły kwitnąć, zmierzono je do szczytu łodygi. Średnia wysokość dwudziestu dwóch roślin krzyżowanych z Westerham wyniosła 25,51 cala, średnia dwudziestu trzech roślin krzyżowanych między sobą — 30,38 cala, a średnia dwudziestu trzech roślin samozapłodnianych — 23,40 cala. Otrzymujemy na tej podstawie następujące stosunki:

Wysokość roślin krzyżowanych z Westerham do wysokości roślin samozapłodnianych	100 do 91
Wysokość roślin krzyżowanych z Westerham do wysokości roślin krzyżowanych między sobą	100 do 119
Wysokość roślin krzyżowanych między sobą do wysokości roślin samozapłodnianych	100 do 77

Rośliny te zmierzono po raz drugi, gdy podczas przypadkowego przeglądu stwierdzono, że zakończyły swój wzrost. Była to jednak pomyłka, okazało się bowiem już po ścięciu roślin, że wierzchołki łodyg roślin krzyżowanych z Westerham w dalszym ciągu silnie rosły, podczas gdy rośliny krzyżowane między sobą prawie przestały rosnąć, a samozapłodniane zupełnie przestały rosnąć. Nie ma przeto wątpliwości, że gdyby roślinom tym pozwolono rosnąć jeszcze jakiś czas, dane dotyczące wysokości zamieszczone w tabeli LXXXII byłyby nieco inne.

Średnia wysokość dwudziestu jeden roślin krzyżowanych z Westerham wynosiła 50,05 cala, dwudziestu dwóch krzyżowanych między sobą — 54,11 cala, natomiast dwudziestu jeden roślin samozapłodnionych — 33,23 cala. Otrzymujemy na tej podstawie następujące stosunki:

Wysokość roślin krzyżowanych z Westerham do wysokości roślin samozapłodnianych	100 do 66
Wysokość roślin krzyżowanych z Westerham do wysokości roślin krzyżowanych między sobą	100 do 108
Wysokość roślin krzyżowanych między sobą do wysokości roślin samozapłodnianych	100 do 61

Widać przeto, że rośliny krzyżowane z Westerham (potomstwo roślin samozapłodnianych w ciągu czterech pokoleń, a następnie skrzyżowanych z nowym rodem) uzyskały znaczną, w porównaniu z pierwszym pomiarem, przewagę pod względem wysokości nad roślinami samozapłodnianymi w ciągu pięciu pokoleń. Wysokości ich miały się wtedy do siebie jak 100 do 91, obecnie zaś jak 100 do 66. Również rośliny krzyżowane między sobą (to jest krzyżowane między sobą w ciągu pięciu pokoleń) przewyższały

TABELA LXXXII. *Petunia violacea*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane z Westerham (samozapłodnione rośliny czwartego pokolenia skrzyżowane z nowym rodem)	Rośliny krzyżowane między sobą (rośliny tego samego rodzaju krzyżowane między sobą dla otrzymania piątego pokolenia)	Rośliny samozapłodnione (samozapłodnione w celu otrzymania piątego pokolenia)
I	Cale 64 ⁵ / ₈ 24 51 ⁴ / ₈	Cale 57 ² / ₈ 64 58 ⁰ / ₈	Cale 43 ⁶ / ₈ 56 ² / ₈ 31 ⁵ / ₈
II	48 ⁷ / ₈ 54 ⁴ / ₈ 58 ¹ / ₈	59 ⁷ / ₈ 58 ² / ₈ 53	41 ⁵ / ₈ 41 ² / ₈ 18 ² / ₈
III	62 53 ² / ₈ 62 ⁷ / ₈	52 ² / ₈ 54 ⁶ / ₈ 61 ⁶ / ₈	46 ⁶ / ₈ 45 19 ⁴ / ₈
IV	44 ⁴ / ₈ 49 ² / ₈ ..	58 ⁷ / ₈ 65 ² / ₈ 59 ⁶ / ₈	37 ⁵ / ₈ 33 ² / ₈ 32 ² / ₈
V	43 ¹ / ₈ 53 ⁷ / ₈ 53 ² / ₈	35 ⁶ / ₈ 34 ⁶ / ₈ 54 ⁶ / ₈	41 ⁶ / ₈ 26 ¹ / ₈ 0
VI	37 ⁴ / ₈ 61 0	56 63 ⁵ / ₈ 57 ⁷ / ₈	46 ⁴ / ₈ 29 ⁶ / ₈ 14 ⁴ / ₈
VII	59 ⁶ / ₈ 43 ⁴ / ₈ 50 ⁵ / ₈	51 49 ⁰ / ₈ 0	43 12 ² / ₈ 0
VIII Rośliny zagęszczane	37 ⁷ / ₈ 37 ² / ₈	38 ⁵ / ₈ 44 ⁵ / ₈	21 ⁶ / ₈ 14 ⁵ / ₈
Razem cali	1051,25	1190,50	697,88

rośliny samozapłodnione, podobnie jak we wszystkich poprzednich pokoleniach, z wyjątkiem nienormalnych roślin pokolenia trzeciego. Z drugiej jednak strony rośliny krzyżowane między sobą przewyższały rośliny krzyżowane w Westerham, co jest zastanawiające, sądząc na podstawie większości innych bardzo podobnych wypadków. Ponieważ jednak rośliny krzyżowane z Westerham były jeszcze zdolne do silnego wzrostu, a wzrost krzyżowanych między sobą już prawie ustał, można być pewnym, że gdyby pozwolono im rosnąć jeszcze miesiąc, rośliny krzyżowane z Westerham byłyby wyższe od krzyżo-

wanych między sobą. Jest rzeczą jasną, że uzyskiwałyby one przewagę, ponieważ stosunek wysokości przy pierwszym pomiarze wynosił 100 do 119, a przy następnym już tylko 100 do 108. Również liście roślin krzyżowanych z Westerham były bardziej zielone i rośliny wyglądały silniejsze niż krzyżowane między sobą. Wydały one także o wiele cięższe torebki nasienne, co jest jeszcze ważniejsze. Tak więc potomstwo samozapłodnianych roślin czwartego pokolenia skrzyżowanych z nowym rodem wykazuje znaczną przewagę zarówno nad roślinami krzyżowanymi między sobą, jak i nad samozapłodnianymi roślinami piątego pokolenia. Fakt ten nie ulega najmniejszej wątpliwości.

Trzy powyżej omawiane serie roślin ścięto przy samej ziemi i zważono. Dwadzieścia jeden roślin krzyżowanych z Westerham ważyło 32 uncje, dwadzieścia dwie rośliny krzyżowane między sobą — 34 uncje, a dwadzieścia dwie rośliny samozapłodniane — $7\frac{1}{4}$ uncji. Stosunki ciężaru obliczono biorąc za podstawę jednakową liczbę roślin każdej serii. Ponieważ jednak rośliny samozapłodniane zaczynały już schnąć, ich stosunkowy ciężar który podano poniżej, jest nieco za mały, ponieważ zaś rośliny krzyżowane z Westerham ciągle jeszcze rosły, przeto ich stosunkowy ciężar z czasem niewątpliwie wzrósłby.

Stosunki ciężaru roślin są następujące:

Ciężar roślin krzyżowanych z Westerham do ciężaru roślin samozapłodnianych	100 do 22
Ciężar roślin krzyżowanych z Westerham do ciężaru roślin krzyżowanych między sobą	100 do 101
Ciężar roślin krzyżowanych między sobą do ciężaru roślin samozapłodnianych	100 do 22,3

Widać z tego, że jeśli chodzi o ciężar, a nie o wysokość, rośliny krzyżowane z Westerham i krzyżowane między sobą mają ogromną przewagę nad roślinami samozapłodnianymi. Rośliny krzyżowane z Westerham są niewiele niższe od krzyżowanych między sobą, ale jest rzeczą prawie pewną, że gdyby mogły one rosnąć jeszcze przez jeden miesiąc, zdystansowałyby zdecydowanie te ostatnie.

Ponieważ miałem bardzo dużo nasion tych samych trzech serii, z których wyrosły poprzednio omówione rośliny, część posiałem do gruntu w trzech równoległych, sąsiadujących ze sobą rzędach, aby upewnić się, czy w tych warunkach wyniki będą podobne. Późną jesienią (13 listopada) z każdego rzędu wybrano starannie dziesięć najwyższych roślin i zmierzono je. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli LXXXIII.

Średnia wysokość dziesięciu roślin krzyżowanych z Westerham wynosiła 36,67 cala, dziesięciu roślin krzyżowanych między sobą — 38,27 cala, a dziesięciu samozapłodnianych — 23,31 cala. Wszystkie trzy serie roślin zważono. Krzyżowane z Westerham ważyły 28 uncji, krzyżowane między sobą — 41 uncji, a samozapłodniane — 14,75 uncji. Na podstawie powyższych danych otrzymujemy następujące stosunki:

Wysokość roślin krzyżowanych z Westerham do wysokości roślin samozapłodnianych	100 do 63
Ciężar roślin krzyżowanych z Westerham do ciężaru roślin samozapłodnianych	100 do 53

Wysokość roślin krzyżowanych z Westerham do wysokości roślin krzyżowanych między sobą	100 do 104
Ciężar roślin krzyżowanych z Westerham do ciężaru roślin krzyżowanych między sobą	100 do 146
Wysokość roślin krzyżowanych między sobą do wysokości roślin samozapładnianych	100 do 61
Ciężar roślin krzyżowanych między sobą do ciężaru roślin samozapładnianych	100 do 36

TABELA LXXXIII. *Petunia violacea* (rośliny rosnące w gruncie)

Rośliny krzyżowane z Westerham (samozapładniane rośliny czwartego pokolenia skrzyżowane z nowym rodem)	Rośliny krzyżowane między sobą (rośliny tego samego rodzaju skrzyżowane między sobą dla otrzymania piątego pokolenia)	Rośliny samozapładniane (samozapłodnione w celu otrzymania piątego pokolenia)
Cale	Cale	Cale
34 ² / ₈	38	27 ² / ₈
36 ² / ₈	36 ² / ₈	23
35 ² / ₈	39 ⁵ / ₈	25
32 ⁴ / ₈	37	24 ¹ / ₈
37	36	22 ⁴ / ₈
36 ⁴ / ₈	41 ³ / ₈	23 ³ / ₈
40 ⁷ / ₈	37 ² / ₈	21 ⁵ / ₈
37 ² / ₈	40	23 ⁴ / ₈
38 ² / ₈	41 ² / ₈	21 ³ / ₈
38 ⁵ / ₈	36	21 ² / ₈
366,75	382,75	233,13

Stosunek wysokości powyższych trzech serii roślin jest prawie taki sam (w zakresie trzech do czterech procent) jak u roślin rosnących w doniczkach. Pod względem ciężaru rozbieżność jest znacznie większa: rośliny krzyżowane z Westerham mają o wiele mniejszą przewagę nad roślinami samozapładnianymi, ale — jak stwierdzono poprzednio — rośliny samozapładniane w doniczkach były lekko zwiędnięte i wskutek tego miały obniżony ciężar. Natomiast rośliny krzyżowane z Westerham są w tym wypadku znacznie lżejsze od roślin krzyżowanych między sobą w porównaniu z roślinami tych serii rosnącymi w doniczkach. Wpłynęło na to słabsze ich rozgałęzienie się, gdyż skiełkowało dużo nasion i rośliny rosły w zagęszczeniu. Liście ich były bardziej zielone niż liście roślin krzyżowanych między sobą i liście roślin samozapładnianych.

Stosunek płodności trzech serii roślin. Ani jedna z roślin rosnących w doniczkach w szklarni nie wydała torebek nasiennych. Jest to prawdopodobnie spowodowane głównie brakiem ciem. Płodność więc tych trzech serii roślin można określić tylko na podstawie płodności roślin rosnących w gruncie. Rośliny te nie były okryte, a więc prawdopodobnie zapładniały się krzyżowo. Rośliny w trzech rzędach były dokładnie w tym samym wieku i rosły w identycznych warunkach, tak że jakkolwiek różnicę w ich płodności należałoby przypisać różnicy w ich pochodzeniu. Mianowicie pierwsza seria roślin

pochodziła od roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia, a następnie skrzyżowanych z nowym rodem, druga seria — od roślin tego samego starego rodu krzyżowanych między sobą przez pięć pokoleń, trzecia zaś — od roślin samozapłodnianych przez pięć pokoleń. Z dziesięciu najdorodniejszych roślin każdego z trzech rzędów zebrano, policzono i zważono wszystkie torebki — zarówno zupełnie dojrzałe, jaki i na pół wyrosnięte. Dane dotyczące wysokości i ciężaru tych roślin zostały podane wyżej. Jak już przekonaliśmy się, rośliny krzyżowane między sobą były wyższe i znacznie cięższe od roślin pozostałych dwóch serii i wytworzyły dużo większą liczbę torebek nawet niż rośliny krzyżowane z Westerham. Te ostatnie rosły jednak w większym zagęszczeniu, wskutek czego były mniej rozgałęzione. Wydaje się, że najwłaściwsze będzie porównywanie średniego ciężaru jednakowej liczby torebek każdej serii roślin, ponieważ ciężar ten zależy głównie od liczby zawartych w nich nasion. Ponieważ rośliny krzyżowane między sobą były wyższe i cięższe niż rośliny z dwóch pozostałych serii, można było spodziewać się, że wydadzą one najbardziej dorodne i ciężkie torebki; w tym wypadku jednak bynajmniej tak nie było.

Dziesięć najwyższych roślin krzyżowanych z Westerham wydało 111 dojrzałych i nie-dojrzałych torebek ważących 121,2 grana, przeto 100 tego rodzaju torebek powinno ważyć 109,18 grana.

Dziesięć najwyższych roślin krzyżowanych między sobą wydało 129 torebek o łącznym ciężarze 76,45 grana, a zatem 100 tego rodzaju torebek powinno ważyć 59,26 grana.

Dziesięć najwyższych roślin samozapłodnianych wydało tylko 44 torebki o łącznym ciężarze 22,35 grana. A więc 100 takich torebek powinno ważyć 50,79 grana.

Na podstawie powyższych danych, zestawiając ciężar jednakowej liczby torebek z najdorodniejszych roślin każdej serii, otrzymamy następujące stosunki dotyczące płodności trzech serii roślin:

Rośliny krzyżowane z Westerham do roślin samozapłodnianych . .	100 do 46
Rośliny krzyżowane z Westerham do roślin krzyżowanych między sobą . .	100 do 54
Rośliny krzyżowane między sobą do roślin samozapłodnianych . . .	100 do 86

Widzimy na tym przykładzie, jak ogromny jest wpływ krzyżowania z nowym rodem na płodność roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia w porównaniu z roślinami starego rodu czy to krzyżowanymi między sobą, czy też samozapłodnianymi przez pięć pokoleń. Na wszystkich tych roślinach kwiaty nie były okryte, aby mogły się krzyżować za pośrednictwem owadów lub też zapłodnić własnym pyłkiem. Rośliny krzyżowane z Westerham zarówno w doniczkach, jak i w gruncie były wyższe i cięższe od roślin samozapłodnianych, ustępowały jednak pod tymi względami roślinom krzyżowanym między sobą. Ten ostatni wynik byłby jednak prawie na pewno inny, gdyby pozwolono im rosnąć jeszcze przez jeden miesiąc, ponieważ rośliny krzyżowane z Westerham były nadal zdolne do intensywnego wzrostu, wówczas gdy krzyżowane między sobą prawie przestały rosnąć. Wypadek ten podobny jest prawie do analogicznego u *Eschscholtzia*, której rośliny otrzymane w wyniku skrzyżowania z nowym rodem nie były wyższe niż rośliny samozapłodniane czy krzyżowane między sobą, wytwarzały jednak większą liczbę torebek nasiennych zawierających o wiele większą średnią liczbę nasion.

Barwa kwiatów u powyższych trzech serii roślin. Wyjściowa roślina macierzysta, z której otrzymano pięć kolejnych samozapładnianych pokoleń, miała kwiaty brudnopurpurowe. Selekcji nie stosowano i rośliny miały we wszystkich pokoleniach ściśle jednakowe warunki. Tak jak i w kilku poprzednich wypadkach kwiaty na wszystkich samozapładnianych roślinach, zarówno w doniczkach, jak i w gruncie, miały absolutnie jednakowy odcień, a mianowicie oryginalny cielisty. Jednolitość barwy była szczególnie uderzająca, gdy rośliny rosły w długim rzędzie w gruncie, i to właśnie zwróciło moją uwagę. Nie zanotowałem, w którym pokoleniu pierwotna barwa uległa zmianie i stała się jednakowa, ale mam wszelkie dane, aby przypuszczać, że zmiana zachodziła stopniowo. Kwiaty na roślinach krzyżowanych między sobą miały przeważnie ten sam odcień, ale bynajmniej nie tak jednolity jak u roślin samozapładnianych; wiele z nich miało kwiaty wyblakłe, prawie białe. Kwiaty na roślinach skrzyżowanych z purpurowo kwitającym rodem z Westerham były, jak można się było spodziewać, o wiele bardziej purpurowe i nie tak wyrównane w odcieniu. Samozapładniane rośliny, sądząc na oko, były szczególnie wyrównane również pod względem wysokości, krzyżowane między sobą — mniej, największe natomiast różnice występowały wśród roślin krzyżowanych z Westerham.

NICOTIANA TABACUM

Roślina ta jest bardzo interesująca. W sześciu doświadczeniach z roślinami krzyżowanymi i samozapładnianymi trzech kolejnych pokoleń tylko w jednym doświadczeniu rośliny krzyżowane były wyższe od samozapładnianych; w czterech doświadczeniach były one mniej więcej jednakowe, a w jednym (w pierwszym pokoleniu) rośliny samozapładniane były znacznie wyższe od krzyżowanych. W żadnym wypadku torebki z kwiatów zapładnianych pyłkiem pochodzącym z innej rośliny nie zawierały wiele więcej nasion, a czasami zawierały ich nawet znacznie mniej niż torebki kwiatów samozapładnianych. Jeżeli jednak kwiaty jednej odmiany zostały zapłodnione pyłkiem odmiany nieznacznie różniącej się, która rosła w nieco odmiennych warunkach (to znaczy pyłkiem nowegorodu), siewki otrzymane w wyniku tego skrzyżowania wykazywały znaczną przewagę zarówno pod względem wysokości, jak i ciężaru nad siewkami otrzymanymi z kwiatów samozapładnianych.

Dwanaście kwiatów na kilku roślinach tytoniu pochodzącego z kupnych nasion zapłodniono pyłkiem innej rośliny pochodzącej z tej samej grupy nasion. Wydały one dziesięć torebek. Dwanaście kwiatów na tych samych roślinach zapłodniono ich własnym pyłkiem, co dało w efekcie jedenaście torebek. Nasiona z dziesięciu torebek otrzymanych z zapłodnienia krzyżowego ważyły 31,7 grana, natomiast nasiona z dziesięciu torebek otrzymanych z samozapłodnienia ważyły 47,67 grana, stosunek więc tych wartości był jak 100 do 150. Trudno byłoby przypisać jedynie przypadkowi znacznie większą płodność torebek otrzymanych z samozapłodnienia, porównywane bowiem torebki obu serii były bardzo dorodne i zdrowe.

Nasiona umieszczono na piasku i szereg par w jednakowej fazie kielkowania wysadzono po przeciwnych stronach trzech doniczek. Pozostałe nasiona wysiano gęsto po przeciwnych stronach doniczki IV, wskutek czego rośliny rosły w dużym zagęszczeniu. Następnie mierzono najwyższą roślinę z każdej strony doniczki. Gdy rośliny były jeszcze

zupełnie młode, średnia wysokość czterech roślin krzyżowanych wynosiła 7,87 cala, czterech zaś najwyższych samozapłodnianych — 14,87 cala, czyli stosunek wysokości wynosił 100 do 189. Wysokości roślin w tym wieku podane są w dwóch kolumnach z lewej strony tabeli LXXXIV.

TABELA LXXXIV. *Nicotiana tabacum* (pierwsze pokolenie)

Nr doniczki	20 maja 1868 r.		6 grudnia 1868 r.	
	rośliny krzyżowane	rośliny samozapłodniane	rośliny krzyżowane	rośliny samozapłodniane
I	Cale 15 $\frac{1}{8}$	Cale 26	Cale 40	Cale 44
II	3	15	6 $\frac{1}{8}$	43
III	8	13 $\frac{1}{8}$	16	33
IV Rośliny zagęszczane	5	5	11 $\frac{1}{8}$	11
Razem cali	31,5	59,5	74,0	131,0

W pełni kwitnienia ponownie zmierzono najwyższe rośliny z każdej strony doniczki. Wyniki tych pomiarów są podane w dwu kolumnach z prawej strony tabeli LXXXIV. Muszę jednak zaznaczyć, że doniczki nie były dostatecznie duże i rośliny nie mogły osiągnąć właściwej im wysokości. Przy tym pomiarze średnia wysokość czterech najwyższych roślin krzyżowanych wynosiła 18,5 cala, a czterech najwyższych samozapłodnianych — 32,75 cala, czyli stosunek wysokości wynosił 100 do 178. We wszystkich czterech doniczkach rośliny samozapłodnione zakwitły wcześniej niż którakolwiek z roślin krzyżowanych.

W doniczce IV, w której rośliny były ogromnie zagęszczone, obie serie były na początku jednakowo wysokie, a przy ostatnim pomiarze najwyższa roślina krzyżowana nieznacznie tylko przewyższała najwyższą roślinę samozapłodnioną. Przypomniało mi to analogiczny wypadek w jednym z pokoleń *Petunia*, u której samozapłodniane rośliny były we wszystkich doniczkach stale wyższe od roślin krzyżowanych, z wyjątkiem roślin w doniczce zagęszczonej. W związku z tym wykonano inne doświadczenie. Część tych samych krzyżowanych i samozapłodnianych nasion tytoniu wysiano gęsto po przeciwnych stronach dwóch dodatkowych doniczek i w tym stanie zagęszczenia pozostawiono rośliny aż do wyrośnięcia. Gdy wysokość ich wynosiła 13 do 14 cali, nie stwierdzono żadnej różnicy między roślinami po obu stronach doniczki. Brak było wyraźnej różnicy również wtedy, gdy rośliny osiągnęły swą maksymalną wysokość. W jednej doniczce najwyższa roślina krzyżowana miała 26,5 cala wysokości i przewyższała o dwa cale najwyższą roślinę samozapłodnioną, w drugiej natomiast doniczce najwyższa roślina krzyżowana była o 3 $\frac{1}{2}$ cala niższa od najwyższej rośliny samozapłodnionej, której wysokość wynosiła 22 cale.

Ponieważ rośliny w małych doniczkach nie osiągały właściwej im wysokości (tabela LXXXIV), porównano cztery rośliny krzyżowane ze sobą i samozapładniane, pochodzące z tej samej serii nasion, a wysadzone parami po przeciwnych stronach czterech bardzo dużych doniczek. Doniczki te zawierały bardzo dobrą ziemię, rośliny więc nie były wcale narażone na silne wzajemne współzawodnictwo. W okresie kwitnienia nie zmierzono przez zapomnienie tych roślin, ale na podstawie notatek okazało się, że rośliny samozapładniane przewyższały krzyżowane o 2 do 3 cali. Wiemy już, że kwiaty roślin wyjściowych, czyli rodzicielskich, zapłodnione krzyżowo pyłkiem innych roślin, dały znacznie mniej nasion niż kwiaty zapłodnione ich własnym pyłkiem. Zarówno doświadczenie przed chwilą opisane, jak i to, którego wyniki przedstawiono w tabeli LXXXIV, wskazują wyraźnie, że rośliny z nasion krzyżowanych były również niższe od roślin otrzymanych z nasion samozapłodnionych, ale tylko w tym wypadku, gdy nie rosły w warunkach nadmiernego zagęszczenia. Przy zagęszczeniu, a więc w warunkach bardzo silnego współzawodnictwa, rośliny krzyżowane i samozapłodnione były mniej więcej jednakowej wysokości.

TABELA LXXXV. *Nicotiana tabacum* (drugie pokolenie)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	14 ⁴ / ₈	27 ⁶ / ₈
	78 ⁴ / ₈	8 ⁶ / ₈
	9	56
II	60 ⁴ / ₈	16 ⁶ / ₈
	44 ⁶ / ₈	7
	10	50 ⁴ / ₈
III	57 ¹ / ₈	87 (A)
	1 ² / ₈	81 ² / ₈ (B)
IV	6 ⁶ / ₈	19
	31	43 ² / ₈
	69 ⁴ / ₈	4
V	99 ⁴ / ₈	9 ⁴ / ₈
	29 ² / ₈	3
Razem cali	511,63	413,75

Krzyżowane i samozapładniane rośliny drugiego pokolenia. Dwanaście kwiatów roślin krzyżowanych ostatniego pokolenia, rosnących w czterech dużych poprzednio opisanych doniczkach, zapłodniono pyłkiem rośliny krzyżowanej, rosnącej w jednej z innych doniczek. Jednocześnie zapłodniono ich własnym pyłkiem dwanaście kwiatów roślin samozapłodnionych. W obu seriach wszystkie kwiaty wytworzyły dorodne torebki. Ciężar nasion dziesięciu torebek krzyżowanych wynosił 38,92 grana, dziesięciu zaś

samozapłodnionych — 37,74 grana; wartości te miały się do siebie jak 100 do 97. Część tych nasion w jednakowym stopniu skielkowanych została wysadzona parami po przeciwnych stronach pięciu dużych doniczek. Wiele spośród nasion krzyżowanych wykiełkowało wcześniej niż samozapłodniane i naturalnie usunięto je. Rośliny otrzymane w ten sposób zmierzono w okresie, kiedy niektóre z nich były już w pełni kwitnienia.

Średnia wysokość trzynastu roślin krzyżowanych wynosiła 39,35 cala, a trzynastu samozapłodnianych — 31,82 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do 81. Byłoby jednak znacznie słuszniej wykluczyć wszystkie zagłodzone rośliny, których wysokość wynosiła 10 cali lub mniej. W tym wypadku średnia wysokość dziewięciu pozostałych roślin krzyżowanych wynosiłaby 53,84 cala, siedmiu zaś pozostałych roślin samozapłodnianych — 51,78 cala, a więc stosunek byłby jak 100 do 96. Różnica ta jest tak mała, że wysokość roślin krzyżowanych i samozapłodnianych można uważać za jednakową.

Poza powyższymi roślinami posadzono w trzech dużych donizkach po jednej roślinie krzyżowanej, a w trzech innych — rośliny samozapłodniane. W ten sposób nie były one wcale narażone na współzawodnictwo. W tych warunkach rośliny samozapłodniane przewyższały nieznacznie rośliny krzyżowane, średnia bowiem wysokość trzech roślin krzyżowanych wynosiła 55,91 cala, a trzech samozapłodnianych — 59,16 cala; średnie te więc miały się do siebie jak 100 do 106.

TABELA LXXXVI. *Nicotiana tabacum* (trzecie pokolenie);
rośliny pochodzące od samozapłodnionej rośliny A z doniczki III,
tabela LXXXV, z ostatniego, czyli drugiego pokolenia

Nr doniczki	Roślina samozapłodniana skrzyżowana z rośliną krzyżowaną	Roślina samozapłodniana powtórnie samozapłodniona w celu otrzymania trzeciego samozapłodnianego pokolenia
I	Cale	Cale
	100 ² / ₈	98
	91	79
II	110 ² / ₈	59 ¹ / ₈
	100 ⁴ / ₈	66 ⁶ / ₈
III	104	79 ⁶ / ₈
IV	84 ² / ₈	110 ¹ / ₈
	76 ⁴ / ₈	64 ¹ / ₈
Razem cali	666,75	557,25

Krzyżowane i samozapłodniane rośliny trzeciego pokolenia. Chciałem się przekonać, po pierwsze, czy samozapłodniane rośliny ostatniego pokolenia, które znacznie przewyższały swe odpowiedniki spośród roślin krzyżowanych, będą przekazywać tę tendencję potomstwu, a po drugie czy mają taką samą konstytucję piciową. W tym celu wybrano do doświadczenia dwie samozapłodnione rośliny, oznaczone w tabeli LXXXV jako A i B w doniczce III, które miały mniej więcej jednakową wysokość i znacznie

przewyższały swe odpowiedniki wśród krzyżowanych. Na każdej roślinie cztery kwiaty zapłodniono ich własnym pyłkiem, a cztery inne zapłodniono pyłkiem pochodzącym z jednej z roślin krzyżowanych rosnących w innej doniczce. Układ tego doświadczenia różni się od stosowanego poprzednio, przy którym siewki roślin krzyżowanych ponownie krzyżowane porównywano z siewkami roślin samozapładnianych ponownie samozapłodnionych. Nasiona z torebek krzyżowanych i samozapładnianych powyższych dwóch roślin umieszczono na dwóch oddzielnych szkiełkach zegarkowych i porównywano, lecz nie zważono. W obu wypadkach wydawało się, że nasion z torebek krzyżowanych jest mniej niż nasion z torebek samozapładnianych. Nasiona te posadzono w zwykły sposób; wysokości całkowicie wyrosniętych krzyżowanych i samozapładnianych roślin podane są w tabelach LXXXVI i LXXXVII.

Średnia wysokość siedmiu roślin krzyżowanych w pierwszej z tych tabel wynosi 95,25 cala, a siedmiu samozapładnianych — 79,6 cala; wartości te mają się do siebie jak 100 do 83. W połowie doniczek pierwsza zakwitła roślina krzyżowana, w drugiej zaś połowie — roślina samozapładniana.

TABELA LXXXVII. *Nicotiana tabacum* (trzecie pokolenie);
rośliny pochodzące od samozapładnianej rośliny B z doniczki III,
tabela LXXXV, z ostatniego, czyli drugiego pokolenia

Nr doniczki	Roślina samozapładniana skrzyżowana z rośliną krzyżowaną	Roślina samozapładniana powtórnie samozapłodniona w celu otrzymania trzeciego samozapładnianego pokolenia
I	Cale 87 ² / ₈ 49	Cale 72 ⁴ / ₈ 14 ² / ₈
II	98 ⁴ / ₈ 0	73 110 ⁴ / ₈
III	99 15 ² / ₈	106 ⁴ / ₈ 73 ⁶ / ₈
IV	97 ⁶ / ₈	48 ⁶ / ₈
V	48 ⁶ / ₈ 0	81 ² / ₈ 61 ² / ₈
Razem cali	495,50	641,75

Omówimy teraz rośliny pochodzące od drugiej rośliny rodzicielskiej — B.

Średnia wysokość dziewięciu krzyżowanych roślin (ponieważ dwie z nich zginęły) wynosiła 70,78 cala, a dziewięciu samozapładnianych — 71,3 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do prawie 101. W czterech z tych pięciu doniczek rośliny samozapładniane zakwitły wcześniej niż rośliny krzyżowane. Rośliny zatem samozapładniane nieco przewyższają pod pewnymi względami rośliny krzyżowane, a więc jest odwrotnie niż w poprzednim wypadku.

Jeżeli teraz porównamy rośliny krzyżowane i samozapłodniane z trzech pokoleń, stwierdzimy ogromne różnice w ich względnych wysokościach. W pierwszym pokoleniu rośliny krzyżowane były niższe od samozapłodnionych, co można było wyrazić stosunkiem 100 do 178, a kwiaty na wyjściowych roślinach rodzicielskich zapłodnionych pyłkiem innej rośliny dały znacznie mniej nasion w porównaniu z kwiatami samozapłodnionymi, co można wyrazić stosunkiem 100 do 150. Bardzo dziwny wydaje się fakt, że samozapłodnione rośliny rosnące w bardzo silnym współzawodnictwie z roślinami krzyżowanymi w dwóch wypadkach nie wykazały nad nimi żadnej przewagi. Faktu, że rośliny krzyżowane w pierwszym pokoleniu były gorsze od samozapłodnionych, nie można tłumaczyć niedojrzałością nasion, badałem bowiem je dokładnie. Nie można też szukać przyczyny w tym, że nasiona w jednej z torebek mogły być chore lub w jakikolwiek inny sposób uszkodzone. Nasiona bowiem z dziesięciu krzyżowanych torebek mieszano razem i do siewu wzięto przypadkowo kilka spośród nich. W drugim pokoleniu rośliny krzyżowane i samozapłodniane były mniej więcej jednakowej wysokości. W pokoleniu trzecim nasiona krzyżowane i samozapłodniane wzięto z dwóch roślin poprzedniego pokolenia. Siewki z nich otrzymane różniły się wyraźnie swą konstytucją. W jednym wypadku rośliny krzyżowane przewyższały rośliny samozapłodniane w stosunku 100 do 83, w drugim zaś były prawie jednakowe. Ta różnica między dwiema seriami wyhodowanymi w tym samym czasie z dwóch roślin rosnących w tej samej doniczce i traktowanych jednakowo pod każdym względem, podobnie jak i zadziwiająca przewaga roślin samozapłodnianych nad krzyżowanymi w pierwszym pokoleniu, skłaniają mnie do przypuszczenia, że niektóre osobniki tego gatunku różnią się w pewnym stopniu od siebie pod względem powinowactwa płciowego (używając terminu Gärtnera) podobnie jak blisko spokrewnione gatunki tego samego rodzaju. Zgodnie z tym jeśli skrzyżujemy dwie rośliny różniące się w taki sposób, potomstwo ich jest upośledzone i zdystansowane przez rośliny pochodzące z kwiatów samozapłodnianych, których elementy płciowe są jednakowe. Wiadomo¹, że u zwierząt domowych występuje niezgodność płciowa między niektórymi osobnikami; nie wydają one potomstwa, choć z innymi osobnikami są płodne. Kölreuter opisał wypadek² jeszcze bardziej wiążący się z powyższym faktem, a mianowicie wskazujący na to, że u rodzaju *Nicotiana* poszczególne odmiany różnią się pod względem powinowactwa płciowego. Wykonał on doświadczenia z pięciu odmianami zwykłego tytoniu i dowiódł, że były one odmienne, ponieważ były całkowicie płodne przy wzajemnym krzyżowaniu. Jedna z tych odmian, bez względu na to czy była użyta jako forma ojcowska, czy jako macierzysta, była bardziej płodna od innych, gdy krzyżowano ją z zupełnie odrębnym gatunkiem *N. glutinosa*. Jeżeli różne odmiany różnią się pod względem powinowactwa płciowego, osobniki tej samej odmiany mogą się również różnić w podobny sposób, choć w stopniu słabszym.

Porównując łącznie rośliny wszystkich trzech pokoleń widzimy, że krzyżowane nie wykazują przewagi nad samozapłodnianymi. Fakt ten mogę jedynie wytłumaczyć, zakładając, że większość osobników tego gatunku, który jest całkowicie samopłodny bez pomocy owadów, jest w takim samym stanie, jak osobniki tej samej odmiany u zwykłego grochu oraz u kilku innych roślin obcego pochodzenia samozapłodnianych

¹ Dane na ten temat podałem w mojej pracy „Variation of Animals and Plants under Domestication”, rozdz. XVIII, wyd. 2, t. II, s. 146.

² „Das Geschlecht der Pflanzen. Zweite Fortsetzung”, 1764, s. 55—60.

przez wiele pokoleń. W takich wypadkach krzyżowanie dwóch osobników nie jest korzystne, podobnie jak wtedy, gdy osobniki nie różnią się ogólną konstytucją. Różnice w konstytucji mogą powstawać albo wskutek tak zwanej samorzutnej zmienności, albo wskutek tego, że przodkowie roślin żyli w odmiennych warunkach. Przypuszczam, że to jest właściwe wyjaśnienie powyższego wypadku. Przekonamy się bowiem zaraz, że o ile krzyżowanie roślin należących do tego samego rodzaju nie daje potomstwu żadnej korzyści, o tyle krzyżowanie roślin należących do nieznacznie różniących się pododmian zapewnia potomstwu ogromną przewagę.

Wpływ krzyżowania z nowym rodem. Z nasion *N. tabacum* pochodzącym z Kew otrzymałem kilka roślin, które należały do pododmiany nieznacznie różniącej się od moich poprzednich roślin; kwiaty miały odcień bardziej różowy, liście były nieco bardziej zastrzone, całe zaś rośliny były nieco niższe. Tak więc przewagi pod względem wysokości występującej u potomstwa otrzymanego z tego skrzyżowania nie można przypisywać bezpośredniemu dziedziczeniu. Dwie rośliny z trzeciego samozapładnianego pokolenia, rosnące w doniczkach II i V (tabela LXXXVII), przewyższające swe odpowiedniki spośród roślin krzyżowanych (podobnie jak miało to miejsce w jeszcze większym stopniu u ich rodziców), zapłodniono pyłkiem roślin z Kew, a więc nowego rodzaju. Rośliny otrzymane w ten sposób można nazwać krzyżowanymi z Kew. Na tych samych dwóch roślinach niektóre inne kwiaty zapłodniono ich własnym pyłkiem; rośliny otrzymane z tych nasion stanowiły czwarte pokolenie samozapładnianie. Torebki krzyżowane wytworzone przez roślinę w doniczce II (tabela LXXXVI) były wyraźnie mniej dorodne niż torebki samozapładniane znajdujące się na tej samej roślinie. W doniczce V najdorodniejsza torebka pochodziła także z samozapłodnienia, lecz liczba nasion z dwóch torebek krzyżowanych była większa niż w torebkach samozapładnianych znajdujących się na tej samej roślinie. Zapładnianie więc kwiatów na roślinach rodzicielskich pyłkiem nowego rodzaju nie dało wcale lub dało tylko bardzo niewielką korzyść. Nie spodziewałem się przeto, że będzie to w jakimkolwiek stopniu korzystne dla potomstwa, okazało się jednak, że byłem w zupełnym błędzie.

W czystym piasku unieszczone nasiona zarówno krzyżowane, jak i samozapładniane. Wiele nasion krzyżowanych obu serii wykiełkowało wcześniej niż nasiona samozapładniane — szybciej wytworzyły korzonki. Z tego powodu trzeba było odrzucić wiele nasion krzyżowanych, zanim można było posadzić pary nasion krzyżowanych i samozapładnianych w jednakowym stopniu skiełkowane po przeciwnych stronach szesnastu dużych doniczek. Obie serie siewek pochodzących z roślin rodzicielskich w doniczkach II i V trzymano oddzielnie i kiedy były całkowicie wyrosnięte, zmierzono je do szczytu ich najwyższych liści. Wyniki tych pomiarów podane są w tabeli LXXXVIII. Ponieważ różnice między wysokością roślin krzyżowanych i samozapładnianych otrzymanych z dwóch roślin wyjściowych nie były jednakowe, przy obliczaniu średnich dodano do siebie ich wysokości. Należy zaznaczyć, że kilka roślin z obu serii zostało poważnie uszkodzonych, gdyż upadł na nie przypadkowo duży krzak w szklarni. Rośliny te oraz ich odpowiedniki zmierzono natychmiast po wypadku i usunięto; pozostałe rosły nadal i zmierzono je w okresie kwitnienia. Wskutek tego właśnie wypadku niektóre pary mają tak nieznaczną wysokość. Ponieważ jednak wszystkie pary, zarówno całkowicie, jak i częściowo wyrosnięte, mierzone były zawsze jednocześnie, pomiary są miarodajne.

Średnia wysokość dwudziestu sześciu krzyżowanych roślin w szesnastu doniczkach obu serii wynosi 63,29 cala, a dwudziestu sześciu samozapłodnianych — 41,67 cala; liczby te mają się do siebie jak 100 do 66. Przewaga roślin krzyżowanych ujawniła się też w inny sposób: we wszystkich szesnastu doniczkach rośliny krzyżowane kwitły wcześniej niż samozapłodniane z wyjątkiem doniczki IV serii drugiej, w której rośliny po obu stronach doniczki kwitły jednocześnie.

TABELA LXXXVIII. *Nicotiana tabacum*;
rośliny pochodzące od dwóch samozapłodnianych roślin trzeciego pokolenia z doniczki II i V, tabela LXXXVII.

Z doniczki II, tabela LXXXVII			Z doniczki V, tabela LXXXVII		
nr doniczki	rośliny krzyżowane z Kew	czwarte pokolenie roślin samozapłodnianych	nr doniczki	rośliny krzyżowane z Kew	czwarte pokolenie roślin samozapłodnianych
I	Cale	Cale	I	Cale	Cale
	84 ⁶ / ₈	68 ⁴ / ₈		77 ⁶ / ₈	56
	31	5		7 ² / ₈	5 ³ / ₈
II	78 ⁴ / ₈	51 ⁴ / ₈	II	55 ⁴ / ₈	27 ⁶ / ₈
	48	70		18	7
III	77 ³ / ₈	12 ⁶ / ₈	III	76 ² / ₈	60 ⁶ / ₈
	77 ⁴ / ₈	6 ⁶ / ₈			
IV	49 ² / ₈	29 ⁴ / ₈	IV	90 ⁴ / ₈	11 ⁶ / ₈
	15 ⁶ / ₈	32		22 ² / ₈	4 ¹ / ₈
V	89	85	V	94 ² / ₈	28 ⁴ / ₈
	17	5 ³ / ₈			
VI	90	80	VI	78	78 ⁶ / ₈
VII	84 ⁴ / ₈	48 ⁶ / ₈	VII	85 ⁴ / ₈	61 ⁴ / ₈
	76 ⁴ / ₈	56 ⁴ / ₈			
VIII	83 ⁴ / ₈	84 ⁴ / ₈	VIII	65 ⁵ / ₈	78 ³ / ₈
				72 ² / ₈	27 ⁴ / ₈
Razem cali	902,63	636,13	Razem cali	743,13	447,38

Pewną ilość pozostałych nasion obu serii, bez względu na stan ich kiełkowania, wysiano po przeciwnych stronach dwóch bardzo dużych doniczek. Po każdej stronie doniczki zmierzono po sześć roślin, kiedy osiągnęły one prawie ostateczną wysokość. Wysokości były jednak znacznie mniejsze niż poprzednio z powodu bardzo silnego zagęszczenia roślin. Nawet w stanie zupełnie młodym siewki krzyżowane miały wyraźnie dorodniejsze i szersze liście niż siewki samozapłodniane.

TABELA LXXXIX. *Nicotiana tabacum*;

rośliny tego samego pochodzenia co rośliny w tabeli LXXXVIII, ale rosnące w warunkach bardzo silnego zagęszczenia w dwóch dużych doniczkach

Z doniczki II, tabela LXXXVII		Z doniczki V, tabela LXXXVII	
rośliny krzyżowane z Kew	rośliny czwartego pokolenia samozapłodnianego	rośliny krzyżowane z Kew	rośliny czwartego pokolenia samozapłodnianego
Cale	Cale	Cale	Cale
42 ⁴ / ₈	22 ⁴ / ₈	44 ⁶ / ₈	22 ⁴ / ₈
34	19 ² / ₈	42 ⁴ / ₈	21
30 ⁴ / ₈	14 ² / ₈	27 ⁴ / ₈	18
23 ⁴ / ₈	16	31 ² / ₈	15 ² / ₈
26 ⁶ / ₈	13 ⁴ / ₈	32	13 ⁵ / ₈
18 ³ / ₈	16	24 ⁶ / ₈	14 ⁶ / ₈
Razem cali 175,63	101,50	202,75	105,13

Średnia wysokość dwunastu najwyższych roślin krzyżowanych w obu doniczkach należących do dwóch serii wynosi tu 31,53 cala, a dwunastu najwyższych roślin samozapłodnianych — 17,21 cala; wysokości te mają się do siebie jak 100 do 54. W jakiś czas po zmierzeniu, gdy rośliny były po obu stronach całkowicie wyrośnięte, ścięto je przy samej ziemi i zważono. Dwanaście roślin krzyżowanych ważyło 21,25 uncji, a dwanaście samozapłodnianych — zaledwie 7,83 uncji, a więc stosunek ciężarów był jak 100 do 37.

Pozostałe krzyżowane i samozapłodniane nasiona dwóch roślin rodzicielskich (tych samych co w poprzednim doświadczeniu) wysiano 1 lipca do dobrej gleby w czterech długich, równoległych rzędach, tak że rośliny nie były narażone na wzajemne współzawodnictwo. Lato było wilgotne i nie sprzyjające wzrostowi. Gdy siewki były jeszcze zupełnie małe, rośliny krzyżowane w dwóch rzędach miały wyraźną przewagę nad roślinami samozapłodnianymi, rosnącymi w dwóch pozostałych rzędach. Gdy rośliny osiągnęły pełny wzrost, w dniu 11 listopada wybrano i zmierzono do końca najwyższych liści dwanaście najwyższych roślin krzyżowanych i dwanaście najwyższych samozapłodnianych. Zestawienie wyników pomiarów znajduje się w tabeli XC. Spośród dwudziestu roślin krzyżowanych zakwitło dwanaście, natomiast spośród dwudziestu samozapłodnianych zakwitła tylko jedna.

Średnia wysokość dwudziestu najwyższych krzyżowanych roślin wynosi 48,74 cala, a dwudziestu najwyższych samozapłodnianych — 35,2 cala, czyli stosunek wysokości jest jak 100 do 72. Rośliny te po zmierzeniu ścięto przy samej ziemi. Dwadzieścia krzyżowanych roślin ważyło 195,75 uncji, a dwadzieścia samozapłodnianych 123,25 uncji; liczby te mają się do siebie jak 100 do 63.

W tabelach LXXXVIII, LXXXIX i XC mamy zestawione pomiary pięćdziesięciu sześciu roślin pochodzących od dwóch roślin trzeciego samozapłodnianego pokolenia, zapłodnionych pyłkiem nowego rodzaju, oraz pięćdziesięciu sześciu roślin czwartego samozapłodnianego pokolenia, otrzymanych z tych samych dwóch roślin. Te krzyżo-

wane i samozapłodniane rośliny traktowane były w trojaki sposób: w pierwszym wypadku rosły one w doniczkach przy umiarkowanie silnym współzawodnictwie, w drugim były narażone na niekorzystne warunki i znaczną konkurencję wskutek silnego zagęszczenia w dwóch dużych doniczkach, w trzecim zaś wypadku, dzięki wysianiu roślin w gruncie na dobrej glebie, nie były one w ogóle narażone na współzawodnictwo. We wszystkich tych wypadkach rośliny krzyżowane każdej serii wykazywały znaczną przewagę nad samozapłodnianymi. Przewaga ta przejawiała się w różny sposób: we wcześniejszym kiełkowaniu nasion krzyżowanych, w szybszym wzroście młodych siewek, we wcześniejszym zakwitaniu roślin, podobnie jak w większej wysokości, jaką ostatecznie osiągały. Przewaga roślin krzyżowanych była jeszcze wyraźniejsza, gdy zważono obie serie. Stosunek ciężaru roślin krzyżowanych do ciężaru roślin samozapłodnianych z dwóch zagęszczonych doniczek wynosił 100 do 37. Trudno znaleźć lepszy dowód na wykazanie olbrzymiej przewagi osiągananej przez krzyżowanie z nowym rodem.

TABELA XC. *Nicotiana tabacum*;

rośliny pochodzące z tych samych nasion, co w dwóch ostatnich doświadczeniach, ale wysiane oddzielnie w gruncie w ten sposób, aby nie współzawodniczyły ze sobą.

Z doniczki II, tabela LXXXVII		Z doniczki V, tabela LXXXVII	
rośliny krzyżowane z Kew	czwarte pokolenie roślin samozapłodnianych	rośliny krzyżowane z Kew	czwarte pokolenie roślin samozapłodnianych
Cale	Cale	Cale	Cale
42 ² / ₈	22 ⁶ / ₈	54 ⁴ / ₈	34 ⁴ / ₈
54 ⁵ / ₈	37 ⁴ / ₈	51 ⁴ / ₈	38 ⁵ / ₈
39 ³ / ₈	34 ⁴ / ₈	45	40 ⁶ / ₈
53 ² / ₈	30	43	43 ² / ₈
49 ³ / ₈	28 ⁶ / ₈	43	40
50 ³ / ₈	31 ² / ₈	48 ⁶ / ₈	38 ² / ₈
47 ¹ / ₈	25 ⁴ / ₈	44	35 ⁶ / ₈
57 ³ / ₈	26 ² / ₈	48 ² / ₈	39 ⁶ / ₈
37	22 ³ / ₈	55 ¹ / ₈	47 ⁶ / ₈
48	28	63	58 ⁵ / ₈
478,75	286,86	496,13	417,25

XXVI. PRIMULACEAE

CYCLAMEN PERSICUM ¹

Dziesięć kwiatów zapyłono pyłkiem roślin, o których wiadomo było, że stanowią odrębne osobniki. Dały one dziewięć torebek zawierających średnio 34,2 nasienia,

¹ *Cyclamen repandum* według Lecoqua („Geographie Botanique de l'Europe”, t. VIII, 1858, s. 150) jest protandryczny; sądzę, że dotyczy to także *C. persicum*.

przy czym maksymalna liczba nasion w jednej torebce wynosiła 77. Dziesięć kwiatów samozapłodnionych dało osiem torebek zawierających średnio tylko 13,1 nasienia, przy maksymalnej liczbie 25 w jednej torebce. Stosunek średniej liczby nasion przypadającej na jedną torebkę z kwiatów krzyżowanych i samozapłodnianych wynosi 100 do 38. Ponieważ kwiaty tej rośliny są zwrócone w dół i znamiona znajdują się tuż poniżej pylników, mogłoby się zdawać, że pyłek będzie opadać na nie i że będą one samorzutnie zapładniane pyłkiem z tego samego kwiatu. Jednak kwiaty przykryte nie wydały ani jednej torebki. W innych wypadkach rośliny nie okryte, znajdujące się w tej samej szklarni, dawały bardzo dużo torebek. Należy więc przypuszczać, że kwiaty te były odwiedzane przez pszczoły, które z pewnością przenosiły pyłek z rośliny na roślinę.

TABELA XCI. *Cyclamen persicum*;

0 — oznacza, że roślina nie dała ani jednego pędu kwiatowego

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cali	Cali
	10	0
	9 ² / ₈	0
	10 ² / ₈	0
II	9 ² / ₈	0
	10	0
	10 ² / ₈	0
III	9 ¹ / ₈	8
	9 ⁵ / ₈	6 ⁷ / ₈
	9 ⁵ / ₈	6 ⁶ / ₈
IV	11 ¹ / ₈	0
	10 ⁵ / ₈	7 ⁷ / ₈
	10 ⁶ / ₈	0
Razem cali	119,88	29,50

Nasiona otrzymane w opisany poprzednio sposób umieszczono na piasku i po skielkowaniu posadzono parami (po trzy rośliny krzyżowane i trzy rośliny samozapłodnione) po przeciwnych stronach czterech doniczek. Gdy liście, łącznie z ogonkami, miały 2 do 3 cali długości, siewki rosnące po obu stronach miały jednakową wysokość. W ciągu jednego lub dwóch miesięcy rośliny krzyżowane zaczęły wykazywać nieznaczną, lecz stale zwiększającą się przewagę nad roślinami samozapładnianymi. We wszystkich czterech doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły o kilka tygodni wcześniej i kwitły znacznie obficie niż rośliny samozapładniane. W każdej doniczce zmierzono dwa najwyższe pędy kwiatowe roślin krzyżowanych. Średnia wysokość ośmiu pędów wynosiła 9,46 cali. Znacznie później zakwitły rośliny samozapładniane i wtedy

zmierzono z grubsza szereg ich pędów kwiatowych (zapomniałem jednak zanotować, ile pędów zmierzono). Ich średnia wysokość wynosiła nieco poniżej 7,5 cala. Stosunek więc wysokości pędów kwiatowych roślin krzyżowanych do wysokości pędów roślin samozapłodnianych wynosił co najmniej 100 do 79. Nie mierzyłem dokładnie roślin samozapłodnianych, ponieważ wyglądały one tak nędznie, że postanowiłem przesadzić je do większych doniczek i zmierzyć dokładnie w następnym roku. Zostało to jednak częściowo uniemożliwione, gdyż rośliny te wydały bardzo mało pędów kwiatowych.

Rośliny pozostawiono nie okryte w szklarni. Dwanaście roślin krzyżowanych wytworzyło czterdzieści torebek, dwanaście natomiast roślin samozapłodnionych wydało tylko pięć torebek, a więc stosunek był jak 100 do 12. Różnica ta jednak nie daje właściwego pojęcia o stosunkowej płodności obu serii. Przeliczyłem nasiona w jednej z najdorodniejszych torebek z rośliny krzyżowanej — miała ona siedemdziesiąt trzy nasiona, gdy tymczasem najdorodniejsza spośród pięciu torebek na roślinach samozapłodnionych zawierała tylko trzydzieści pięć dobrze wykształconych nasion. W pozostałych czterech torebkach większość nasion miała wymiary prawie o połowę mniejsze niż nasiona z torebek krzyżowanych.

W następnym roku rośliny krzyżowane ponownie okryły się kwiatami, zanim pojawiły się pierwsze kwiaty u samozapłodnionych. Zmierzono trzy najwyższe pędy kwiatowe roślin krzyżowanych w każdej z doniczek; wyniki pomiarów są zestawione w tabeli XCI. W doniczkach I i II rośliny samozapłodnione nie dały ani jednego pędu kwiatowego, w doniczkach IV — tylko jeden, a w doniczkach III — sześć pędów, z których zmierzono trzy najwyższe.

Średnia wysokość dwunastu pędów kwiatowych roślin krzyżowanych wynosi 9,99 cala, a czterech pędów kwiatowych roślin samozapłodnionych — 7,37 cala. Wysokości te mają się do siebie jak 100 do 74. Rośliny samozapłodnione były bardzo słabe, natomiast krzyżowane były bardzo silne.

ANAGALLIS

Anagallis collina var. *grandiflora*

(pododmiany o kwiatach bladoczerwonych i niebieskich)

Początkowo dwadzieścia pięć kwiatów na niektórych roślinach odmiany czerwonej zapłodniono pyłkiem innej rośliny tej samej odmiany; wydały one dziesięć torebek. Trzydzieści jeden kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem wydało osiemnaście torebek. Rośliny rosnące w doniczkach w szklarni były — jak widać — wysoce bezpłodne. Nasiona z obu serii torebek, a zwłaszcza z roślin samozapłodnionych, chociaż liczne, były tak nędzne, że bardzo trudno odróżnić, które były dobre, a które złe wykształcone. O ile mogłem ocenić, torebki krzyżowane zawierały średnio 6,3 dobrego nasienia, przy maksimum wynoszącym trzynaście nasion w jednej torebce, gdy tymczasem samozapłodnione zawierały 6,05 dobrego nasienia, przy maksimum czternastu nasionach stwierdzonych w jednej z torebek.

Następnie dwanaście kwiatów odmiany czerwonej wykastrowano, kiedy były jeszcze młode, i zapłodniono pyłkiem odmiany niebieskiej. Dzięki temu skrzyżowaniu płodność ich zwiększyła się w sposób widoczny; jedenaście kwiatów dało siedem torebek, które zawierały średnio dwa razy więcej nasion niż przedtem, a mianowicie 12,7, przy

maksimum wynoszącym po siedemnaście nasion w dwóch torebkach. A więc stosunek liczby nasion w torebkach krzyżowanych i poprzednio samozapłodnionych wynosi 100 do 48. Nasiona te były wyraźnie większe niż nasiona pochodzące ze skrzyżowania roślin tej samej czerwonej odmiany, a poza tym kiełkowały znacznie lepiej. Kwiaty większości osobników otrzymanych ze skrzyżowania dwóch odmian różniących się barwą kwiatów oddziedziczyły barwę po matce i były czerwone. U dwóch jednak roślin kwiaty miały wyraźnie odcień niebieski, a w jednym wypadku były prawie pośrednie pod względem odcienia barwy.

TABELA XCII. *Anagallis collina*
Czerwona odmiana skrzyżowana z inną rośliną tejże odmiany
oraz odmiana czerwona samozapładniana

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
I	Cale	Cale
	23 ⁴ / ₈	15 ⁴ / ₈
	21	15 ⁴ / ₈
	17 ² / ₈	14
Razem cali	61,75	45,00

Czerwona odmiana skrzyżowana z odmianą niebieską oraz rośliny
odmiany czerwonej samozapładniane

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapładniane
II	Cale	Cale
	30 ⁴ / ₈	24 ⁴ / ₈
	27 ³ / ₈	18 ⁴ / ₈
	25	11 ⁶ / ₈
Razem cali	82,88	54,75
Razem obie serie	144,63	99,75

Krzyżowane nasiona dwóch powyższych rodzajów oraz nasiona samozapłodnione wysiano po przeciwnych stronach dwóch dużych doniczek. Rośliny zmierzono w okresie pełnego wzrostu. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli XCII, składającej się z dwu części.

Ponieważ roślin z obu serii było bardzo mało, można je rozpatrywać łącznie, jeśli chodzi o ogólną średnią. Przede wszystkim muszę podkreślić, że stosunek wysokości roślin pochodzących ze skrzyżowania dwóch osobników tej samej odmiany do wysokości samozapłodnionych roślin czerwonej odmiany wynosi 100 do 73. Natomiast stosunek wysokości potomstwa skrzyżowanych dwóch odmian do wysokości potomstwa

samozapłodnionych roślin odmiany czerwonej jest jak 100 do 66. Możemy wobec tego stwierdzić, że najbardziej korzystne dla potomstwa jest skrzyżowanie dwóch odmian. Średni ciężar wszystkich sześciu krzyżowanych roślin z obu serii wynosi 48,20 grana, sześciu zaś samozapłodnianych — 33,25 grana, a więc stosunek ciężaru jest jak 100 do 69.

Na sześciu krzyżowanych roślinach powstało samorzutnie dwadzieścia sześć torebek, wówczas gdy sześć roślin samozapłodnionych wytworzyło tylko dwie, a więc stosunek wynosił 100 do 8. Tu również widoczna jest wyraźna różnica w płodności między roślinami krzyżowanymi i samozapłodnianymi, podobnie jak u rodzaju *Cyclamen*, który należy do tej samej rodziny *Primulaceae*.

PRIMULA VERIS, flora Bryt.

(var. *officinalis* Linn.) — pierwiosnka

Większość gatunków należących do rodzaju *Primula* wykazuje heterostylię, czyli dimorfizm. Rośliny występują w dwóch formach: jedne mają kwiaty długosłupkowe z krótkimi pręcikami, drugie — krótkosłupkowe z długimi pręcikami¹. Dla normalnego zapłodnienia pyłek jednej formy musi być przeniesiony na znamię drugiej. W przyrodzie następuje to za pośrednictwem owadów. Tego rodzaju połączenia oraz rośliny powstające z tych połączeń nazywamy prawowitymi (legitimate). Jeżeli dana forma zostaje zapłodniona pyłkiem tej samej formy, nie powstaje pełna ilość nasion, a niektóre heterostyliczne rodzaje w ogóle nie zawiązują nasion. Tego rodzaju połączenia oraz rośliny powstające z tych połączeń nazywamy nieprawowitymi (illegitimate). Rośliny te są często skarłałe albo mniej lub bardziej bezpłodne, jak mieszańce międzygatunkowe. Miałem pewną liczbę długosłupkowych roślin *P. veris*, które otrzymano z nieprawowitych połączeń roślin długosłupkowych w ciągu czterech kolejnych pokoleń. Ponadto były one w pewnym stopniu spokrewnione ze sobą i przez cały czas rosły w podobnych warunkach w doniczkach w szklarni. Dopóki były w ten sposób hodowane, rosły dobrze, były zdrowe i płodne. Płodność ich nawet wzrosła w późniejszych pokoleniach, tak jakby przystosowały się do nieprawowitego zapłodnienia. Rośliny pierwszego nieprawowitego pokolenia, zabrane ze szklarni i wysadzone w grunt do średniej gleby, rosły dobrze i były zdrowe. Gdy jednak w ten sam sposób potraktowano rośliny dwóch ostatnich nieprawowitych pokoleń, skarłały one i stały się w wysokim stopniu bezpłodne. Również w następnym roku, kiedy można było przypuszczać, że rośliny te powinny się przyzwyczaić do warunków w gruncie, pozostały takie same. Wskazuje to, że musiały one mieć słabszą konstytucję.

Wobec tego należało zbadać, jaki będzie wpływ prawowitego zapłodnienia roślin długosłupkowych czwartego nieprawowitego pokolenia pyłkiem pochodzącym z niepokrewnionych, krótkosłupkowych roślin rosnących w innych warunkach. W tym celu szereg kwiatów na roślinach czwartego nieprawowitego pokolenia (tzn. praprawnukach

¹ Patrz moja praca „The Different Forms of Plants of the same Species”, 1877 lub moje artykuły w „Journal of Proc. Linn. Soc.”, t. VI, 1862, s. 77 i t. X, 1867, s. 393.

roślin prawowicie zapłodnionych), silnie rosnących w doniczkach w szklarni, zapłodniono prawowicie pyłkiem prawie dzikiej krótkosłupkowej pierwiosnki. Kwiaty te dały kilka dorodnych torebek. Trzydzieści innych kwiatów na tych samych nieprawowitych roślinach zapłodniono ich własnym pyłkiem. Wydały one siedemnaście torebek zawierających średnio 32 nasiona. Jest to wysoki stopień płodności. Przypuszczam, że jest on wyższy od tego, jaki zwykle występuje u roślin długosłupkowych rosnących w gruncie i zapłodnionych nieprawowicie, a także wyższy od płodności poprzednich nieprawowitych pokoleń, chociaż ich kwiaty zapłodniono pyłkiem innej rośliny tej samej formy.

Te dwie serie nasion wysiano po przeciwnych stronach czterech doniczek (ponieważ nie kiełkują one dobrze, jeżeli umieszczone są na samym piasku). Otrzymane siewki przerzedzono, pozostawiając po każdej stronie jednakową ich liczbę. Początkowo nie widać było wyraźnej różnicy w wysokości pomiędzy seriami; w doniczce III (tabela XCIII) rośliny samozapłodnione były raczej wyższe. Jednak w okresie gdy dały

TABELA XCIII. *Primula veris*

Nr doniczki	Rośliny prawowicie krzyżowane		Rośliny nieprawowicie samozapłodniane	
	wysokość w calach	liczba wytworzonych pędów kwiatowych	wysokość w calach	liczba wytworzonych pędów kwiatowych
I	9	16	$2\frac{1}{8}$	3
	8		$3\frac{4}{8}$	
II	7	16	6	3
	$6\frac{4}{8}$		$5\frac{4}{8}$	
III	6	16	3	4
	$6\frac{2}{8}$		$0\frac{4}{8}$	
IV	$7\frac{3}{8}$	14	$2\frac{5}{8}$	5
	$6\frac{1}{8}$		$2\frac{4}{8}$	
Razem cali	56,26	62	25,75	15

one pierwsze młode pędy kwiatowe, rośliny prawowicie skrzyżowane wyglądały dorodniej i miały większe oraz bardziej zielone liście. Zmierzono szerokość największego liścia każdej rośliny. Liście roślin krzyżowanych były średnio o ćwierć cala (dokładnie 0,28 cala) szersze niż liście roślin samozapłodnionych. Ponieważ rośliny były zbyt zagęszczone, wytworzyły słabe i krótkie pędy kwiatowe. Zmierzono po dwa najdozrodniejsze pędy kwiatowe z każdej strony doniczki. Średnia wysokość ośmiu pędów roślin prawowicie krzyżowanych wynosiła 4,08 cala, a ośmiu nieprawowicie samozapłodnionych roślin 2,93 cala. Liczby te mają się do siebie jak 100 do 72.

Rośliny te po zakwitnięciu zostały wyjęte z doniczek i wysadzone w grunt do dość dobrej gleby. W następnym roku (1870) zmierzono ponownie w pełni kwitnienia po dwa najwyższe pędy z każdej strony. Wyniki pomiarów są zestawione w tabeli

XCIII (w której podana jest jednocześnie liczba pędów kwiatowych wytworzonych po obu stronach we wszystkich doniczkach).

Średnia wysokość ośmiu najwyższych pędów kwiatowych roślin krzyżowanych wynosiła tu 7,3 cala, a ośmiu najwyższych pędów kwiatowych roślin samozapłodnianych — 3,21 cala, a więc stosunek wysokości był jak 100 do 46. Widzimy także, że rośliny krzyżowane miały także sześćdziesiąt dwa pędy kwiatowe, a więc ponad cztery razy więcej niż samozapłodniane (piętnaście). Kwiaty pozostawiono nie okryte, aby mogły je swobodnie odwiedzać owady, a ponieważ wiele roślin obu form rośło obok siebie, musiały być one w sposób naturalny i prawowicie zapładniane. W tych warunkach rośliny krzyżowane wydały 324 torebki, wówczas gdy samozapłodniane tylko 16, i to wszystkie na jednej roślinie (w doniczce II), znacznie dorodniejszej niż pozostałe. Sądząc na podstawie liczby torebek stosunek płodności jednakowej liczby roślin krzyżowanych i samozapłodnianych wynosił 100 do 5.

W następnym roku (1871) nie liczono wszystkich pędów na tych roślinach, lecz jedynie te, które wydały torebki zawierające dobrze wykształcone nasiona. Pogoda była nie sprzyjająca i rośliny krzyżowane wytworzyły tylko czterdzieści takich pędów kwiatowych, na których było 168 dobrze wykształtowanych torebek. Rośliny samozapłodnione dały tylko dwa takie pędy kwiatowe, zawierające sześć torebek, z których połowa była bardzo słaba. A więc stosunek płodności obu tych serii, sądząc na podstawie liczby torebek, wynosił 100 do 3,5.

Analizując wielką różnicę wysokości i zadziwiającą różnicę w płodności między obu seriami roślin, musimy pamiętać, że wchodzi tu w grę dwa różne czynniki. Rośliny samozapłodniane pochodziły z nieprawowitego zapładniania w ciągu pięciu kolejnych pokoleń, w których — z wyjątkiem ostatniego — rośliny były zapładniane pyłkiem innego osobnika należącego do tej samej formy mniej lub bardziej blisko spokrewnionego. Poza tym rośliny te we wszystkich pokoleniach rosły w bardzo podobnych warunkach. Już to samo, jak wiemy na podstawie innych obserwacji, powinno było znacznie obniżyć wymiary i płodność potomstwa. Natomiast rośliny krzyżowane były potomstwem roślin długosłupkowych czwartego nieprawowitego pokolenia, które zostało zapłodnione w sposób prawowity pyłkiem rośliny krótkosłupkowej. Roślina ta, podobnie jak jej przodkowie, wyrosła w całkowicie odmiennych warunkach. Na podstawie szeregu analogicznych wypadków opisanych poprzednio można by przypuszczać, że już ta okoliczność mogła spowodować większą bujność potomstwa. Trudno określić ściśle, jaki udział należy przypisać tym dwom czynnikom: wywołującemu osłabienie potomstwa roślin samozapłodnianych i wpływającemu korzystnie na potomstwo roślin krzyżowanych. Wkrótce jednak przekonamy się, że znaczną część korzystnego wpływu, przynajmniej w wypadku kiedy dotyczy to zwiększenia płodności, należy przypisać krzyżowaniu z nowym rodem.

PRIMULA VERIS

Odmiana równosłupkowa o kwiatach czerwonych

W mojej pracy pod tytułem „O nieprawowitym kojarzeniu się roślin dimorficznych i trimorficznych” opisałem tę godną uwagi odmianę, którą otrzymałem od p. J. Scotta z Edynburga. Miała ona słupek typowy dla form długosłupkowych, a prę-

ciki typowe dla form krótkosłupkowych, tak że zatraciła heterostyliczny, czyli dimorficzny charakter, właściwy większości gatunków tego rodzaju. Można by ją wobec tego porównywać z hermafrodytyczną formą normalnie rozdzielнопłciowych zwierząt. Wskutek tego kwiat jest całkowicie przystosowany do samozapłodnienia, inaczej niż u zwykłych pierwiosnek, u których konieczne jest przeniesienie pyłku z jednej formy na drugą. Ponieważ znamie i pręciki znajdują się prawie na tym samym poziomie, kwiaty są całkowicie samopłodne nawet przy braku dostępu dla owadów. Dzięki temu że istnieje w przyrodzie taka forma, można zapładniać jej kwiaty ich własnym pyłkiem w sposób prawidłowy, inne zaś kwiaty krzyżować prawidłowo z inną odmianą lub nowym rodem. Można wobec tego w sposób miarodajny porównywać potomstwo obu połączeń nie troszcząc się o szkodliwe wpływy nieprawowitego kojarzenia.

Rośliny, na których przeprowadzałem doświadczenia, powstały ze spontanicznie samozapłodnionych nasion wytworzonych przez okryte siatką rośliny otrzymane również z samozapłodnienia. Ponieważ odmiana ta jest wysoce samopłodna, jej przodkowie z Edynburga prawdopodobnie także byli zapładniani ich własnym pyłkiem przez kilka poprzednich pokoleń. Kilka kwiatów na dwóch moich roślinach zapłodniono prawidłowo pyłkiem pospolitej krótkosłupkowej pierwiosnki rosnącej prawie dziko w sadzie, a więc skrzyżowano rośliny wyrosłe w bardzo różniących się warunkach. U kilku innych kwiatów tych samych roślin pod siatką nastąpiło samozapłodnienie; połączenie to, jak już wyjaśniliśmy, jest prawowite.

Otrzymane w ten sposób krzyżowane i samozapładniane nasiona wysiano gęsto po dwóch stronach trzech doniczek. Siewki przerzedzono pozostawiając z każdej strony jednakową ich liczbę. Przez pierwszy rok wysokość roślin była prawie **jednakowa**, z wyjątkiem roślin w doniczce III (tabela XCIV), w której rośliny samozapładniane wykazywały wyraźną przewagę. W jesieni rośliny wysadzono do gruntu w doniczkach, przy czym w każdej z nich rośło wiele roślin, które wskutek tego miały niezbyt korzystne warunki i żadna z nich nie dała większej ilości nasion. Jednak po obu stronach doniczki warunki były dokładnie takie same i dość dobre. Następnej wiosny zanotowałem w swoim notatniku, że w dwóch doniczkach rośliny krzyżowane mają „ogólny wygląd nieporównanie lepszy”; we wszystkich trzech doniczkach kwitły one wcześniej niż rośliny samozapładniane. W pełni kwitnienia mierzono najwyższe pędy kwiatowe z każdej strony doniczki i policzono je. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli XCIV. Rośliny pozostawiono nie okryte, a ponieważ tuż obok rosły inne rośliny, nastąpiło niewątpliwie zapłodnienie krzyżowe za pośrednictwem owadów. Dojrzałe torebki nasienne zebrano i policzono; otrzymane wyniki również zamieszczono w tabeli XCIV.

Średnia wysokość trzech najwyższych pędów kwiatowych roślin krzyżowanych wynosi 8,66 cala, a trzech roślin samozapładnianych — 7,33 cala, a więc stosunek wysokości jest jak 100 do 85.

Wszystkie rośliny krzyżowane wydały łącznie trzydzieści trzy pędy kwiatowe, a samozapładniane tylko trzynaście. Ponieważ rośliny samozapładniane w doniczce II nie wytworzyły w ogóle torebek, wobec tego torebki liczono tylko w doniczce I i III. Torebki nie zawierające w ogóle dobrze wykształconych nasion odrzucano. Rośliny krzyżowane w powyższych dwóch doniczkach wydały 206 torebek, a samozapładniane tylko 32 torebki, stosunek zatem wynosił 100 do 15. Sądząc na podstawie poprzednich

pokoleń, wyjątkowo niska płodność roślin samozapłodnianych w tym doświadczeniu była spowodowana wyłącznie tym, że znajdowały się one w nie sprzyjających warunkach i były narażone na silne współzawodnictwo z roślinami krzyżowanymi. Gdyby rosły oddzielnie w dobrej glebie, prawie na pewno wytworzyłyby znacznie więcej torebek. Policzono nasiona w dwudziestu torebkach roślin krzyżowanych; średnia wyniosła 24,75. Średnia liczba nasion z dwudziestu torebek samozapłodnianych wyniosła 17,65, a więc stosunek liczby nasion był jak 100 do 71. Ponadto nasiona roślin samozapłodnianych nie były nawet w części tak dorodne jak nasiona roślin krzyżowanych. Jeżeli weźmiemy pod uwagę łączną liczbę torebek i średnią liczbę zawartych w nich

TABELA XCIV. *Primula veris*
(odmiana równosłupkowa o kwiatach czerwonych)

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane			Rośliny samozapłodniane		
	wysokość największego pędu kwiatowego w calach	liczba pędów kwiatowych	liczba wy- kształconych torebek	wysokość największego pędu kwiatowego w calach	liczba pędów kwiatowych	liczba wy- kształconych torebek
I	10	14	163	6 ⁴ / ₈	6	6
II	8 ⁴ / ₈	12	kilka, nie policzono	5	2	0
III	7 ⁴ / ₈	7	43	10 ⁴ / ₈	5	26
Razem	26,0	33	206	22,0	13	32

nasion, płodność roślin krzyżowanych ma się tak do płodności roślin samozapłodnianych jak 100 do 11. Widzimy więc, jak ogromny wpływ na płodność wywiera — w porównaniu z samozapłodnianiem — krzyżowanie pomiędzy dwiema odmianami, które długo rosły w różnych warunkach. Zapłodnienie w obu wypadkach było prawowite.

PRIMULA SINENSIS

Ponieważ pierwiosnka chińska, podobnie jak zwykła pierwiosnka, jest rośliną heterostyliczną, czyli dimorficzną, można by oczekiwać, że kwiaty obu form zapłodnione nieprawowicie zarówno własnym pyłkiem, jak i pyłkiem innych roślin dadzą mniej nasion niż kwiaty zapłodnione w sposób prawowity i że rośliny powstałe w wyniku nieprawowitego samozapłodnienia powinny być zdrobniałe i mniej płodne w porównaniu z roślinami otrzymanymi z nasion roślin krzyżowanych w sposób prawowity. Sprawdziło się to, jeśli chodzi o płodność kwiatów, ale ku mojemu zdziwieniu nie stwierdziłem żadnej różnicy pod względem wysokości między potomstwem pochodzącym z prawowitego kojarzenia dwóch odrębnych roślin a potomstwem z nieprawowitego kojarzenia zarówno kwiatów na tej samej roślinie, jak i różnych roślin tej samej formy. Wykazałem już jednak w pracy ostatnio zreferowanej, że stan tej rośliny w Anglii

nie jest normalny, co — sądząc z analogicznych obserwacji — prowadzi do tego, że krzyżowanie dwóch osobników nie jest korzystne dla potomstwa. Nasze rośliny pochodzą głównie z nasion samozapładnianych i rosły na ogół prawie w jednakowych warunkach w doniczkach w szklarni. Ponadto wiele z tych roślin wykazuje obecnie różnice; kwiaty ich stają się mniej lub bardziej równosłupkowe i co za tym idzie — wysoce samopłodne. Opierając się na analogii z *P. veris* trudno wątpić, że gdyby rośliny *P. sinensis* otrzymano bezpośrednio z Chin i skrzyżowano je z jedną z naszych angielskich odmian, potomstwo miałoby ogromną przewagę pod względem wysokości i płodności (choć prawdopodobnie nie miałoby tej przewagi, jeżeli chodzi o piękno kwiatów) w porównaniu z naszymi zwykłymi roślinami.

Moje pierwsze doświadczenie polegało na zapładnianiu wielu kwiatów form długosłupkowych i krótkosłupkowych ich własnym pyłkiem oraz innych kwiatów na tych samych roślinach pyłkiem innych osobników należących do tej samej formy. Wszystkie więc połączenia były nieprawowite. Nie stwierdzono wyraźnych różnic, jeśli chodzi o liczbę nasion otrzymanych w wyniku zastosowania tych dwu sposobów nieprawowitego zapłodnienia. Obie serie nasion wysiano gęsto po przeciwnych stronach czterech doniczek. Wykiełkowało wiele roślin. Nie stwierdzono żadnych różnic w ich wzroście z wyjątkiem jednej doniczki, w której potomstwo z nieprawowitego połączenia dwóch długosłupkowych roślin zdecydowanie górowało nad potomstwem kwiatów z tej samej rośliny, lecz zapłodnionych ich własnym pyłkiem. We wszystkich jednak czterech doniczkach rośliny powstałe z połączenia różnych roślin należących do tej samej formy zakwitwały wcześniej niż potomstwo pochodzące z kwiatów samozapładnianych.

Kilka roślin długosłupkowych i krótkosłupkowych otrzymano z nasion zakupionych. Wiele kwiatów obu form zapłodniono w sposób prawowity pyłkiem z innych roślin. Inne kwiaty tych dwu form zapłodniono nieprawowicie pyłkiem pochodzącym z kwiatów na tej samej roślinie. Nasiona posiano po przeciwnych stronach czterech doniczek (I—IV, tabela XCV). Z każdej strony doniczki pozostawiono tylko po jednej roślinie. Kilka kwiatów na nieprawowitych długo- i krótkosłupkowych roślinach, opisanych w poprzednim ustępie, zapłodniono w sposób prawowity oraz nieprawowity, a otrzymane nasiona posiano w czterech doniczkach (V—VIII, tabela XCV). Ponieważ te dwie grupy roślin nie różniły się zasadniczo, wyniki ich pomiarów zestawiono w jednej tabeli. Jak można było się spodziewać, w obu wypadkach w wyniku prawowitego połączenia otrzymano o wiele więcej nasion niż w wyniku połączenia nieprawowitego. Gdy rośliny były na wpół wyrośnięte, zmierzono je po obu stronach kilku doniczek; pomiary wykazały, że nie różniły się one pod względem wysokości. Gdy osiągnęły pełny wzrost, zmierzono je do wierzchołka najdłuższego liścia. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli XCV.

W sześciu doniczkach na osiem rośliny prawowicie krzyżowane przewyższały bardzo nieznacznie rośliny samozapłodnione w sposób nieprawowity, ale w dwóch doniczkach ostatnie wykazywały znaczną przewagę nad roślinami krzyżowanymi. Średnia wysokość ośmiu prawowicie krzyżowanych roślin wynosiła 9,01 cala, a ośmiu nieprawowicie samozapłodnionych — 9,03 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do 100,2. Po obu stronach doniczek rośliny wytworzyły, sądząc na oko, jednakową liczbę kwiatów. Nie liczono zawiązanych torebek ani nasion, ale niewątpliwie, sądząc na podstawie poprzednich obserwacji, rośliny pochodzące z prawowicie krzy-

TABELA XCV. *Primula sinensis*.

Nr doniczki	Rośliny pochodzące z nasion skrzyżowanych prawowicie	Rośliny pochodzące z nasion samozapłodnionych nieprawowicie
I	Cale	Cale
Od krótkosłupkowej rośliny macierzystej	8 ² / ₈	8
II		
Od krótkosłupkowej rośliny macierzystej	7 ⁴ / ₈	8 ⁵ / ₈
III		
Od długosłupkowej rośliny macierzystej	9 ⁵ / ₈	9 ³ / ₈
IV		
Od długosłupkowej rośliny macierzystej	8 ⁴ / ₈	8 ² / ₈
V		
Od nieprawowitej krótkosłupkowej rośliny macierzystej	9 ³ / ₈	9
VI		
Od nieprawowitej krótkosłupkowej rośliny macierzystej	9 ⁷ / ₈	9 ⁴ / ₈
VII		
Od nieprawowitej długosłupkowej rośliny macierzystej	8 ⁴ / ₈	9 ⁴ / ₈
VIII		
Od nieprawowitej długosłupkowej rośliny macierzystej	10 ⁴ / ₈	10
Razem cali	72,13	72,25

żowanych nasion powinny być znacznie bardziej płodne niż rośliny z nasion nieprawowicie samozapłodnionych. Tak jak w poprzednim wypadku, rośliny krzyżowane kwitły wcześniej niż samozapłodnione we wszystkich doniczkach z wyjątkiem II, w której zakwitły równocześnie z samozapłodnianymi. To wczesne kwitnienie można by uważać za objaw przewagi.

XXVII. *POLYGONEAE**FAGOPYRUM ESCULENTUM*

Hildebrand stwierdził, że rośliny te są heterostyliczne, gdyż mają, podobnie jak gatunki *Primula*, formy długo- i krótkosłupkowe, przystosowane do wzajemnego za-

pladniania. Toteż poniższe porównanie wysokości roślin krzyżowanych i samozapłodnianych nie jest właściwe, ponieważ nie wiemy, czy różnica w wysokości nie jest spowodowana jedynie nieprawowitym zapłodnieniem samozapłodnianych kwiatów.

Nasiona otrzymałem stosując prawowite krzyżowanie roślin długo- i krótkosłupkowych oraz zapłodnianie innych kwiatów obu form pyłkiem z tej samej rośliny. W pierwszym wypadku otrzymano raczej więcej nasion niż w drugim. Ciężar prawowicie skrzyżowanych nasion był również większy niż ciężar takiej samej liczby nasion nieprawowicie samozapłodnionych. Ciężary nasion miały się do siebie jak 100 do 82. Nasiona krzyżowane i samozapłodniane pochodzące od krótkosłupkowych rodziców po wykiełkowaniu w piasku przesadzono parami na przeciwne strony dużej doniczki. Dwie podobne serie nasion pochodzące od rodziców długosłupkowych posadzono po dwóch stronach dwóch innych doniczek. Gdy prawowicie krzyżowane rośliny osiągnęły wysokość kilku cali, we wszystkich trzech doniczkach były wyższe niż rośliny samozapłodniane i zakwitły również o dzień lub dwa wcześniej. Kiedy rośliny te osiągnęły pełny wzrost, ścięto je tuż przy ziemi, a ponieważ w tym okresie byłem bardzo zajęty, ułożono je długimi rzędami tak, że obcięty koniec każdej rośliny stykał się z wierzchołkiem następnej; ogólna długość prawowicie krzyżowanych roślin wynosiła 47 stóp i 7 cali, a nieprawowicie samozapłodnionych — 32 stopy i 7 cali. Średnia więc wysokość piętnastu krzyżowanych roślin ze wszystkich trzech doniczek wynosiła 38,06 cala, a piętnastu roślin samozapłodnionych — 26,13 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do 69.

XXVIII. *CHENOPODIACEAE*

BETA VULGARIS

W ogrodzie rosła tylko jedna roślina. Pozostawiono ją, aby zapłodniła się własnym pyłkiem i zebrano samozapłodnione nasiona. Zebrano także nasiona z rośliny rosnącej z innymi na dużej grządce w innym ogrodzie. Ponieważ było bardzo dużo obcego pyłku, nasiona tej rośliny prawie na pewno powstały w wyniku skrzyżowania się różnych roślin za pośrednictwem wiatru. Niektóre z tych dwóch serii nasion posiano po przeciwnych stronach dwóch bardzo dużych doniczek. Młode siewki przerzedzono, pozostawiając po każdej stronie jednakową, ale dość dużą ich liczbę. Rośliny te więc były narażone na bardzo silną konkurencję i w ogóle znajdowały się w bardzo złych warunkach. Pozostałe nasiona wysiano do gruntu do dobrej gleby w dwóch długich rzędach, niezbyt blisko siebie. Dzięki temu rośliny, które z nich wyrosły, znajdowały się w sprzyjających warunkach i nie były narażone na współzawodnictwo. Samozapłodnione nasiona kiełkowały w gruncie bardzo słabo. Gdy w dwóch czy trzech miejscach odsłonięto je, usuwając ziemię, okazało się, że wiele z nich wykiełkowało i zginęło pod ziemią. Podobnego wypadku nie zaobserwowano nigdy poprzednio. Ponieważ przepadła ogromna ilość siewek, pozostałe przy życiu samozapłodnione rośliny rosły rzadko i miały dzięki temu przewagę nad krzyżowanymi, które w sąsiednim rzędzie rosły bardzo gęsto. Na zimę młode rośliny w obu rzędach lekko okryto słomą, a te które rosły w dwóch dużych doniczkach, umieszczono w szklarni.

Do następnej wiosny rośliny w doniczkach nieznacznie tylko urosły i nie było żadnej różnicy między obiema seriami. Wiosną niektóre rośliny krzyżowane okazały się dorodniejsze i wyższe niż jakakolwiek spośród roślin samozapłodnionych. Gdy rośliny osiągnęły pełnię kwitnienia, zmierzono ich łodygi. Wyniki pomiarów podaje tabela XCVI.

TABELA XCVI. *Beta vulgaris*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	$34\frac{6}{8}$	36
	30	$20\frac{1}{8}$
	$33\frac{6}{8}$	$32\frac{2}{8}$
	$34\frac{4}{8}$	32
II	$42\frac{3}{8}$	$42\frac{1}{8}$
	$33\frac{1}{8}$	$26\frac{4}{8}$
	$31\frac{2}{8}$	$29\frac{2}{8}$
	33	$20\frac{2}{8}$
Razem cali	272,75	238,50

Średnia wysokość ośmiu roślin krzyżowanych wynosi w tym wypadku 34,09 cala, a ośmiu roślin samozapłodnianych — 29,81 cala, a więc stosunek wysokości jest jak 100 do 87.

Jeśli chodzi o rośliny w gruncie, każdy długi rząd podzielono na połowę, aby zmniejszyć możliwość przypadkowej przewagi jakiejś części każdego rzędu. Z każdej połowy obu rzędów wybrano i zmierzono cztery najwyższe rośliny. Średnia wysokość ośmiu najwyższych roślin krzyżowanych wyniosła 30,92 cala, a samozapłodnianych — 30,7 cala, czyli stosunek był jak 100 do 99, praktycznie więc były one jednakowe. Należy jednak pamiętać, że doświadczenie nie było bezbłędne, ponieważ rośliny samozapłodniane miały dużą przewagę nad krzyżowanymi z powodu mniejszego zagęszczenia. Mniejsze zagęszczenie spowodowane było wypadnięciem dużej liczby nasion, które wykiełkowały i zginęły pod powierzchnią ziemi. Poza tym rośliny rosnące w dwóch oddzielnych rzędach zupełnie nie były narażone na wzajemną konkurencję.

XXIX. CANNACEAE

CANNA WARSCEWICZI

U większości czy nawet u wszystkich gatunków należących do tego rodzaju pyłek wysypuje się przed otwarciem się kwiatów i pyłkowiny przyklejają się do liściowatego słupka tuż przy powierzchni znamienia. Ponieważ stwierdzono w szeregu specjalnie przeprowadzonych doświadczeń, że do zapłodnienia potrzeba bardzo niewielu ziarn

pyłku, **gatunek** ten, tak jak prawdopodobnie wszystkie inne gatunki tego rodzaju, jest wysoce **samopłodny**. Niekiedy zdarzają się wyjątki, a mianowicie wtedy gdy pręcik jest trochę krótszy niż zwykle i pyłek umiejscawia się nieco poniżej **powierzchni** znamienia. W tych wypadkach kwiaty opadają niezapłodnione, chyba że **zapłodni** się je sztucznie. Czasami, chociaż rzadko, pręcik jest nieco dłuższy niż zwykle i wtedy cała powierzchnia znamienia jest grubo pokryta pyłkiem.

Ponieważ niektóre ziarna pyłku przylepiają się zwykle na krawędzi znamienia, niektórzy autorzy przypuszczają, że kwiaty tego gatunku są z reguły samozapładniane. Jest to dziwny wniosek, implikuje on bowiem, że bez żadnego celu wytwarzana jest tak wielka ilość pyłku. Gdyby ten pogląd był słuszny, duża powierzchnia znamienia byłaby również niezrozumiałą cechą budowy kwiatu, podobnie jak i wzajemny układ poszczególnych części, który sprawia, że kiedy owady odwiedzają kwiaty, aby spijać nektar, nie mogą nie przenieść pyłku z jednego kwiatu na drugi¹.

Według Delpino pszczoły gorliwie oblatują te kwiaty w północnych Włoszech, ale ja nigdy nie zauważyłem, aby w mojej szklarni jakikolwiek owad odwiedzał kwiaty tego gatunku, chociaż wiele roślin rośło tam przez kilka lat. Niemniej rośliny te wytwarzały bardzo dużo nasion również wtedy, gdy były okrywane siatką. Są one zatem całkowicie zdolne do samozapłodnienia i w Anglii były prawdopodobnie samozapładniane przez wiele pokoleń. Ponieważ rośliny rosły w doniczkach i żadna z nich nie była narażona na współzawodnictwo z innymi roślinami, przez znaczny okres czasu znajdowały się prawie w jednolitych warunkach. Krzyżowanie tych roślin nie dało korzystnych wyników, jeśli nie liczyć tego, że kwiaty krzyżowo zapłodnione wydały raczej więcej nasion niż samozapłodnione. Jest to przeto analogiczny wypadek jak u zwykłego grochu, u którego w wyniku krzyżowania roślin takiego pochodzenia i w ten sposób traktowanych również nie można się spodziewać dużej korzyści, a raczej w ogóle żadnej korzyści.

Gatunek ten był jednym z pierwszych, z którymi przeprowadzałem swoje doświadczenia. Gdy wtedy u kilku kolejnych pokoleń rosnących w jednakowych warunkach nie otrzymałem ani jednej samozapłodnionej rośliny, nie wiedziałem jeszcze i nawet nie podejrzewałem, że tego rodzaju traktowanie roślin przeciwdziała korzyściom wynikającym ze skrzyżowania. Ogromnie się więc dziwiłem, że rośliny krzyżowane nie rosły bujniej od samozapładnianych i wyhodowałem bardzo dużą liczbę roślin, chociaż gatunek ten jest kłopotliwy jako obiekt doświadczalny. Nasiona, nawet po długi długi moczeniu w wodzie, nie kiełkowały dobrze w piasku, te zaś, które wysiewano od razu do doniczek (musałem w ten sposób postępować), kiełkowały niejednocześnie. Wskutek tego było bardzo trudno otrzymać pary dokładnie w tym samym wieku i wiele roślin musiano eliminować. Doświadczenia kontynuowano przez trzy

¹ Delpino opisał („Bot. Zeitung”, 1867, s. 277 i „Scientific Opinion”, 1867, s. 135) budowę kwiatów u tego rodzaju, ale był w błędzie sądząc, że niemożliwe jest tu samozapłodnienie, przynajmniej w wypadku tego gatunku. Dr Dickie i prof. Faivre twierdzą, że kwiaty są zapładniane w pąku i że samozapłodnienie jest nieuniknione. Przypuszczam, że byli oni wprowadzeni w błąd obserwując pyłek złożony w bardzo wczesnym okresie na słupku; patrz „Journal of Linn. Soc. Bot.”, t. X, s. 55 i „Variabilité des Espèces”, 1868, s. 158.

pokolenia. W każdym pokoleniu rośliny samozapłodniane powtórnie samozapłodniano, przy czym ich najbliżsi przodkowie byli u nas w kraju prawdopodobnie samozapłodniani przez wiele poprzednich pokoleń. W każdym również pokoleniu rośliny krzyżowane zapłodniano pyłkiem pochodzącym z innej krzyżowanej rośliny.

Z kwiatów, które krzyżowano w ciągu trzech pokoleń, otrzymano razem raczej większą liczbę torebek nasiennych niż z kwiatów samozapłodnianych. W czterdziestu siedmiu torebkach z kwiatów krzyżowanych policzono nasiona: na torebkę wypadło średnio 9,95 nasienia. Czterdzieści osiem torebek z kwiatów samozapłodnianych zawierało średnio po 8,45 nasienia. Średnie te miały się do siebie jak 100 do 85. Nasiona z kwiatów krzyżowanych nie były cięższe, lecz — przeciwnie — nieco lżejsze od kwiatów samozapłodnianych, co stwierdzono trzykrotnie. W jednym wypadku zważono 200 nasion krzyżowanych i 106 samozapłodnianych. Stosunek ciężarów jednakowej liczby nasion krzyżowanych oraz samozapłodnianych wynosił 100 do 101,5. Jeżeli samozapłodniane nasiona innych roślin bywały cięższe od nasion krzyżowanych, sądzono, że jest to wynikiem ogólnej tendencji samozapłodnionych kwiatów do wydawania nasion w ilości mniejszej i wskutek tego lepiej odżywionych. Ale w powyższym wypadku nasiona z torebek krzyżowanych podzielone były na dwie grupy: jedne pochodziły z torebek zawierających ponad czternaście nasion, a drugie z torebek zawierających mniej niż czternaście nasion. Okazało się, że cięższe były nasiona pochodzące z bardziej płodnych torebek, poprzednie więc tłumaczenie nie jest właściwe.

Ponieważ pyłek dostaje się na słupek, i to najczęściej na znamię, w stosunkowo wczesnym okresie, w moim pierwszym doświadczeniu kastrowano niektóre kwiaty, gdy były jeszcze w pąkach, a następnie zapłodniano je pyłkiem z innej rośliny. Inne kwiaty natomiast zapłodniano ich własnym pyłkiem. Z nasion otrzymanych w ten sposób udało mi się otrzymać tylko trzy pary roślin w tym samym wieku. Średnia wysokość trzech roślin krzyżowanych wynosiła 32,79 cala, a trzech samozapłodnionych — 32,08 cala; rośliny więc miały prawie jednakową wysokość, przy czym krzyżowane wykazywały nieznaczną przewagę. Ponieważ w trzech pokoleniach otrzymano takie same wyniki, sądzę, że zbyteczne jest podawanie wysokości wszystkich roślin; podaję tylko ich średnie.

Aby otrzymać krzyżowane i samozapłodniane rośliny drugiego pokolenia, niektóre kwiaty na omówionych wyżej krzyżowanych roślinach zapłodniono po dwudziestu czterech godzinach od ich otwarcia się pyłkiem innej rośliny. Ten czas prawdopodobnie nie powinien uniemożliwić skutecznego zapłodnienia krzyżowego. Niektóre kwiaty na samozapłodnionych roślinach ostatniego pokolenia zapłodniono ich własnym pyłkiem. Z tych dwóch serii nasion otrzymano dziesięć roślin krzyżowanych i dwanaście samozapłodnianych w tym samym wieku. Rośliny te zmierzono, gdy osiągnęły pełny wzrost. Średnia wysokość roślin krzyżowanych wynosiła 36,98 cala, a samozapłodnianych — 37,42 cala, a więc znowu obie serie były prawie jednakowe, chociaż rośliny samozapłodniane miały nieznaczną przewagę.

W procesie otrzymywania roślin trzeciego pokolenia wprowadzono pewne ulepszenie, a mianowicie wybrano takie kwiaty na krzyżowanych roślinach drugiego pokolenia, u których pręciki były zbyt krótkie, aby mogły osiągnąć znamienia i dlatego kwiaty te nie mogły się zapłodnić własnym pyłkiem. Te właśnie kwiaty zapłodniono pyłkiem pochodzącym z innej rośliny. Kwiaty na samozapłodnianych roślinach dru-

giego pokolenia powtórnie zapłodniono ich własnym pyłkiem. Z powyższych dwóch serii nasion otrzymano dwadzieścia jeden roślin krzyżowanych i dziewiętnaście samozapładnianych w tym samym wieku. Były to rośliny trzeciego pokolenia, które rosły w czternastu dużych doniczkach. Po osiągnięciu pełnego wzrostu zmierzono je; dziwnym trafem średnia wysokość obu serii była dokładnie taka sama, mianowicie 35,96 cala. Żadna więc grupa roślin nie wykazywała najmniejszej przewagi nad drugą. Dla sprawdzenia wyniku ścięto wszystkie rośliny po przekwitnięciu po obu stronach dziesięciu doniczek, a w następnym roku powtórnie je zmierzono. Pomiary wykazały, że rośliny krzyżowane przewyższają bardzo nieznacznie (o 1,7 cala) rośliny samozapładniane. Gdy rośliny zakwitły po raz trzeci, wszystkie zostały znowu ścięte, a gdy odrosły, okazało się, że rośliny samozapładniane są nieco wyższe (1,54 cala) od krzyżowanych. W ten sposób potwierdzone zostały wyniki poprzednich doświadczeń, a mianowicie, że żadna grupa roślin nie miała wyraźnej przewagi. Należałoby jednak wspomnieć o tym, że rośliny samozapładniane wykazywały pewną tendencję do zakwitania nieco wcześniej niż krzyżowane; miało to miejsce u wszystkich trzech par pierwszego pokolenia. Jeśli chodzi o ścięte rośliny trzeciego pokolenia, rośliny samozapładniane zakwitły wcześniej w dziesięciu doniczkach na dwanaście. W pozostałych natomiast trzech doniczkach pierwsze zakwitły rośliny krzyżowane.

Jeśli uwzględnimy wszystkie rośliny z trzech pokoleń łącznie, średnia wysokość trzydziestu czterech krzyżowanych roślin wynosi 35,98 cala, a trzydziestu czterech samozapładnianych — 36,39 cala. Średnie te mają się do siebie jak 100 do 101. Można przeto wyciągnąć wniosek, że obie grupy mają jednakową siłę wzrostu. Sądzę, że jest to wynikiem wielokrotnie powtarzanego samozapłodnienia oraz tego, że we wszystkich pokoleniach rośliny znajdowały się w podobnych warunkach, wskutek czego wszystkie osobniki osiągnęły bardzo zbliżoną konstytucję.

XXX. GRAMINACEAE

ZEA MAYS

Roślina ta jest jednopienna i właśnie dlatego wybrano ją do doświadczeń, gdyż z tego rodzaju roślinami nie przeprowadzałem dotychczas prób¹. Jest ona także anemofilna, czyli zapładniana za pośrednictwem wiatru, a spośród tego typu roślin badano tylko burak. Kilka roślin kukurydzy rosnących w szklarni zapłodniono pyłkiem wziętym z innej rośliny. Jedna natomiast roślina, rosnąca w zupełnym odosobnieniu w innej części budynku, zapłodniła się samorzutnie własnym pyłkiem. Nasiona otrzymane w ten sposób umieszczono na wilgotnym piasku. Ponieważ skiełkowały w jednakowym czasie,

¹ Hildebrand zwraca uwagę, że na pierwszy rzut oka gatunek ten wydaje się przystosowany do zapładniania się pyłkiem z tej samej rośliny, gdyż męskie kwiaty znajdują się ponad kwiatami żeńskimi. W rzeczywistości jednak jest on na ogół zapładniany pyłkiem pochodzącym z innej rośliny, ponieważ męskie kwiaty zazwyczaj pył przed dojrzaniem kwiatów żeńskich; „Monatsbericht der K. Akad.,” Berlin, październik 1872, s. 746.

posadzono odpowiednie pary po przeciwnych stronach czterech bardzo dużych doniczek. Mimo to jednak były one zagęszczone. Doniczki trzymano w szklarni. Po raz pierwszy zmierzono rośliny do szczytu liści, gdy miały one od 1 do 2 cali wysokości. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli XCVII.

TABELA XCVII. *Zea mays*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodniane
I	Cale	Cale
	23 ⁴ / ₈	17 ³ / ₈
	12	20 ³ / ₈
II	21	20
	22	20
	19 ¹ / ₈	18 ³ / ₈
III	21 ⁴ / ₈	18 ⁵ / ₈
	22 ¹ / ₈	15 ² / ₈
	20 ⁰ / ₈	16 ⁴ / ₈
	18 ² / ₈	18
	21 ⁵ / ₈	16 ² / ₈
IV	23 ² / ₈	18
	21	12 ⁰ / ₈
	22 ¹ / ₈	15 ⁴ / ₈
	23	18
Razem cali	302,88	263,63

Średnia wysokość piętnastu roślin krzyżowanych wynosiła 20,19 cala, a piętnastu samozapłodnianych — 17,57 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do 87. Galton przedstawiając te pomiary graficznie według metody opisanej w rozdziale wstępnym napisał o wykreślonej krzywej: „bardzo dobra”.

Wkrótce po przeprowadzeniu pomiarów jedna z roślin krzyżowanych w doniczce I zginęła, druga zachorowała i przestała rosnąć, a trzecia również nie osiągnęła pełnej wysokości. Prawdopodobnie wszystkie te rośliny zostały uszkodzone przez jakąś larwę, która podgryzała im korzenie. Z tego powodu w następnych pomiarach nie uwzględniono w ogóle roślin z tej doniczki. Po osiągnięciu przez rośliny pełnego wzrostu zmierzono je ponownie do szczytu najwyższego liścia. Średnia wysokość jedenastu roślin krzyżowanych wynosiła 68,1 cala, a jedenastu samozapłodnianych — 62,34 cala, czyli stosunek wysokości był jak 100 do 91. We wszystkich czterech donizkach rośliny krzyżowane zakwitły przed samozapłodnianymi, ale trzy spośród nich nie zakwitły wcale. Te które zakwitły, zmierzono do szczytu kwiatostanów męskich. Średnia dla dziesięciu

roślin krzyżowanych wynosiła 66,51 cala, a dla dziewięciu samozapłodnianych — 61,59 cala; średnie te mają się do siebie jak 100 do 93.

Dużą ilość tych samych krzyżowanych i samozapłodnionych nasion wysiano w środku lata w gruncie w dwóch długich rzędach. Zakwitło dużo mniej roślin samozapłodnianych niż krzyżowanych, ale obie grupy kwitły prawie równocześnie. Po osiągnięciu pełnego wzrostu wybrano dziesięć najwyższych roślin w każdym rzędzie i zmierzono je do wierzchołka najwyższego liścia, a także do wierzchołka kwiatostanu męskiego. Średnia wysokość liści krzyżowanych roślin mierzona do szczytu liści wynosi 54 cale, a średnia wysokość liści samozapłodnianych — 44,65 cala; liczby te mają się do siebie jak 100 do 83. Średnia wysokość mierzona do szczytu kwiatostanów męskich wynosi 53,96 i 43,45 cala, a więc stosunek jest jak 100 do 80.

PHALARIS CANARIENSIS

W swojej pracy dotyczącej tego gatunku Hildebrand wykazał, że ta hermafrodytyczna trawa jest lepiej przystosowana do zapłodnienia krzyżowego niż do samozapłodnienia. Kilka roślin trzymano w szklarni blisko siebie i ich kwiaty krzyżowały się

TABELA XCVIII. *Phalaris canariensis*

Nr doniczki	Rośliny krzyżowane	Rośliny samozapłodnione
I	Cale	Cale
	42 ² / ₈	41 ² / ₈
	39 ⁶ / ₈	45 ⁴ / ₈
II	37	31 ⁶ / ₈
	49 ⁴ / ₈	37 ² / ₈
	29	42 ³ / ₈
	37	34 ⁷ / ₈
III	37 ⁶ / ₈	28
	35 ⁴ / ₈	28
	43	34
IV	40 ² / ₈	35 ¹ / ₈
	37	34 ⁴ / ₈
Razem cali	428,00	392,63

między sobą. Z innej natomiast pojedynczej rośliny, rosnącej zupełnie oddzielnie, zebrano pyłek i zapyłano nim znamiona tej samej rośliny. Nasiona otrzymane w ten sposób powstały więc w wyniku samozapłodnienia, ponieważ kwiaty były zapłodnione pyłkiem pochodzącym z tej samej rośliny; istnieje też mała możliwość, że nastąpiło zapłodnienie pyłkiem z tych samych kwiatów. Obie serie nasion po wykiełkowaniu na piasku posadzono parami po przeciwnych stronach czterech doniczek, które

umieszczono w szklarni. Gdy rośliny miały nieco ponad stopę wysokości, zmierzono je. Średnia wysokość roślin krzyżowanych wynosiła 13,38 cala, a samozapłodnionych — 12,29 cala. Średnie te mają się do siebie jak 100 do 92.

Gdy rośliny te znajdowały się w pełni kwitnienia, zmierzono je powtórnie do końca źdźbła. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli XCVIII.

Średnia wysokość jedenastu krzyżowanych roślin wynosiła w tym wypadku 38,9 cala, a jedenastu samozapłodnionych — 35,69 cala, a więc stosunek wysokości był jak 100 do 92. Stosunek ten jest analogiczny do poprzedniego. W przeciwieństwie do tego, co zaobserwowano u kukurydzy, rośliny krzyżowane nie zakwitły przed samozapłodnionymi. Chociaż obie serie kwitły bardzo słabo, ponieważ rosły w doniczkach w szklarni, jednak samozapłodnione rośliny dały dwadzieścia osiem kwiatostanów, gdy tymczasem krzyżowane wytworzyły tylko dwadzieścia.

Nasiona z tej samej serii wysiano również w dwóch długich rzędach w gruncie. Choć specjalnie zwrócono uwagę na to, aby posiać jednakową liczbę nasion, wyrosło znacznie więcej roślin z nasion krzyżowanych niż samozapłodnionych. Rośliny samozapłodniane były wskutek tego mniej zagęszczone niż krzyżowane, co dawało im przewagę nad tymi ostatnimi. Gdy rośliny były w pełni kwitnienia, starannie wybrano dwanaście najwyższych z obu rzędów i zmierzono je. Wyniki pomiarów podaje tabela XCIX.

TABELA XCIX. *Phalaris canariensis* (rosnące na wolnym powietrzu)

Rośliny krzyżowane, dwanaście najwyższych	Rośliny samozapłodniane, dwanaście najwyższych
Cale	Cale
$34\frac{1}{8}$	$35\frac{2}{8}$
$35\frac{7}{8}$	$31\frac{1}{8}$
36	33
$35\frac{5}{8}$	32
$35\frac{5}{8}$	$31\frac{5}{8}$
$36\frac{1}{8}$	36
$36\frac{6}{8}$	33
$38\frac{6}{8}$	32
$36\frac{2}{8}$	$35\frac{1}{8}$
$35\frac{5}{8}$	$33\frac{5}{8}$
$34\frac{1}{8}$	$34\frac{2}{8}$
$34\frac{5}{8}$	35
Razem cali 429,5	402,0

Średnia wysokość dwunastu roślin krzyżowanych wynosiła 38,78 cala, a dwunastu samozapłodnianych — 33,5 cala; liczby te mają się do siebie jak 100 do 93. W tym wypadku rośliny krzyżowane zakwitły raczej przed samozapłodnianymi, co różni się od wyników otrzymanych w doświadczeniu z roślinami rosnącymi w doniczkach

Rozdział VII

ZESTAWIENIE DANYCH DOTYCZĄCYCH WYSOKOŚCI ORAZ CIĘŻARU ROŚLIN KRZYŻOWANYCH I SAMOZAPŁADNIANYCH

Liczba gatunków i roślin, na których przeprowadzono pomiary — Tabele — Wstępne uwagi o potomstwie roślin krzyżowanych z nowym rodem — Trzydzieści wypadków zbadanych szczególnie dokładnie — Skutki krzyżowania rośliny samozapładniającej bądź z inną rośliną samozapładnianą, bądź z krzyżowanymi między sobą roślinami wyjściowego rodzaju — Streszczenie wyników — Wstępne uwagi o krzyżowanych i samozapładnianych roślinach tego samego rodzaju — Dwadzieścia sześć wypadków zbadanych szczególnie dokładnie, kiedy rośliny krzyżowane nie wykazały znacznej przewagi nad samozapładnianymi pod względem wysokości — Większość tych wypadków nie stanowi istotnych wyjątków od reguły, zgodnie z którą krzyżowanie jest korzystne — Streszczenie wyników — Stosunek ciężarów roślin krzyżowanych i samozapładnianych.

Szczegóły podawane przy omawianiu poszczególnych gatunków są tak liczne i zawiłe, że konieczne jest zestawienie wyników w tabelach. W tabeli A podana jest liczba każdego rodzaju roślin, pochodzących ze skrzyżowania dwóch osobników tego samego rodzaju oraz z nasion samozapładnianych, wraz z ich przeciętną, czyli średnią wysokością w stadium pełnej czy też prawie pełnej dojrzałości. W ostatniej kolumnie podana jest średnia wysokość roślin krzyżowanych w stosunku do samozapładnianych, przy czym wysokość pierwszych przyjęto za 100. Układ tabeli wyjaśni poniższy przykład. W pierwszym pokoleniu *Ipomoea* zmierzono sześć roślin pochodzących ze skrzyżowania dwóch roślin; ich średnia wysokość wynosi 86,00 cala. Zmierzono też sześć roślin otrzymanych z kwiatów tej samej rośliny rodzicielskiej zapłodnionych ich własnym pyłkiem; średnia wysokość tych roślin wynosi 65,66 cala. Wynika z tego, jak podano w ostatniej kolumnie, że jeśli średnią wysokość roślin krzyżowanych przyjmie się za 100, wysokość roślin samozapładnianych wynosi 76. To samo odnosi się do wszystkich innych gatunków.

Rośliny krzyżowane i samozapładniane rosły zwykle w doniczkach w warunkach wzajemnej konkurencji. Starłem się, aby warunki ich

wzrostu były jak najbardziej jednolite. Niekiedy rosły one jednak w oddzielnych rzędach w gruncie. U kilku gatunków rośliny krzyżowane były ponownie krzyżowane, a samozapłodniane — ponownie samozapłodniane; otrzymywane w ten sposób kolejne pokolenia również mierzono, a wyniki podano w tabeli A. W wyniku takiego krzyżowania rośliny krzyżowane stawały się w późniejszych pokoleniach mniej lub bardziej między sobą spokrewnione. Późniejsze pokolenia *Mimulus* nie zostały uwzględnione, ponieważ w jednej grupie zapanowała całkowicie nowa wysoka odmiana, tak że prawidłowe porównanie obu grup nie było już możliwe. Z tego samego właściwie powodu nie uwzględniono u *Ipomoea* odmiany Hero.

W tabeli B podany jest dla kilku gatunków stosunek ciężaru roślin krzyżowanych i samozapłodnianych ściętych po przekwitnięciu i zważonych. Sądzę, że wyniki te są bardziej znamienne i wymowniej świadczą o silnej konstytucji niż pomiary wysokości roślin.

Najważniejsza jest tabela C, ponieważ są w niej porównane wysokość, ciężar i płodność roślin otrzymanych z form rodzicielskich krzyżowanych z nowym rodem (to znaczy z nie spokrewnionymi roślinami wyrosłymi w odmiennych warunkach) lub z odrębną pododmianą oraz roślin samozapłodnianych lub w nielicznych wypadkach roślin tej samej wyjściowej odmiany krzyżowanych między sobą przez kilka pokoleń. Stosunek płodności roślin uwzględnionych w tej tabeli oraz w innych będzie dokładniej omówiony w następnym rozdziale.

TABELA A. Stosunek wysokości roślin pochodzących od form rodzicielskich zapylonych pyłkiem innych roślin tego samego rodzaju oraz samozapłodnianych.

Nazwy roślin	Liczba zmierzonych roślin krzyżowanych	Średnia wysokość roślin krzyżowanych w calach	Liczba zmierzonych roślin samozapłodnianych	Średnia wysokość roślin samozapłodnianych w calach	Stosunek średniej wysokości roślin krzyżowanych do samozapłodnianych; wysokość pierwszych przyjęto za 100
1	2	3	4	5	6
<i>Ipomoea purpurea</i> — 1 pokolenie	6	86,00	6	65,66	100 : 76
<i>Ipomoea purpurea</i> — 2 pokolenie	6	84,16	6	66,33	100 : 79
<i>Ipomoea purpurea</i> — 3 pokolenie	6	77,41	6	52,83	100 : 68

c. d. tabeli A

1	2	3	4	5	6
<i>Ipomoea purpurea</i> — 4 pokolenie	7	69,78	7	60,14	100 : 86
<i>Ipomoea purpurea</i> — 5 pokolenie	6	82,54	6	62,33	100 : 75
<i>Ipomoea purpurea</i> — 6 pokolenie	6	87,50	6	63,16	100 : 72
<i>Ipomoea purpurea</i> — 7 pokolenie	9	83,94	9	68,25	100 : 81
<i>Ipomoea purpurea</i> — 8 pokolenie	8	113,25	8	96,65	100 : 85
<i>Ipomoea purpurea</i> — 9 pokolenie	14	81,39	14	64,07	100 : 79
<i>Ipomoea purpurea</i> — 10 pokolenie	5	93,70	5	50,40	100 : 54
Liczba i średnia wysokość wszystkich roślin dzie- sięciu pokoleń	73	85,84	73	66,02	100 : 77
<i>Mimulus luteus</i> — trzy pierwsze pokolenia — do czasu pojawienia się nowej i wyższej samo- płodnej odmiany	10	8,19	10	5,29	100 : 65
<i>Digitalis purpurea</i>	16	51,33	8	35,87	100 : 70
<i>Calceolaria</i> (pospolita odmiana szklarniowa)	1	19,50	1	15,00	100 : 77
<i>Linaria vulgaris</i>	3	7,08	3	5,75	100 : 81
<i>Verbascum thapsus</i>	6	65,34	6	56,50	100 : 86
<i>Vandellia nummularifo- lia</i> — rośliny krzyżowane i samozapładniane, otrzymane z kwiatów doskonałych	20	4,30	20	4,27	100 : 99
<i>Vandellia nummularifo- lia</i> — rośliny krzyżowane i samozapładniane, otrzymane z kwiatów doskonałych; drugi wa- riant — rośliny zagęsz- czone	24	3,60	24	3,38	100 : 94

c. d. tabeli A

1	2	3	4	5	6
<i>Vandellia nummularifolia</i> — rośliny krzyżowane otrzymane z kwiatów doskonałych i samozapłodniane z kwiatów kleistogamicznych	20	4,30	20	4,06	100 : 94
<i>Gesneria pendulina</i>	8	32,06	8	29,14	100 : 90
<i>Salvia coccinea</i>	6	27,85	6	21,16	100 : 76
<i>Origanum vulgare</i>	4	20,00	4	17,12	100 : 86
<i>Thunbergia alata</i>	6	60,00	6	65,00	100 : 108
<i>Brassica oleracea</i>	9	41,08	9	39,00	100 : 95
<i>Iberis umbellata</i> — 3 pokolenie roślin samozapłodnianych	7	19,12	7	16,39	100 : 86
<i>Papaver vagum</i>	15	21,91	15	19,54	100 : 89
<i>Eschscholtzia californica</i> — ród angielski, 1 pokolenie	4	29,68	4	25,56	100 : 86
<i>Eschscholtzia californica</i> — ród angielski, 2 pokolenie	11	32,47	11	32,81	100 : 101
<i>Eschscholtzia californica</i> — ród brazylijski, 1 pokolenie	14	44,64	14	45,12	100 : 101
<i>Eschscholtzia californica</i> — ród brazylijski, 2 pokolenie	18	43,38	19	50,30	100 : 116
<i>Eschscholtzia californica</i> — średnia wysokość i liczba wszystkich roślin <i>Eschscholtzia</i>	47	40,03	48	42,72	100 : 107
<i>Reseda lutea</i> — w doniczkach	24	17,17	24	14,61	100 : 85
<i>Reseda lutea</i> — w gruncie	8	28,09	8	23,14	100 : 82
<i>Reseda odorata</i> — nasiona samozapłodniane z rośliny w dużym stopniu samopłodnej; w doniczkach	19	27,48	19	22,55	100 : 82
<i>Reseda odorata</i> — nasiona samozapłodniane z rośliny w dużym stopniu samopłodnej; w gruncie	8	25,76	8	27,09	100 : 105

c. d. tabeli A

1	2	3	4	5	6
<i>Reseda odorata</i> — nasiona samozapłodniane z na wpół samobezpłodnej rośliny; w doniczkach	20	29,98	20	27,71	100 : 92
<i>Reseda odorata</i> — nasiona samozapłodniane z na wpół samobezpłodnej rośliny; w gruncie	8	25,92	8	23,54	100 : 90
<i>Viola tricolor</i>	14	5,58	14	2,37	100 : 42
<i>Adonis aestivalis</i>	4	14,25	4	14,31	100 : 100
<i>Delphinium consolida</i>	6	14,95	6	12,50	100 : 84
<i>Viscaria oculata</i>	15	34,50	15	33,55	100 : 97
<i>Dianthus caryophyllus</i> — w gruncie, około	6?	28?	6?	24?	100 : 86
<i>Dianthus caryophyllus</i> — 2 pokolenie, w doniczkach, zagęszczone	2	16,75	2	9,75	100 : 58
<i>Dianthus caryophyllus</i> — 3 pokolenie, w doniczkach	8	28,39	8	28,21	100 : 99
<i>Dianthus caryophyllus</i> — potomstwo roślin 3 pokolenia samozapłodnianego skrzyżowanego z krzyżowanymi między sobą roślinami 3 pokolenia, w porównaniu z roślinami 4 samozapłodnianego pokolenia	15	28,00	10	26,55	100 : 95
<i>Dianthus caryophyllus</i> — liczba i średnia wysokość wszystkich roślin <i>Dianthus</i>	31	27,37	26	25,18	100 : 92
<i>Hibiscus africanus</i>	4	13,25	4	14,43	100 : 109
<i>Pelargonium zonale</i>	7	22,35	7	16,62	100 : 74
<i>Tropaeolum minus</i>	8	58,43	8	46,00	100 : 79
<i>Limnanthes douglasii</i>	16	17,46	16	13,85	100 : 79
<i>Lupinus luteus</i> — 2 pokolenie	8	30,78	8	25,21	100 : 82
<i>Lupinus pilosus</i> — rośliny dwóch pokoleń	2	35,50	3	30,50	100 : 86
<i>Phaseolus multiflorus</i>	5	86,00	5	82,35	100 : 96
<i>Pisum sativum</i>	4	34,62	4	39,68	100 : 115

c. d. tabeli A

1	2	3	4	5	6
<i>Sarothamnus scoparius</i> — małe siewki	6	2,91	6	1,33	100 : 46
<i>Sarothamnus scoparius</i> — trzy rośliny pozostałe przy życiu po trzech latach		18,91		11,83	100 : 63
<i>Ononis minutissima</i>	2	19,81	2	17,37	100 : 88
<i>Clarkia elegans</i>	4	33,50	4	27,62	100 : 82
<i>Bartonia aurea</i>	8	24,62	8	26,31	100 : 107
<i>Passiflora gracilis</i>	2	49,00	2	51,00	100 : 104
<i>Apium petroselinum</i>	?	nie mie- rzono	?	nie mie- rzono	100 : 100
<i>Scabiosa atro-purpurea</i>	4	17,12	4	15,37	100 : 90
<i>Lactuca sativa</i> — rośliny dwóch pokoleń	7	19,43	6	16,00	100 : 82
<i>Specularia perfoliata</i>	4	19,28	4	18,93	100 : 98
<i>Lobelia ramosa</i> — 1 poko- lenie	4	22,25	4	18,37	100 : 82
<i>Lobelia ramosa</i> — 2 poko- lenie	3	23,33	3	19,00	100 : 81
<i>Lobelia fulgens</i> — 1 poko- lenie	2	34,75	2	44,25	100 : 127
<i>Lobelia fulgens</i> — 2 poko- lenie	23	29,82	23	27,10	100 : 91
<i>Nemophila insignis</i> — przed zakończeniem wzrostu	12	11,10	12	5,45	100 : 49
<i>Nemophila insignis</i> — te same rośliny po zakoń- czeniu wzrostu		33,28		19,90	100 : 60
<i>Borago officinalis</i>	4	20,68	4	21,18	100 : 102
<i>Nolana prostrata</i>	5	12,75	5	13,40	100 : 105
<i>Petunia violacea</i> — 1 pokolenie	5	30,80	5	26,00	100 : 84
<i>Petunia violacea</i> — 2 pokolenie	4	40,50	6	26,25	100 : 65
<i>Petunia violacea</i> — 3 pokolenie	8	40,96	8	53,87	100 : 131
<i>Petunia violacea</i> — 4 pokolenie	15	46,79	14	32,39	100 : 69
<i>Petunia violacea</i> — 4 pokolenie z odrębnej rośliny	13	44,74	13	26,87	100 : 60

c. d. tabeli A

1	2	3	4	5	6
<i>Petunia violacea</i> —					
5 pokolenie	22	54,11	21	33,23	100 : 61
<i>Petunia violacea</i> —	10	38,27	10	23,31	100 : 61
5 pokolenie, w gruncie					
<i>Petunia violacea</i> —					
liczba i średnia wysokość					
wszystkich roślin <i>Petunia</i>	67	46,53	67	33,12	100 : 71
w doniczkach					
<i>Nicotiana tabacum</i> —	4	18,50	4	32,75	100 : 178
1 pokolenie					
<i>Nicotiana tabacum</i> —	9	53,84	7	51,78	100 : 96
2 pokolenie					
<i>Nicotiana tabacum</i> —	7	95,25	7	79,60	100 : 83
3 pokolenie					
<i>Nicotiana tabacum</i> —					
3 pokolenie z odrębnej	7	70,78	9	71,30	100 : 101
rośliny					
<i>Nicotiana tabacum</i> —					
liczba i średnia wysokość					
wszystkich roślin <i>Nico-</i>	27	63,73	27	61,31	100 : 96
<i>tiana</i>	8	9,49	8?	7,50	100 : 79
<i>Cyclamen persicum</i>	6	42,20	6	33,35	100 : 69
<i>Anagallis collina</i>					
<i>Primula sinensis</i> — gatu-	8	9,01	8	9,03	100 : 100
nek dimorficzny					
<i>Fagopyrum esculentum</i> —	15	38,06	15	26,13	100 : 69
gatunek dimorficzny					
<i>Beta vulgaris</i> — w donicz-	8	34,09	8	29,81	100 : 87
kach	8	30,92	8	30,70	100 : 99
<i>Beta vulgaris</i> — w gruncie					
<i>Canna warszewiczii</i> — ro-	34	35,98	34	36,39	100 : 101
śliny trzech pokoleń					
<i>Zea mays</i> — w donicz-					
kach; mierzona we					
wczesnym okresie do					
wierzchołka najwyższego	15	20,19	15	17,57	100 : 87
liścia					
<i>Zea mays</i> — po zakończe-					
niu wzrostu, po uschnię-					
ciu niektórych roślin,					
mierzona do wierzchoł-					
ka najwyższego liścia		68,10		62,34	100 : 91

c. d. tabeli A

1	2	3	4	5	6
<i>Zea mays</i> — po zakończeniu wzrostu, po uschnięciu niektórych roślin, mierzona do wierzchołka kwiatostanu		66,51		61,59	100 : 93
<i>Zea mays</i> — w gruncie, mierzona do wierzchołka najwyższego liścia	10	54,00	10	44,55	100 : 83
<i>Zea mays</i> — w gruncie, mierzona do wierzchołka kwiatostanu		53,96		43,45	100 : 80
<i>Phalaris canariensis</i> — w doniczkach	11	38,90	11	35,69	100 : 92
<i>Phalaris canariensis</i> — w gruncie	12	35,78	12	33,50	100 : 93

TABELA B. Stosunek ciężaru roślin pochodzących od form rodzicielskich zapylonych pyłkiem innych roślin tego samego rodzaju oraz samozapłodnianych

Nazwy roślin	Liczba roślin krzyżowanych	Liczba roślin samo-zapłodnianych	Stosunek ciężaru; ciężar roślin krzyżowanych przyjęty za 100
<i>Ipomoea purpurea</i> — 10 pokolenie	6	6	100 : 44
<i>Vandellia nummularifolia</i> — 1 pokolenie	41	41	100 : 97
<i>Brassica oleracea</i> — 1 pokolenie	9	9	100 : 37
<i>Eschscholtzia californica</i> — 2 pokolenie	19	19	100 : 118
<i>Reseda lutea</i> — 1 pokolenie, w doniczkach	24	24	100 : 21
<i>Reseda lutea</i> — 1 pokolenie, w gruncie	8	8	100 : 40
<i>Reseda odorata</i> — 1 pokolenie pochodzące od wysoce samopłodnej rośliny, w doniczkach	19	19	100 : 67
<i>Reseda odorata</i> — 1 pokolenie pochodzące od na wpół samobezpłodnej rośliny, w doniczkach	20	20	100 : 99
<i>Dianthus caryophyllus</i> — 3 pokolenie	8	8	100 : 49
<i>Petunia violacea</i> — 5 pokolenie, w doniczkach	22	21	100 : 22
<i>Petunia violacea</i> — 5 pok., w gruncie	10	10	100 : 36

TABELA C. Stosunek wysokości, ciężaru i płodności roślin pochodzących od form rodzicielskich krzyżowanych z nowym rodem oraz od form rodzicielskich bądź samozapładnianych, bądź krzyżowanych z roślinami tego samego rodu

Nazwy roślin oraz rodzaj doświadczeń	Liczba roślin otrzymanych ze skrzyżowania z nowym rodem	Średnia wysokość w centach lub ciężar	Liczba roślin pochodzących od form rodzicielskich tego samego rodu samozapładnianych lub krzyżowanych między sobą	Średnia wysokość w centach lub ciężar	Wysokość, ciężar i płodność roślin krzyżowanych z nowym rodem przyjęte za 100
1	2	3	4	5	6
<i>Ipomoea purpurea</i> — porównanie potomstwa roślin krzyżowanych między sobą przez dziewięć pokoleń i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 10 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą	19	84,03	19	65,78	100 : 78
<i>Ipomoea purpurea</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa roślin krzyżowanych między sobą przez dziewięć pokoleń i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 10 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą	..	..	..	..	100 : 51
<i>Mimulus luteus</i> — porównanie potomstwa roślin samozapładnianych przez osiem pokoleń i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 9 pokoleniem roślin samozapładnianych	28	21,62	19	10,44	100 : 52
<i>Mimulus luteus</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa roślin samozapładnianych przez osiem pokoleń i					

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 9 pokoleniem roślin samozapłodnianych	..	..	..	..	100 : 3
<i>Mimulus luteus</i> — porównanie potomstwa roślin samozapłodnianych przez osiem pokoleń i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z potomstwem rośliny samozapłodnianej przez osiem pokoleń i następnie skrzyżowanej z inną samozapłodnianą rośliną tego samego pokolenia	28	21,62	27	12,20	100 : 56
<i>Mimulus luteus</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa roślin samozapłodnianych przez osiem pokoleń i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z potomstwem rośliny samozapłodnianej przez osiem pokoleń i następnie skrzyżowanej z inną samozapłodnianą rośliną tego samego pokolenia	..	..	..	..	100 : 54
<i>Brassica oleracea</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa roślin samozapłodnianych przez dwa pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 3 pokoleniem roślin samozapłodnianych	6		6		100 : 22
<i>Iberis umbellata</i> — porównanie potomstwa odmiany angielskiej skrzyżowanej z nieco odrębną					

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
odmianą z Algieru — z samozapłodnianym po- tomstwem odmiany an- gielskiej	30	17,34	29	15,51	100 : 89
<i>Iberis umbellata</i> — porów- nanie pod względem płodności potomstwa od- miany angielskiej skrzy- żowanej z nieco inną od- mianą z Algieru — z samozapłodnianym po- tomstwem odmiany an- gielskiej	..	..	..	..	100 : 75
<i>Eschscholtzia californica</i> — porównanie potomstwa rodu brazylijskiego skrzy- żowanego z rodem an- gielskim — z 2 pokole- niem samozapłodnianym roślin rodu brazylijskiego	19	45,92	19	50,30	100 : 109
<i>Eschscholtzia californica</i> — porównanie pod wzglę- dem ciężaru potomstwa rodu brazylijskiego skrzy- żowanego z rodem an- gielskim — z 2 pokole- niem samozapłodnianym rodu brazylijskiego	..	..	..	..	100 : 118
<i>Eschscholtzia californica</i> — porównanie pod wzglę- dem płodności potom- stwa rodu brazylijskiego skrzyżowanego z rodem angielskim — z 2 poko- leniem samozapłodnia- nym rodu brazylijskiego	..	..	..	..	100 : 40
<i>Eschscholtzia californica</i> — porównanie pod wzglę- dem wysokości potom- stwa rodu brazylijskiego skrzyżowanego z rodem angielskim — z 2 poko-					

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
leniem roślin rodu brazylijskiego krzyżowanych między sobą	19	45,92	18	43,38	100 : 94
<i>Eschscholtzia californica</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa rodu brazylijskiego skrzyżowanego z rodem angielskim — z 2 pokoleniem roślin rodu brazylijskiego krzyżowanych między sobą	..	..	..	..	100 : 100
<i>Eschscholtzia californica</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa rodu brazylijskiego skrzyżowanego z rodem angielskim — z 2 pokoleniem roślin rodu brazylijskiego krzyżowanych między sobą	..	..	..	..	100 : 45
<i>Dianthus caryophyllus</i> — porównanie potomstwa roślin samozapłodnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 4 pokoleniem roślin samozapłodnianych	16	32,82	10	26,55	100 : 81
<i>Dianthus caryophyllus</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa roślin samozapłodnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 4 pokoleniem roślin samozapłodnianych	..	..	..	..	100 : 33
<i>Dianthus caryophyllus</i> — porównanie potomstwa					

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
roślin samozapładnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem z potomstwem roślin samozapładnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z trzecim pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą	16	32,82	15	28,00	100 : 85
<i>Dianthus caryophyllus</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa roślin samozapładnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z potomstwem roślin samozapładnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z 3 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą	..	..	..	..	100 : 45
<i>Pisum sativum</i> — porównanie potomstwa otrzymanego ze skrzyżowania dwóch blisko spokrewnionych odmian z samozapładnianym potomstwem jednej z odmian lub z krzyżowanymi między sobą roślinami tego samego rodzaju	?		?		100 : $\left\{ \begin{array}{l} 60 \\ \text{do} \\ 75 \end{array} \right.$
<i>Lathyrus odoratus</i> — porównanie potomstwa dwóch odmian różniących się jedynie barwą kwiatów — z samozapładnianym potomstwem jednej z odmian; 1 pokolenie	2	79,25	2	63,75	100 : 80

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
<i>Lathyrus odoratus</i> — porównanie potomstwa dwóch odmian różniących się jedynie barwą kwiatów — z samozapłodnianym potomstwem jednej z odmian; 2 pokolenie	6	62,91	6	55,31	100 : 88
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem wysokości potomstwa roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin samozapłodnianych	21	50,05	21	33,23	100 : 66
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin samozapłodnianych	..	..	..	..	100 : 23
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem wysokości potomstwa roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin samozapłodnianych, rosnących w gruncie	10	36,67	10	23,31	100 : 63
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych					

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin samozapładnianych rosnących w gruncie	..	..	..	..	100 : 53
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa roślin samozapładnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin samozapładnianych rosnących w gruncie	..	..	..	..	100 : 46
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem wysokości potomstwa roślin samozapładnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą	21	50,05	22	54,11	100 : 108
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa roślin samozapładnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą	..	..	..	..	100 : 101
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem wysokości potomstwa roślin samozapładnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą rosnących w gruncie	10	36,67	10	38,27	100 : 104

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą rosnących w gruncie	..	..	..	..	100 : 146
<i>Petunia violacea</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa roślin samozapłodnianych przez cztery pokolenia i następnie skrzyżowanych z nowym rodem — z 5 pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą rosnących w gruncie	..	..	..	..	100 : 54
<i>Nicotiana tabacum</i> — porównanie pod względem wysokości potomstwa roślin samozapłodnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nieco inną odmianą — z 4 pokoleniem roślin samozapłodnianych rosnących w niezbyt dużym zagęszczeniu w doniczkach	26	63,29	26	41,67	100 : 66
<i>Nicotiana tabacum</i> — porównanie pod względem wysokości potomstwa roślin samozapłodnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nieco inną odmianą — z 4 pokoleniem roślin samozapłodnianych ros-					

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
nących w większym zagęszczeniu w doniczkach	12	31,53	12	17,21	100 : 54
<i>Nicotiana tabacum</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa roślin samozapładnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nieco inną odmianą — z 4 pokoleniem roślin samozapładnianych rosnących w większym zagęszczeniu w doniczkach	..	..	..	..	100 : 37
<i>Nicotiana tabacum</i> — porównanie pod względem wysokości potomstwa roślin samozapładnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nieco inną odmianą — z 4 pokoleniem roślin samozapładnianych rosnących w gruncie	20	48,74	20	35,20	100 : 72
<i>Nicotiana tabacum</i> — porównanie pod względem ciężaru potomstwa roślin samozapładnianych przez trzy pokolenia i następnie skrzyżowanych z nieco inną odmianą — z 4 pokoleniem roślin samozapładnianych rosnących w gruncie	..	..	..	..	100 : 63
<i>Anagallis collina</i> — porównanie potomstwa odmiany czerwonej skrzyżowanej z odmianą niebieską z samozapładnianym potomstwem odmiany czerwonej	3	27,62	3	18,21	100 : 66

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
<i>Anagallis collina</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa odmiany czerwonej skrzyżowanej z odmianą niebieską — z samozapłodnianym potomstwem odmiany czerwonej	..	..	..	..	100 : 6
<i>Primula veris</i> — porównanie potomstwa 3 nieprawowitego pokolenia roślin długosłupkowych skrzyżowanego z nowym rodem — z roślinami 4 nieprawowitego samozapłodnianego pokolenia	8	7,03	8	3,21	100 : 46
<i>Primula veris</i> — porównanie pod względem płodności potomstwa 3 nieprawowitego pokolenia roślin długosłupkowych skrzyżowanego z nowym rodem — z roślinami 4 nieprawowitego samozapłodnianego pokolenia	..	..	..	..	100 : 5
<i>Primula veris</i> — porównanie w następnym roku potomstwa 3 nieprawowitego pokolenia roślin długosłupkowych skrzyżowanego z nowym rodem — z roślinami 4 nieprawowitego samozapłodnianego pokolenia	..	..	..	..	100 : 35
<i>Primula veris</i> (odmiana równosłupkowa o czerwonych kwiatach) — porównanie potomstwa roślin samozapłodnianych przez dwa pokolenia i następnie skrzyżowanych z inną odmia-					

c. d. tabeli C

1	2	3	4	5	6
na — z 3 pokoleniem roślin samozapłodnia- nych	3	8,66	3	7,33	100 : 85
<i>Primula veris</i> (odmiana równosłupkowa o czerw- onych kwiatach) — porównanie pod wzglę- dem płodności potom- stwa roślin samozapłod- nianych przez dwa poko- lenia i następnie skrzy- żowanych z inną odmia- ną — z 3 pokoleniem roślin samozapłodnia- nych	..	..	..	..	100 : 11

W tych trzech tabelach podane są wyniki pomiarów pięćdziesięciu siedmiu gatunków należących do pięćdziesięciu dwóch rodzajów i czterech dużych naturalnych rodzin. Gatunki te pochodzą z różnych części świata. Liczba roślin krzyżowanych, obejmująca zarówno rośliny pochodzące ze skrzyżowania roślin tego samego rodzaju, jak i dwóch różnych rodzajów, wynosi 1101, a liczba roślin samozapłodnianych (która obejmuje również kilka roślin podanych w tabeli C, pochodzących ze skrzyżowania roślin tego samego wyjściowego rodzaju) — 1076. Wzrost roślin obserwowano od chwili kiełkowania nasion do dojrzałości; większość z nich mierzono dwukrotnie, niektóre zaś trzykrotnie. W rozdziale wstępnym opisano różne środki ostrożności, które zastosowano, aby uniemożliwić uprzywilejowanie jakiejkolwiek grupy. Biorąc pod uwagę wszystkie te okoliczności można przyjąć, że mamy właściwą podstawę do porównania wpływów zapłodnienia krzyżowego i samozapłodnienia na wzrost potomstwa.

Najdogodniej będzie rozpocząć rozważania od rozpatrzenia wyników podanych w tabeli C, ponieważ przy tej okazji można będzie omówić niektóre ważne zagadnienia. Jeśli czytelnik spojrzy na ostatnią kolumnę tej tabeli, zauważy już na pierwszy rzut oka, jak dużą przewagę pod względem wysokości, ciężaru i płodności wykazują rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem lub z inną pododmianą nad roślinami samozapłodnianymi, jak również nad krzyżowanymi między sobą roślinami tego

samego wyjściowego rodu. Stwierdzono tylko dwa wyjątki od tej reguły, ale i te są raczej nieistotne. U *Eschscholtzia* przewaga ogranicza się do płodności, u *Petunia* zaś, jakkolwiek rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem miały bardzo dużą przewagę pod względem wysokości, ciężaru i płodności nad roślinami samozapłodnianymi, ustępowały one krzyżowanym między sobą roślinom tego samego wyjściowego rodu pod względem wysokości, ciężaru, ale nie ustępowały pod względem płodności. Okazuje się jednak, że ta przewaga roślin krzyżowanych między sobą według wszelkiego prawdopodobieństwa była nieistotna. Jest prawie rzeczą pewną, że gdyby obie serie mogły rosnąć o miesiąc dłużej, rośliny otrzymane ze skrzyżowania z nowym rodem górowałyby pod każdym względem nad roślinami krzyżowanymi między sobą.

Zanim rozpatrzmy szczegółowo kilka wypadków uwzględnionych w tabeli C, należy poczynić kilka uwag wstępnych. Jak się zaraz o tym przekonamy, istnieją wyraźne dane, że dodatnie skutki krzyżowania uzależnione są całkowicie od istnienia pewnych różnic w konstytucji roślin, ujemne natomiast skutki samozapłodnienia uwarunkowane są tym, że dwie formy rodzicielskie połączone w tym samym hermafrodytycznym kwiecie mają bardzo zbliżoną konstytucję. Pewien stopień zróżnicowania organów płciowych wydaje się niezbędnym warunkiem pełnej płodności form rodzicielskich i pełnej bujności potomstwa. Wszystkie osobniki tego samego gatunku, nawet rosnące w stanie naturalnym, różnią się nieco między sobą, chociaż niekiedy bardzo nieznacznie, pod względem cech zewnętrznych, a prawdopodobnie również pod względem konstytucji. Odnosi się to oczywiście także do odmian tego samego gatunku, jeśli bierze się pod uwagę cechy zewnętrzne; istnieją jednak przekonujące dane wskazujące na ogół na istnienie pewnych różnic również w konstytucji. Trudno wątpić, że wszelkiego rodzaju różnice pomiędzy osobnikami i odmianami tego samego gatunku uwarunkowane są w dużej mierze, a według mego przekonania wyłącznie tym, że ich przodkowie podlegali wpływom różnych warunków, jakkolwiek często ulegamy złudzeniu, że osobniki tego samego gatunku żyjącego w stanie naturalnym znajdują się w jednakowych warunkach. Na przykład osobniki rosnące obok siebie podlegają oczywiście wpływom tego samego klimatu; na pierwszy rzut oka wydaje się, że mają one całkowicie identyczne warunki. W istocie jest to jednak prawie niemożliwe, wyjąwszy nieprawdopodobny zbieg okoliczności, w którym każdy osobnik byłby otoczony dokładnie taką samą liczbą roślin innych rodzajów. Rośliny otaczające bowiem pobierają z gleby niejednakowe ilości różnych sub-

stancji i wskutek tego zdecydowanie wpływają na wyżywienie, a nawet na życie osobników każdego poszczególnego gatunku. Bywają one również zacieniane oraz w inny sposób uzależniane od charakteru roślin, które je otaczają. Co więcej, w glebie często znajdują się nasiona w stanie spoczynku, a te, które w danym roku kiełkują, często dojrzewają w bardzo różnych warunkach. Nasiona rozprzestrzeniają się szeroko różnymi sposobami. Niektóre z nich pochodzą niekiedy z odległych miejscowości, gdzie formy rodzicielskie rosły w nieco odmiennych warunkach. Rośliny powstałe z takich nasion krzyżują się z roślinami miejscowymi, wskutek czego ich właściwości konstytucjonalne ulegają wymieszaniu we wszelkich możliwych proporcjach.

Rośliny po raz pierwszy wprowadzone do uprawy, nawet wtedy gdy są miejscowego pochodzenia, trafiają na bardzo zmienione warunki życia przede wszystkim dlatego, że rosną w glebie oczyszczonej i na ogół nie muszą współzawodniczyć w ogóle lub tylko z nielicznymi otaczającymi je roślinami. Wskutek tego mogą one pobierać w odpowiedniej ilości potrzebne im składniki zawarte w glebie. Świeżo sprowadzane nasiona pochodzą często z odległych ogrodów, gdzie rośliny rodzicielskie rosły w odmiennych warunkach. Rośliny uprawne, podobnie jak rośliny rosnące w stanie naturalnym, często krzyżują się wzajemnie i w ten sposób następuje wymieszanie różnych właściwości konstytucjonalnych. Z drugiej strony, póki osobniki jakiegokolwiek gatunku są uprawiane w tym samym ogrodzie, znajdują się one w bardziej jednakowych warunkach niż rośliny rosnące w stanie naturalnym, ponieważ osobniki te nie muszą konkurować z sąsiadującymi roślinami różnych gatunków. Rośliny powstałe z nasion wysiewanych w jednakowym czasie w ogrodzie dojrzewają zwykle w tym samym okresie i w tym samym miejscu, różniąc się pod tym względem znacznie od roślin rozsiewających się w przyrodzie. Niektóre rośliny obcego pochodzenia nie są w nowym siedlisku odwiedzane przez owady i wskutek tego nie krzyżują się między sobą. Jest to prawdopodobnie bardzo ważny czynnik w nabywaniu przez osobniki jednolitej konstytucji.

W moich doświadczeniach dokładałem jak największych starań, aby w każdym pokoleniu wszystkie rośliny krzyżowane oraz samozapładniane znajdowały się w jednolitych warunkach. Stworzenie absolutnie jednakowych warunków nie jest możliwe, ponieważ silniejsze osobniki zawsze ograbiają słabsze ze składników pokarmowych, jak również z wody, gdy ziemia w doniczkach zaczyna wysychać. Poza tym po jednej stronie doniczki obie grupy roślin mają zawsze nieco mniej światła niż rosnące z drugiej strony.

W kolejnych pokoleniach rośliny znajdowały się też w nieco odmiennych warunkach, ponieważ pogoda bywała różna, a niekiedy i rośliny rosły w różnych porach roku. Rosnąc jednak w szklarni były narażone na znacznie mniej gwałtowne i mniejsze skoki temperatury oraz wilgotności niż w gruncie. Jeśli chodzi o rośliny krzyżowane między sobą, ich wyjściowe formy rodzicielskie, które nie były ze sobą spokrewnione, musiały prawie na pewno różnić się nieco pod względem konstytucji. Tego rodzaju właściwości konstytucjonalne mieszałyby się w różnym stopniu w każdym następnym krzyżowanym między sobą pokoleniu, niekiedy nasilając się, częściej zaś neutralizując w większym czy mniejszym stopniu, a niekiedy występując ponownie wskutek rewersji, zupełnie tak samo jak to się dzieje z cechami zewnętrznymi przy krzyżowaniu gatunków i odmian. U roślin, które były samozapładniane w ciągu kolejnych pokoleń, to ostatnie ważne źródło pewnego zróżnicowania konstytucji byłoby całkowicie wyeliminowane; elementy płciowe wytwarzane przez ten sam kwiat rozwijają się w tak dalece jednakowych warunkach, jak tylko można to sobie wyobrazić.

W tabeli C rośliny krzyżowane są potomstwem krzyżówki z nowym rodem lub inną odmianą. Rosły one w warunkach konkurencji z roślinami samozapładnianymi lub z krzyżowanymi między sobą roślinami tego samego wyjściowego rodzaju. Używam określenia „nowy ród” wtedy, gdy mam na myśli roślinę niespokrewnioną, której formy wyjściowe rosły przez szereg pokoleń w innym ogrodzie i wskutek tego znajdowały się w nieco różniących się warunkach. Jeżeli chodzi o *Nicotiana*, *Iberis* i czerwoną odmianę *Primula*, zwykły groch i prawdopodobnie *Anagallis*, rośliny krzyżowane można traktować jako odrębne odmiany lub pododmiany tego samego gatunku. Natomiast u *Ipomoea*, *Mimulus*, *Dianthus* i *Petunia* rośliny krzyżowane różniły się wyłącznie barwą kwiatów, a ponieważ tego rodzaju różnicę stwierdzono u dużej liczby roślin otrzymanych z tej samej serii kupnych nasion, można ją uważać jedynie za różnicę indywidualną. Po tych wstępnych uwagach rozpatrzymy szczegółowo kilka przykładów podanych w tabeli C, które w pełni zasługują na takie rozpatrzenie.

(1) *Ipomoea purpurea*. Rośliny rosnące w tych samych doniczkach i w każdym pokoleniu znajdujące się w takich samych warunkach krzyżowano między sobą przez dziewięć kolejnych pokoleń. Wskutek tego krzyżowane między sobą rośliny stawały się w późniejszych pokoleniach w mniejszym lub większym stopniu wzajemnie spokrewnione. Część kwiatów roślin dziewiątego krzyżowanego między sobą pokolenia zapładniano pyłkiem nowego rodzaju, po czym z nasion uzyskanych w ten sposób wyhodo-

wano siewki. Inne kwiaty tych samych krzyżowanych między sobą roślin zapłodniono pyłkiem innej rośliny spośród krzyżowanych między sobą; otrzymano dziesiąte pokolenie siewek krzyżowanych między sobą. Obie te grupy siewek rosły w warunkach wzajemnej konkurencji i różniły się znacznie wysokością oraz płodnością. Potomstwo krzyżówki z nowym rodem przewyższyło pod względem wysokości rośliny krzyżowane między sobą w stosunku 100 do 78. Prawie taką samą przewagę miały rośliny krzyżowane między sobą nad samozapładnianymi we wszystkich dziesięciu pokoleniach razem wziętych — stosunek wynosił 100 do 77. Również pod względem płodności wyraźnie górowały rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem nad roślinami krzyżowanymi między sobą, mianowicie w stosunku 100 do 51. Stwierdzono to na podstawie stosunku ciężaru torebek nasiennych wytworzonych przez tę samą liczbę roślin obu grup, pozostawionych swobodnie w celu naturalnego zapłodnienia. Należy szczególnie podkreślić, że żadna z roślin ani jednej, ani drugiej grupy nie powstała w wyniku samozapłodnienia. Przeciwnie, rośliny krzyżowane między sobą na pewno były krzyżowane przez ostatnich dziesięć pokoleń i prawdopodobnie przez wszystkie poprzednie pokolenia. Można wnioskować o tym na podstawie budowy ich kwiatów oraz częstego odwiedzania przez trzmiele. To samo dotyczy również roślin rodzicielskich nowego rodzaju. Dużą różnicę w wysokości i płodności pomiędzy tymi dwiema grupami roślin należy wyłącznie przypisać temu, że jedne były produktem krzyżowego zapłodnienia pyłkiem nowego rodzaju, a drugie pochodziły ze skrzyżowania roślin tego samego wyjściowego rodzaju.

U tego gatunku wystąpiło jeszcze inne interesujące zjawisko. W pięciu pierwszych pokoleniach, w których rośliny krzyżowane między sobą i samozapładniane rosły w warunkach wzajemnej konkurencji, każda z roślin krzyżowanych między sobą przewyższała swego samozapładnianego odpowiednika, z wyjątkiem jednego wypadku, gdy obie rośliny były równej wysokości. W szóstym pokoleniu pojawiła się jednak roślina, którą nazwałem Hero, godna uwagi ze względu na swą wysokość i zwiększoną samopłodność. Roślina ta przekazywała swe cechy trzem następnym pokoleniom. Potomstwo rośliny Hero zostało ponownie samozapłodnione, dając ósme pokolenie samozapładniane. Było ono również krzyżowane między sobą, lecz ta krzyżówka pomiędzy roślinami, które rosły w jednakowych warunkach i były samozapładniane przez siedem poprzednich pokoleń, nie dała żadnego efektu: krzyżowane między sobą wnuki były nawet niższe niż wnuki samozapładniane; stosunek wysokości wynosił 100 do 107. A więc

w tym wypadku samo krzyżowanie dwóch odrębnych roślin nie wpłynęło korzystnie na potomstwo. Pozostaje to w całkowitej sprzeczności z wypadkiem opisanym ostatnio, gdzie dodatni wpływ krzyżowania z nowym rodem był tak bardzo wyraźny. Podobne doświadczenie przeprowadzono z potomstwem Hero w następnym pokoleniu; wynik był taki sam. Doświadczenie to jednak nie jest całkowicie wiarygodne ze względu na wyjątkowo zły stan zdrowotny roślin. To samo poważne zastrzeżenie odnosi się również do doświadczenia, w którym nawet krzyżowanie z nowym rodem nie przyniosło korzyści prawnukom rośliny Hero. Gdyby rzeczywiście tak było, należałoby to uznać za zjawisko najbardziej niezwykle, jakie zaobserwowałem we wszystkich swoich doświadczeniach.

(2) *Mimulus luteus*. W pierwszych trzech pokoleniach rośliny krzyżowane między sobą przewyższały ogólnie pod względem wysokości rośliny samozapłodniane w stosunku 100 do 65, pod względem zaś płodności — w jeszcze wyższym stopniu. W czwartym pokoleniu nowa odmiana, wyższa, mająca jaśniejsze i większe kwiaty niż odmiany wyjściowe, zaczęła osiągać przewagę, szczególnie w stosunku do roślin samozapłodnianych. Odmiana ta przekazywała swe cechy z uderającą regularnością: późniejsze samozapłodniane pokolenia składały się wyłącznie z roślin tej odmiany. Wskutek tego przewyższały one znacznie pod względem wysokości rośliny krzyżowane między sobą. Tak więc w siódmym pokoleniu stosunek wysokości roślin krzyżowanych między sobą do roślin samozapłodnianych wynosił 100 do 137. Bardziej godny uwagi jest fakt, że rośliny samozapłodniane szóstego pokolenia stały się znacznie bardziej płodne niż rośliny krzyżowane między sobą; można o tym sądzić na podstawie liczby samorzutnie wytworzonych torebek nasiennych; stosunek wynosił 147 do 100. Odmiana ta, która — jak wiemy — pojawiła się wśród roślin czwartego pokolenia samozapłodnianego, przypomina pod względem prawie wszystkich właściwości konstytucji odmianę nazwaną Hero, która pojawiła się w szóstym samozapłodnianym pokoleniu *Ipomoea*. W moich doświadczeniach, trwających przez jedenaście lat, nigdy nie zdarzył się po raz drugi taki wypadek; wyjątkiem była częściowo tylko *Nicotiana*.

Dwie rośliny odmiany *Mimulus*, należące do szóstego pokolenia samozapłodnianego i rosnące w oddzielnych doniczkach, skrzyżowano między sobą, niektóre zaś kwiaty na tych samych roślinach ponownie samozapłodniono. Z otrzymanych w ten sposób nasion wyrosły rośliny będące wynikiem skrzyżowania roślin samozapłodnianych oraz rośliny siódmego pokolenia samozapłodnianego. Wspomniane krzyżowanie nie wykazało

jednak dodatniego wpływu; rośliny krzyżowane między sobą były niższe od samozapładnianych w stosunku 100 do 110. Wypadek ten pokrywa się całkowicie z faktem opisanym u *Ipomoea*, dotyczącym wnuków rośliny Hero i prawdopodobnie jej prawnuków. Siewki otrzymane po skrzyżowaniu tych roślin między sobą nie przewyższały pod żadnym względem roślin odpowiadającego im pokolenia otrzymanego z kwiatów samozapładnianych. Tak więc w tych kilku wypadkach krzyżowanie roślin, które były samozapładniane przez szereg pokoleń i rosły przez cały czas w możliwie najbardziej podobnych warunkach, nie dało najmniejszej korzyści. W związku z tym wykonano inne doświadczenie. Rośliny ósmego pokolenia samozapładnianego ponownie samozapłodniono, otrzymując rośliny dziewiątego pokolenia samozapładnianego. Jednocześnie dwie rośliny ósmego pokolenia samozapładnianego skrzyżowano między sobą, jak w doświadczeniu opisanym poprzednio, lecz tym razem krzyżowanie to dotyczyło roślin, które powstały w wyniku samozapłodnienia w dwóch dodatkowych pokoleniach. Wreszcie te same rośliny ósmego pokolenia samozapładnianego zapylono krzyżowo pyłkiem roślin nowego rodzaju pochodzących z innego ogrodu. Z tych trzech grup nasion otrzymano dużo roślin, które rosły w warunkach wzajemnej konkurencji. Rośliny pochodzące ze skrzyżowania roślin samozapładnianych przewyższały nieco pod względem wysokości rośliny samozapładniane, mianowicie w stosunku 100 : 92, w większym zaś stopniu pod względem płodności, mianowicie 100 do 73. Nie wiem, czy tę różnicę w wynikach w porównaniu z wynikami otrzymanymi w poprzednim wypadku można przypisać dalszemu pogorszeniu się roślin samozapładnianych wskutek samozapłodnienia w dwóch dodatkowych pokoleniach, a więc korzystnemu wpływowi jakiegokolwiek krzyżowania, choćby nawet jedynie pomiędzy roślinami samozapładnianymi. Gdyby nawet tak było, skutki krzyżowania ósmego pokolenia roślin samozapładnianych z nowym rodem są uderzające. Stosunek wysokości otrzymanych w ten sposób siewek do wysokości samozapładnianych roślin dziewiątego pokolenia wynosił 100 do 52, a stosunek płodności 100 do 3! Również w porównaniu z roślinami krzyżowanymi między sobą (otrzymanymi ze skrzyżowania dwóch samozapładnianych roślin ósmego pokolenia) wysokość ich różniła się w stosunku 100 do 56, a płodność 100 do 4. Trudno wymagać lepszego dowodu świadczącego o tym, jak duży wpływ wywiera krzyżowanie z nowym rodem na rośliny samozapładniane uprzednio przez osiem pokoleń i rosnące przez cały czas prawie w jednakowych warunkach w porównaniu z roślinami stale samo-

zapłodnianymi przez dziewięć pokoleń lub też raz skrzyżowanymi między sobą, mianowicie w ostatnim pokoleniu.

(3) *Brassica oleracea*. Kilka kwiatów kapusty drugiego samozapłodnianego pokolenia zapłodniono krzyżowo pyłkiem rośliny tej samej odmiany pochodzącej z innego ogrodu, inne zaś kwiaty ponownie poddano samozapłodnieniu. W ten sposób otrzymano rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem i rośliny trzeciego pokolenia samozapłodnianego. Stosunek ciężaru pierwszych do drugich wynosił 100 do 22. Tę olbrzymią różnicę należy przypisać częściowo korzystnemu wpływowi krzyżowania z nowym rodem, częściowo zaś ujemnym wpływom samozapłodniania stosowanego przez trzy pokolenia.

(4) *Iberis umbellata*. Stosunek wysokości siewek karmazynowej odmiany angielskiej skrzyżowanej z bledo zabarwioną odmianą rosnącą przez kilka pokoleń w Algierze wynosił w porównaniu do wysokości samozapłodnianych siewek karmazynowej odmiany 100 do 89, płodność zaś 100 do 75. Dziwi mnie, że skrzyżowanie z inną odmianą nie dało wyraźniejszego korzystnego efektu. Wysokość niektórych krzyżowanych między sobą roślin karmazynowej odmiany angielskiej, rosnących w warunkach współzawodnictwa z samozapłodnianymi przez trzy pokolenia roślinami tej samej odmiany, w porównaniu z wysokością tych drugich wynosiła 100 do 86, płodność zaś 100 do 75. Nieco tylko większą różnicę w wysokości stwierdzoną w tym ostatnim wypadku można prawdopodobnie przypisać ujemnym wpływom samozapłodnienia w ciągu dwóch dodatkowych pokoleń.

(5) *Eschscholtzia californica*. Roślina ta jest niemal wyjątkowym przykładem, ponieważ dodatnie efekty krzyżowania, podobnie jak ujemne skutki samozapłodnienia, ograniczają się u niej do układu rozrodczego. Krzyżowane między sobą i samozapłodniane rośliny rodzaju angielskiego nie wykazywały istotnych różnic w wysokości (ani w ciężarze, o ile można sądzić z pomiarów). Przewagę miały zwykle rośliny samozapłodniane. To samo stwierdzono w potomstwie roślin rodzaju pochodzącego z Brazylii, który badano w taki sam sposób. Jednakże rośliny rodzicielskie z rodzaju angielskiego wytworzyły dużo więcej nasion po zapłodnieniu pyłkiem innej rośliny niż po samozapłodnieniu. Rośliny rodzicielskie rosnące w Brazylii były całkowicie bezpłodne nawet po zapłodnieniu pyłkiem innej rośliny. Krzyżowane między sobą wyrosłe w Anglii siewki z rodzaju pochodzącego z Brazylii w porównaniu z samozapłodnianymi siewkami odpowiadającego im drugiego pokolenia wytworzyły nasiona w stosunku 100 do 89. Do kwiatów obu grup roślin owady miały swobodny dostęp. Jeśli chodzi

o efekty krzyżowego zapłodnienia roślin rodu brazylijskiego pyłkiem roślin rodu angielskiego — kiedy to skrzyżowano rośliny znajdujące się przez dłuższy czas w bardzo odmiennych warunkach — to tak jak i poprzednio potomstwo ustępowało pod względem wysokości i ciężaru samozapładnianym przez dwa pokolenia roślinom rodu pochodzącego z Brazylii, lecz przewyższało je, i to w bardzo dużym stopniu, pod względem ilości wytworzonych nasion; stosunek wynosił mianowicie 100 do 40. Do obu grup roślin owady miały swobodny dostęp.

Jeśli chodzi o *Ipomoea*, stwierdziliśmy, że rośliny otrzymane po skrzyżowaniu z nowym rodem przewyższały rośliny wyjściowego rodu pod względem wysokości w stosunku 100 do 78, pod względem płodności w stosunku 100 do 51, jakkolwiek te ostatnie były krzyżowane między sobą w ciągu ostatnich dziesięciu pokoleń. U *Eschscholtzia* spotykamy się prawie z takim samym zjawiskiem. Dotyczy to jednak tylko płodności, ponieważ rośliny otrzymane w wyniku skrzyżowania z nowym rodem przewyższały rośliny pochodzące z Brazylii pod względem płodności w stosunku 100 do 45. Te ostatnie były w Anglii sztucznie krzyżowane między sobą przez dwa ostatnie pokolenia, a w Brazylii z pewnością krzyżowały się między sobą w naturalny sposób za pośrednictwem owadów w ciągu wszystkich poprzednich pokoleń, gdyż w razie braku owadów są zupełnie bezpłodne.

(6) *Dianthus caryophyllus*. Rośliny samozapładniane w ciągu trzech pokoleń zapłodniono krzyżowo pyłkiem nowego rodu. Potomstwo ich rosło w warunkach konkurencji z roślinami czwartego pokolenia samozapładnianego. Otrzymane rośliny krzyżowane różniły się od roślin samozapładnianych pod względem wysokości w stosunku 100 do 81, pod względem zaś płodności (owady miały swobodny dostęp do obu grup roślin w celu umożliwienia naturalnego zapłodnienia) w stosunku 100 do 33.

Wysokość tych samych roślin krzyżowanych w stosunku do wysokości potomstwa roślin czwartego pokolenia samozapładnianego skrzyżowanego z odpowiednim pokoleniem roślin krzyżowanych między sobą wynosiła 100 do 85, płodność zaś 100 do 45.

Widzimy więc, jak dużą przewagę ma potomstwo powstałe w wyniku skrzyżowania z nowym rodem nie tylko nad roślinami samozapładnianymi czwartego pokolenia, lecz i nad potomstwem roślin samozapładnianych trzeciego pokolenia, które zostały skrzyżowane z krzyżowanymi między sobą roślinami wyjściowego rodu.

(7) *Pisum sativum*. Już we wstępnym opisie tego gatunku podano, że u nielicznych odmian rosnących w naszym kraju prawie niezmiennie za-

chodzi samozapłodnianie, ponieważ kwiaty te rzadko są odwiedzane przez owady. Ponadto, skoro rośliny długo rosły w bardzo podobnych warunkach, staje się zrozumiałe, dlaczego krzyżowanie dwu osobników tej samej odmiany nie ma najmniejszego wpływu na zwiększenie wysokości czy też płodności potomstwa. Przypadek ten jest bardzo zbliżony do opisanego u *Mimulus* czy też zaobserwowanego u rośliny *Ipomoea*, nazwanej Hero: w tych dwóch bowiem wypadkach skrzyżowanie roślin, które były samozapłodniane przez siedem pokoleń, w ogóle nie wpłynęło korzystnie na potomstwo. Z drugiej strony potomstwo krzyżówki między dwiema odmianami grochu wykazało wyraźną przewagę pod względem wysokości i bujności w stosunku do samozapłodnianych roślin tej samej odmiany; fakt ten stwierdziło dwóch doskonałych obserwatorów. Z moich własnych obserwacji (niezbyt starannie przeprowadzonych) wynika, że wysokość potomstwa odmian krzyżowanych w stosunku do roślin samozapłodnianych wynosiła w jednym wypadku mniej więcej 100 do 75, w drugim 100 do 60.

(8) *Lathyrus odoratus*. Groszek pachnący tak samo reaguje na samozapłodnienie jak groch zwyczajny. Wiemy już, że siewki otrzymane w wyniku skrzyżowania dwu odmian różniących się jedynie barwą kwiatów były wyższe od siewek samozapłodnianych tej samej rośliny macierzystej w stosunku 100 do 80, a w drugim pokoleniu 100 do 88. Nie udało mi się jednak wykazać z całą pewnością, że skrzyżowanie dwóch roślin tej samej odmiany nie wywiera w ogóle dodatniego wpływu, lecz przypuszczam, że taki byłby wynik odpowiednich doświadczeń.

(9) *Petunia violacea*. Krzyżowane między sobą rośliny tego samego rodzaju w czterech na pięć kolejnych pokoleń były wyraźnie wyższe od roślin samozapłodnianych. Te ostatnie skrzyżowano w czwartym pokoleniu z nowym rodem i otrzymane siewki posadzono w warunkach wzajemnej konkurencji z samozapłodnianymi roślinami piątego pokolenia. Rośliny krzyżowane były wyższe od samozapłodnianych w stosunku 100 do 66, pod względem zaś ciężaru przewyższały je w stosunku 100 do 23. Różnica ta, jakkolwiek jest duża, jest tylko nieznacznie większa od różnicy pomiędzy krzyżowanymi między sobą roślinami tego samego rodzaju a samozapłodnianymi roślinami odpowiadającego im pokolenia. Wypadek ten na pierwszy rzut oka wydaje się zaprzeczeniem reguły, w myśl której krzyżowanie z nowym rodem jest znacznie bardziej korzystne niż krzyżowanie osobników tego samego rodzaju. Jednak — podobnie jak u *Eschscholtzia* — szczególnie uprzywilejowane były tu organy rozmnażania, ponieważ płod-

ność roślin otrzymanych ze skrzyżowania z nowym rodem w stosunku do płodności roślin samozapładnianych wynosiła 100 do 46, wówczas gdy krzyżowane między sobą rośliny tego samego rodzaju różniły się od roślin samozapładnianych piątego pokolenia pod względem płodności tylko w stosunku 100 do 86.

Jakkolwiek w okresie przeprowadzania pomiarów rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem nie przewyższały ani pod względem wysokości, ani ciężaru krzyżowanych między sobą roślin wyjściowego rodzaju (wskutek tego że wzrost tych pierwszych nie był jeszcze zakończony, co wyjaśniono w rozdziale poświęconym temu gatunkowi), to jednak przewyższały one rośliny krzyżowane między sobą pod względem płodności w stosunku 100 do 54. Ten interesujący fakt wykazuje, że rośliny samozapładniane przez cztery pokolenia, a następnie skrzyżowane z nowym rodem wydały siewki prawie o dwukrotnie wyższej płodności niż siewki roślin tego samego rodzaju krzyżowanych między sobą przez pięć poprzednich pokoleń. Widzimy więc, podobnie jak w wypadku *Eschscholtzia* i *Dianthus*, że sam fakt skrzyżowania, bez uwzględnienia stanu roślin krzyżowanych, ma niewielki wpływ na zwiększenie płodności potomstwa. Jak już przekonaliśmy się, ten sam wniosek dotyczący wysokości roślin można wyciągnąć w analogicznych wypadkach u *Ipomoea*, *Mimulus* i *Dianthus*.

(10) *Nicotiana tabacum*. W przeprowadzonym przeze mnie doświadczeniu rośliny były w dużym stopniu samopłodne. Widać było wyraźnie, że torebki z roślin samozapładnianych zawierają więcej nasion niż torebki roślin zapładnianych krzyżowo. W szklarni w ogóle nie zaobserwowano odwiedzania kwiatów przez owady i podejrzewam, że ród, z którym przeprowadzałem doświadczenia, rosnący stale w szklarni, był samozapładniany przez kilka poprzednich pokoleń. Jeśli przypuszczenie to jest słuszne, staje się zrozumiałe, dlaczego w ciągu trzech pokoleń nie było widać, aby krzyżowane siewki tego samego rodzaju wyraźnie górowały pod względem wysokości nad siewkami roślin samozapładnianych. Wypadek ten komplikują jednak poszczególne rośliny różniące się konstytucją, wskutek czego krzyżowane i samozapładniane siewki otrzymane w tym samym czasie z tych samych roślin rodzicielskich zachowywały się niejednakowo. Niezależnie od przyczyn tego zjawiska rośliny otrzymane z roślin samozapładnianych trzeciego pokolenia, skrzyżowane z roślinami nieznacznie różniącej się odmiany, przewyższały znacznie pod względem wysokości i ciężaru samozapładniane rośliny czwartego pokolenia; badanie to przeprowadzono na

dużej liczbie roślin. Jeśli rośliny rosły w doniczce w niewielkim zagęszczeniu, przewaga pod względem wysokości wynosiła 100 do 66, przy większym zaś zagęszczeniu 100 do 54. Omawiane rośliny krzyżowane, rosnące w warunkach silnej konkurencji, również przewyższały samozapłodniane pod względem ciężaru; stosunek wynosił 100 do 37. Podobne zjawisko, lecz mniej wyraźne (co widać z tabeli C), zaobserwowano, gdy te dwie grupy rosły w gruncie i nie współzawodniczyły ze sobą. Niemniej jednak dziwny wydaje się fakt, że kwiaty roślin macierzystych trzeciego pokolenia samozapłodnianego nie wytworzyły więcej nasion przy zapłodnieniu pyłkiem roślin nowego rodzaju niż przy samozapłodnieniem.

(11) *Anagallis collina*. Rośliny pochodzące ze skrzyżowania czerwonej odmiany z inną rośliną tej samej odmiany różniły się pod względem wysokości od samozapłodnianych roślin odmiany czerwonej w stosunku 100 do 73. Kiedy kwiaty odmiany czerwonej zapłodniano pyłkiem bardzo podobnej niebiesko kwitnącej odmiany, dawały one dwukrotnie więcej nasion niż w wypadku krzyżowego zapłodniania pyłkiem z innego osobnika tej samej odmiany czerwonej. Nasiona były przy tym znacznie dorodniejsze. Rośliny otrzymane ze skrzyżowania tych dwu odmian różniły się od samozapłodnianych siewek czerwonej odmiany wysokością w stosunku 100 do 66, a płodnością w stosunku 100 do 6.

(12) *Primula veris*. Kilka kwiatów długosłupkowych roślin trzeciego nieprawowitego pokolenia zapłodniono w prawowity sposób pyłkiem nowego rodzaju. Inne kwiaty zapłodniono ich własnym pyłkiem. Z tych nasion otrzymano rośliny krzyżowane i samozapłodniane czwartego nieprawowitego pokolenia. Pierwsze różniły się od drugich wysokością w stosunku 100 do 46, a płodnością w pierwszym roku w stosunku 100 do 5, w następnym zaś w stosunku 100 do 3,5. W tym wypadku nie można jednak rozgraniczyć ujemnych skutków nieprawowitego zapłodnienia w ciągu czterech pokoleń (to znaczy zapłodniania pyłkiem tej samej formy, ale pochodzącym z odrębnej rośliny) od skutków prawowitego samozapłodniania. Być może, te dwa procesy nie różnią się tak zasadniczo, jak się to początkowo wydaje. W następnym doświadczeniu wszelkie wątpliwości związane z wpływem nieprawowitego zapłodnienia zostały całkowicie wyeliminowane.

(13) *Primula veris* (odmiana równosłupkowa, czerwono kwitnąca). Kwiaty roślin drugiego samozapłodnianego pokolenia zapłodniono pyłkiem innej odmiany lub nowego rodzaju, inne zaś ponownie samozapłodniono. Otrzymano w ten sposób rośliny krzyżowane i samozapłodniane trzeciego

pokolenia. W obu wypadkach rośliny otrzymane były w wyniku prawowitego zapłodnienia; pierwsze różniły się od drugich wysokością w stosunku 100 do 85, a płodnością (uwzględniając liczbę zawiązanych torebek oraz średnią liczbę nasion) w stosunku 100 do 11.

STRESZCZENIE POMIARÓW PODANYCH W TABELI C

W tabeli tej uwzględniona jest wysokość, a często i ciężar 292 roślin pochodzących z krzyżowania z nowym rodem i 305 roślin pochodzących z samozapłodnienia lub otrzymywanych ze skrzyżowania między sobą roślin tego samego rodzaju. Tych 597 roślin należy do trzynastu gatunków i dwunastu rodzajów. Powyżej opisano już różne środki ostrożności stosowane w celu zapewnienia właściwego sposobu porównywania roślin. Przyjrzyjmy się teraz ostatniej kolumnie i porównajmy liczbę 100, oznaczającą średnią wysokość, ciężar i płodność roślin pochodzących z krzyżowania z nowym rodem, z pozostałymi liczbami. Przekonamy się, w jakim olbrzymim stopniu rośliny te wykazują przewagę zarówno nad samozapładnianymi, jak i nad krzyżowanymi między sobą roślinami tego samego rodzaju. Jeśli chodzi o wysokość i ciężar, są tu tylko dwa wyjątki od reguły, mianowicie *Eschscholtzia* i *Petunia*, a i ta ostatnia nie jest prawdopodobnie w rzeczywistości wyjątkiem. Przy tym oba te gatunki nie stanowiły wyjątku pod względem płodności, ponieważ rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem były znacznie bardziej płodne niż rośliny samozapładniane. Różnica pomiędzy dwiema grupami roślin przedstawionymi w tej tabeli jest na ogół znacznie większa pod względem płodności i ciężaru. Z drugiej strony u niektórych gatunków, jak np. *Nicotiana*, nie było żadnej różnicy w płodności obu grup, jakkolwiek ujawniła się duża różnica w wysokości i ciężarze. Biorąc pod uwagę wszystkie dane tej tabeli, nie można mieć żadnej wątpliwości, że krzyżowanie z nowym rodem lub z inną odmianą bardzo korzystnie wpływa na rośliny, jakkolwiek w różnorodny sposób. Nie można utrzymywać, że ten dodatni wpływ jest skutkiem tego jedynie, że rośliny nowego rodzaju były zupełnie zdrowe, wówczas gdy rośliny wielokrotnie krzyżowane między sobą lub samozapładniane wykazywały zmiany chorobowe. W większości wypadków żadnych zmian chorobowych nie stwierdzono i na podstawie tabeli A przekonujemy się, że krzyżowane między sobą rośliny tego samego rodzaju na ogół w pewnym stopniu górują nad roślinami samozapładnianymi, mimo że obie grupy znajdowały się w zupełnie jednakowych warunkach i nie różniły się stanem zdrowotnym.

Z tabeli C dowiadujemy się ponadto, że skrzyżowanie między sobą roślin, które były uprzednio samozapłodniane przez kilka kolejnych pokoleń i rosły przez cały czas w prawie jednakowych warunkach, w ogóle nie wpływało korzystnie na potomstwo lub tylko w nieznacznym stopniu. Przykładem tej reguły jest *Mimulus* i potomstwo *Ipomoea*, nazwane Hero. Jeśli chodzi o rośliny samozapłodniane przez kilka pokoleń, stwierdzono znów tylko nieznaczny dodatni wpływ krzyżowania z roślinami tego samego rodzaju krzyżowanymi między sobą (podobnie jak w wypadku *Dianthus*) w porównaniu z efektem krzyżowania z nowym rodem. Rośliny tego samego rodzaju krzyżowane między sobą przez kilka pokoleń (jak w wypadku *Petunia*) miały znacznie niższą płodność niż rośliny pochodzące od odpowiadających im roślin samozapłodnianych skrzyżowanych z nowym rodem. Wreszcie, mimo że niektóre rośliny były regularnie krzyżowane między sobą za pośrednictwem owadów w warunkach naturalnych oraz krzyżowane sztucznie w każdym kolejnym pokoleniu w toku moich doświadczeń, tak że nie podlegały nigdy lub bardzo rzadko ujemnym wpływom samozapłodnienia (jak *Eschscholtzia* i *Ipomoea*), bardzo korzystnie wpływało na nie krzyżowanie z nowym rodem. Tych kilka przykładów wskazuje najwyraźniej, że dodatnie właściwości potomstwa nie są uwarunkowane jedynie samym faktem skrzyżowania dwóch jakichkolwiek dowolnych osobników. Dodatnie skutki krzyżowania uzależnione są od pewnych różnic między łączonymi roślinami i nie ma prawie wątpliwości, że różnice te dotyczą konstytucji czy też charakteru organów płciowych. Nie ulega też wątpliwości, że nie są to różnice natury zewnętrznej, ponieważ skrzyżowanie między sobą dwóch roślin tak dalece do siebie podobnych, jak tylko mogą być podobne osobniki tego samego gatunku, daje bardzo wyraźne pozytywne rezultaty, jeśli tylko przodkowie tych roślin znajdowali się przez kilka pokoleń w różnych warunkach. Do tego ostatniego zagadnienia powrócę w rozdziale następnym.

TABELA A

Powrócimy teraz do naszej pierwszej tabeli, która dotyczyła krzyżowanych i samozapłodnianych roślin tego samego rodzaju. Obejmuje ona pięćdziesiąt cztery gatunki należące do trzech naturalnych rzędów. Podane są pomiary 796 roślin krzyżowanych i 809 samozapłodnianych, a więc w sumie 1605 roślin. Doświadczenia nad niektórymi gatunkami obejmowały kilka kolejnych pokoleń. W związku z tym należy pamiętać, że w ta-

kich wypadkach rośliny krzyżowane były w każdym pokoleniu zapładniane pyłkiem innej rośliny krzyżowanej, a kwiaty roślin samozapładnianych prawie zawsze zapładniano ich własnym pyłkiem, chociaż czasami pyłek pochodził z innych kwiatów tej samej rośliny. W takich warunkach rośliny krzyżowane stawały się w późniejszych pokoleniach w mniejszym lub większym stopniu wzajemnie spokrewnione. Rośliny obu serii rosły w każdym pokoleniu w prawie zupełnie jednakowych warunkach. Warunki te ponadto nie zmieniały się prawie wcale w kolejnych pokoleniach. Z pewnych względów byłoby lepiej, gdybym zawsze w każdym pokoleniu niektóre kwiaty roślin samozapładnianych czy też krzyżowanych między sobą zapładniał krzyżowo pyłkiem rośliny niespokrewnionej, rosnącej w innych warunkach, jak miało to miejsce u roślin podanych w tabeli C. Przy takim postępowaniu mógłbym stwierdzić, jak silny ujemny wpływ na potomstwo wywierało samozapładnianie w kolejnych pokoleniach. W moich doświadczeniach samozapładniane rośliny kolejnych pokoleń, podane w tabeli A, rosły w warunkach współzawodnictwa i były porównywane z roślinami krzyżowanymi między sobą, które prawdopodobnie stały się słabsze wskutek tego, że stawały się w pewnym stopniu spokrewnione ze sobą i rosły w podobnych warunkach. Niemniej jednak gdybym zawsze postępował zgodnie z planem nakreślonym w tabeli C, nigdy nie stwierdziłbym ważnego faktu, że jakkolwiek krzyżowanie roślin, które są dosyć blisko spokrewnione i rosną w bardzo podobnych warunkach, przynosi potomstwu pewne korzyści utrzymujące się w ciągu kilku pokoleń, to jednak po pewnym czasie krzyżowanie tych roślin między sobą przestaje w ogóle wywierać jakikolwiek dodatni wpływ. Nie stwierdziłbym również, że skrzyżowanie samozapładnianych roślin późniejszych pokoleń z krzyżowanymi między sobą roślinami tego samego rodzaju może nie dać wcale lub tylko niewielki efekt, chociaż bardzo wyraźnie mogą wystąpić dodatnie skutki przy krzyżowaniu z nowym rodem.

Większość roślin podanych w tabeli A nie wymaga żadnych specjalnych omówień. Odpowiednie szczegóły można odszukać za pomocą skorowidza w rozdziałach poświęconych poszczególnym gatunkom. Liczby podane w prawej kolumnie obrazują średnią wysokość roślin samozapładnianych. Średnią wysokość roślin krzyżowanych, z którymi współzawodniczyły rośliny samozapładniane, przyjęto za 100. Nie uwzględniono tu kilku wypadków, w których krzyżowane i samozapładniane rośliny rosły w gruncie, tak że nie było między nimi konkurencji. Jak już wspomniałem, tabela obejmuje pięćdziesiąt cztery gatunki, ale ponieważ niektóre z nich mie-

rzono przez kilka kolejnych pokoleń, krzyżowane i samozapłodniane rośliny porównane są tu w osiemdziesięciu trzech wypadkach. Ponieważ liczba mierzonych roślin w każdym pokoleniu (podana w tabeli) nigdy nie była duża, a niekiedy bardzo mała, w tych wypadkach, kiedy różnica między średnią wysokością roślin krzyżowanych i samozapłodnianych, podana w ostatniej kolumnie, nie przekracza 5%, można uważać, że rośliny te są w zasadzie jednakowej wysokości. Takich wypadków, w których średnia wysokość samozapłodnianych roślin w jakimś jednym czy też wszystkich pokoleniach waha się w granicach od 95 do 105, jest osiemnaście. W ośmiu wypadkach rośliny samozapłodniane przewyższały krzyżowane więcej niż o 5%, o czym świadczą liczby prawej kolumny większe od 105. Wreszcie mamy tu 57 wypadków, w których rośliny krzyżowane przewyższają samozapłodniane w stosunku co najmniej 100 do 95, a na ogół w znacznie większym stopniu.

Gdyby stosunek wysokości krzyżowanych i samozapłodnianych roślin był jedynie wynikiem przypadku, rośliny samozapłodniane przewyższałyby rośliny krzyżowane o więcej niż 5% z taką samą mniej więcej częstością, z jaką rośliny krzyżowane górowałyby nad samozapłodnianymi. Wiemy jednak, że to ostatnie zjawisko wystąpiło 57 razy, a poprzednie tylko 8 razy. A więc wypadki, w których rośliny krzyżowane przewyższały samozapłodniane w podanym wyżej stosunku, są przeszło siedem razy liczniejsze niż wypadki, w których rośliny samozapłodniane górują w tym samym stosunku nad roślinami krzyżowanymi. Jeśli zatem chodzi o porównanie siły wzrostu roślin krzyżowanych i samozapłodnianych, można powiedzieć, że w pięćdziesięciu siedmiu wypadkach rośliny krzyżowane przewyższały samozapłodniane więcej niż o 5%, w dwudziestu sześciu zaś wypadkach ($18 + 8$) nie było tej przewagi. Jednocześnie w kilku spośród tych dwudziestu sześciu wypadków rośliny krzyżowane wyraźnie górowały pod pewnymi względami nad roślinami samozapłodnianymi, chociaż nie były od nich wyższe. W innych znów wypadkach pomiary średniej wysokości nie były miarodajne bądź ze względu na zbyt małą liczbę mierzonych roślin, bądź dlatego że rośliny były chore i występowały duże różnice w wysokości, bądź też z obu tych względów jednocześnie. Niemniej jednak czułem się zobowiązany podać te wypadki, ponieważ przemawiają one przeciw moim wnioskom ogólnym. Wreszcie w kilku innych wypadkach można było wytłumaczyć brak przewagi roślin krzyżowanych nad samozapłodnianymi. Pozostaje więc już bardzo niewiele wypadków, w któ-

rych, o ile można sądzić na podstawie moich doświadczeń, rośliny samozapładniane wydają się naprawdę równe krzyżowanym czy też lepsze od nich.

Rozpatrzmy teraz nieco dokładniej tych osiemnaście wypadków, w których różnica średniej wysokości roślin samozapładnianych i krzyżowanych wahała się w granicach 5%, oraz osiem wypadków, w których rośliny samozapładniane przewyższały krzyżowane pod względem średniej wysokości więcej niż o 5%. W sumie daje to dwadzieścia sześć wypadków, w których rośliny krzyżowane nie wykazały pod względem wysokości istotnej przewagi nad roślinami samozapładnianymi.

(1) *Dianthus caryophyllus* (trzecie pokolenie). Roślinę tę miałem w doświadczeniach przez cztery pokolenia. W ciągu trzech pokoleń rośliny krzyżowane przewyższały samozapładniane pod względem wysokości na ogół dużo więcej niż o 5%. Z tabeli C wynika, że wysokość i płodność potomstwa roślin trzeciego pokolenia samozapładnianego skrzyżowanych z nowym rodem wzrosła w sposób uderzający. Jednakże w tym trzecim pokoleniu stosunek wysokości krzyżowanych roślin tego samego rodzaju do roślin samozapładnianych wynosił tylko 100 do 99, a więc praktycznie były one równe. Niemniej jednak po ścięciu i zważeniu ośmiu roślin krzyżowanych i ośmiu samozapładnianych okazało się, że stosunek ich ciężaru wynosił 100 do 49! Nie może więc być najmniejszej wątpliwości, że rośliny krzyżowane tego gatunku są znacznie silniejsze i dorodniejsze od samozapładnianych. Nie umiem jednak wytłumaczyć, co było przyczyną, że samozapładniane rośliny trzeciego pokolenia, mimo że były blade i wątłe, osiągnęły prawie taką samą wysokość jak rośliny krzyżowane.

(2) *Lobelia fulgens* (pierwsze pokolenie). Rośliny krzyżowane tego pokolenia były znacznie niższe od samozapładnianych; stosunek wysokości wynosił 100 do 127. Jakkolwiek mierzono tylko dwie pary roślin, co jest oczywiście stanowczo za mało, aby wynik można było uważać za wiarygodny, to jednak z innych danych omówionych w rozdziale poświęconym temu gatunkowi zdecydowanie wynika, że rośliny samozapładniane były znacznie silniejsze od krzyżowanych. Ponieważ przy krzyżowaniu i samozapładnianiu roślin rodzicielskich używałem pyłku o niejednakowym stopniu dojrzałości, możliwe jest, że to właśnie spowodowało dużą różnicę w wysokości. W następnym pokoleniu wyeliminowano to źródło błędu, otrzymano też znacznie więcej roślin. Stosunek wysokości dwudziestu trzech roślin samozapładnianych wynosił 100 do 91. Dodatnie więc skutki krzyżowania u tego gatunku nie wzbudzają żadnych zastrzeżeń.

(3) *Petunia violacea* (trzecie pokolenie). Stosunek wysokości ośmiu roślin krzyżowanych do wysokości ośmiu roślin samozapładnianych w trzecim pokoleniu wynosił średnio 100 do 131, a we wczesnym okresie wzrostu rośliny krzyżowane jeszcze bardziej ustępowały samozapładnianym. Ciekawy jest jednak fakt, że w jednej doniczce, gdzie obie grupy rosły w bardzo silnym zagęszczeniu, rośliny krzyżowane były trzykrotnie większe od samozapładnianych. Ponieważ w dwóch poprzednich i dwóch następnych pokoleniach, jak również po skrzyżowaniu z nowym rodem, rośliny krzyżowane znacznie przewyższały rośliny samozapładniane pod względem wysokości, ciężaru i płodności

(jeśli te dwie cechy również uwzględniano), omawiany wypadek przewagi roślin samozapłodnianych należy traktować jako nietypowy i nie mający wpływu na ogólną prawidłowość. Najprawdopodobniej rośliny w tym wyjątkowym wypadku miały przyspieszony wzrost wskutek tego, że nasiona w ostatnim pokoleniu były niecałkowicie dojrzałe. Analogiczny wypadek stwierdziłem też u *Iberis*. Samozapłodniane siewki tej rośliny, pochodzące z niezbyt dojrzałych nasion, rosły początkowo znacznie szybciej niż rośliny krzyżowane pochodzące z nasion bardziej dojrzałych. Mając lepszy start mogły one nawet później utrzymać przewagę. Niektóre z tych samych nasion *Iberis* wysiano po przeciwnych stronach doniczek wypełnionych wyżarzoną ziemią i czystym piaskiem nie zawierającym żadnych substancji organicznych. I w tym wypadku młode siewki krzyżowane osiągnęły w ciągu swego krótkiego życia dwukrotnie większą wysokość niż rośliny samozapłodniane, podobnie jak to miało miejsce u dwóch opisanych wyżej grup siewek *Petunia*, które rosły w dużym zagęszczeniu i wskutek tego znajdowały się w bardzo nie sprzyjających warunkach. W ósmym pokoleniu *Ipomoea* zaobserwowaliśmy również, że samozapłodniane siewki pochodzące od chorych osobników rodzicielskich rosły początkowo znacznie szybciej niż siewki krzyżowane i przez długi czas były od nich znacznie większe, chociaż ostatecznie zostały przez nie zdystansowane.

(4, 5, 6) *Eschscholtzia californica*. W tabeli A podane są cztery serie pomiarów. W jednej z nich rośliny krzyżowane osiągnęły większą średnią wysokość niż samozapłodniane, nie jest to więc wyjątek wymagający omówienia. W dwóch innych wypadkach wysokość roślin krzyżowanych oraz samozapłodnianych wahała się w granicach 5%, w czwartym wypadku rośliny samozapłodniane przewyższały krzyżowane pod względem wysokości więcej niż o 5%. Z tabeli C dowiedzieliśmy się, że potomstwo pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem ma przewagę jedynie co do ilości wyprodukowanych nasion. To samo też odnosi się do niekorzystnego wpływu samozapłodnienia; porównanie roślin tego samego rodzaju krzyżowanych między sobą z samozapłodnianymi daje stosunek płodności pierwszych do drugich wynoszący 100 do 89. Tak więc rośliny krzyżowane między sobą mają przynajmniej pod tym jednym względem znaczną przewagę nad samozapłodnianymi. Ponadto kwiaty roślin rodzicielskich po zapłodnieniu pyłkiem innego osobnika tego samego rodzaju wytwarzały dużo więcej nasion niż przy samozapłodnieniu. W tym ostatnim wypadku kwiaty bywały często zupełnie bezpłodne. Na tej podstawie możemy wyciągnąć wniosek, że samo krzyżowanie wywiera pewien dodatni wpływ, jakkolwiek nie powoduje zwiększenia siły wzrostu siewek krzyżowanych.

(7) *Viscaria oculata*. Stosunek średniej wysokości piętnastu roślin krzyżowanych między sobą do wysokości piętnastu roślin samozapłodnianych wynosił tylko 100 do 97, jednakże pierwsze wytwarzały znacznie więcej torebek niż drugie, mianowicie stosunek wynosił 100 do 77. Ponadto stosunek liczebności nasion wytworzonych przez krzyżowane i samozapłodniane kwiaty roślin rodzicielskich wynosił w jednym wypadku 100 do 38, w drugim zaś 100 do 58. Nie może więc być żadnej wątpliwości co do dodatniego wpływu krzyżowania, jakkolwiek średnia wysokość roślin krzyżowanych była tylko o 3% większa niż wysokość roślin samozapłodnianych.

(8) *Specularia speculum*. Zmierzono tylko cztery największe rośliny krzyżowane i cztery największe samozapłodniane, rosnące w czterech doniczkach; stosunek wy-

sokości pierwszych do drugich wynosił 100 do 98. We wszystkich czterech doniczkach rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej niż samozapładniane, co zwykle wskazuje na pewną istotną przewagę roślin krzyżowanych. Kwiaty roślin rodzicielskich po zapłodnieniu pyłkiem innej rośliny wytworzyły więcej nasion w porównaniu z kwiatami samozapładnianymi; stosunek liczby nasion wynosił 100 do 72. Możemy więc w tym wypadku wyciągnąć taki sam wniosek jak poprzednio, mianowicie że krzyżowanie jest zdecydowanie korzystne.

(9) *Borago officinalis*. Otrzymano i zmierzono tylko cztery rośliny krzyżowane i cztery samozapładniane. Stosunek ich wysokości wynosił 100 do 102. Do tak małej liczby pomiarów należy zawsze odnosić się z rezerwą. W omawianym wypadku przewaga roślin samozapładnianych nad krzyżowanymi spowodowana była prawie wyłącznie tym, że jedna z roślin samozapładnianych osiągnęła niezwykle dużą wysokość. Wszystkie cztery rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej niż ich samozapładniane odpowiedniki. Stosunek liczby nasion wytworzonych przez krzyżowane kwiaty roślin rodzicielskich w porównaniu z kwiatami samozapładnianymi wynosił 100 do 60. Tak więc i tutaj możemy wyciągnąć taki sam wniosek jak w dwóch poprzednich wypadkach.

(10) *Passiflora gracilis*. Otrzymano tylko dwie rośliny krzyżowane i dwie samozapłodnione; stosunek ich wysokości wynosił 100 do 104. Natomiast stosunek liczby nasion zawartych w owocach z kwiatów krzyżowanych roślin rodzicielskich w porównaniu z ilością nasion w owocach z kwiatów samozapładnianych wynosił 100 do 85.

(11) *Phaseolus multiflorus*. Stosunek wysokości pięciu roślin krzyżowanych do wysokości pięciu samozapładnianych wynosił 100 do 96. Jakkolwiek rośliny krzyżowane były tu tylko o 4% wyższe niż samozapładniane, w obu doniczkach pierwsze zakwitły wcześniej. Widocznie miały one pewną istotną przewagę nad roślinami samozapładnianymi.

(12) *Adonis aestivalis*. Cztery rośliny krzyżowane miały prawie taką samą wysokość jak cztery samozapładniane. Jednakże ponieważ zmierzono tak mało roślin, a wszystkie były nędzne, nie pewnego nie można wywnioskować co do ich względnej wysokości.

(13) *Bartonia aurea*. Stosunek wysokości ośmiu roślin krzyżowanych do wysokości ośmiu roślin samozapładnianych wynosił 100 do 107. Zważywszy staranność, z jaką pielęgnowano i porównywano te rośliny, można tę ilość pomiarów uznać za wystarczającą. Wskutek jednak pewnych nieznanych przyczyn wzrost był bardzo niewyrównany i w dodatku rośliny tak chorowały, że tylko trzy spośród krzyżowanych i trzy spośród samozapładnianych zawiązały nasiona, i to nieliczne. W tych okolicznościach średnia wysokość żadnej z grup nie jest miarodajna i doświadczenie traci wszelką wartość. Kwiaty zapładniane krzyżowo na roślinach rodzicielskich wydały nieco więcej nasion niż samozapładniane.

(14) *Thunbergia alata*. Wysokość sześciu roślin krzyżowanych miała się do wysokości roślin samozapładnianych jak 100 do 108; w tym więc wypadku wydaje się, że rośliny samozapładniane miały zdecydowaną przewagę. Obie grupy rosły jednak nierównomiernie; zarówno w jednej, jak i w drugiej niektóre rośliny były przeszło dwa razy większe od innych. Rośliny rodzicielskie również były dziwnie na wpół bezpłodne. W tych okolicznościach nie można przewagi roślin samozapładnianych uważać za stwierdzoną.

(15) *Nolana prostrata*. Wysokość pięciu roślin krzyżowanych miała się do wysokości pięciu samozapłodnianych jak 100 do 105, wydaje się więc, że te ostatnie mają niewielką, ale zdecydowaną przewagę. Z drugiej strony krzyżowo zapłodnione kwiaty roślin rodzicielskich wytwarzały znacznie więcej torebek niż samozapłodniane; stosunek wynosił 100 do 21. Nasiona z torebek krzyżowanych były cięższe niż nasiona pochodzące z takiej samej liczby torebek samozapłodnianych w stosunku 100 do 82.

(16) *Hibiscus africanus*. Otrzymano tylko cztery pary roślin. Wysokość roślin krzyżowanych w stosunku do samozapłodnianych wynosiła 100 do 109. Poza tym że wykonano zbyt mało pomiarów, nie ma żadnej innej przyczyny, która zmniejszałaby wiarygodność wyniku. Jednak krzyżowane kwiaty roślin rodzicielskich były nieco bardziej płodne niż kwiaty samozapłodniane.

(17) *Apium petroselinum*. Kilka roślin (liczba nie podana) otrzymanych z kwiatów według wszelkiego prawdopodobieństwa skrzyżowanych za pośrednictwem owadów i kilka roślin samozapłodnianych rośło po przeciwnych stronach czterech doniczek. Osiągnęły one prawie jednakową wysokość, przy czym rośliny krzyżowane miały bardzo nieznaczną przewagę.

(18) *Vandellia nummularifolia*. Wysokość dwudziestu roślin krzyżowanych, które otrzymano z nasion kwiatów doskonałych, miała się do wysokości dwudziestu roślin samozapłodnianych, również otrzymanych z nasion kwiatów doskonałych, jak 100 do 99. To samo doświadczenie powtórzono — z tą jedynie różnicą, że rośliny rosły teraz w większym zagęszczeniu. W tym wypadku wysokość dwudziestu czterech najwyższych roślin krzyżowanych miała się do wysokości dwudziestu czterech najwyższych roślin samozapłodnianych jak 100 do 94, a ciężar jak 100 do 97. Ponadto więcej roślin krzyżowanych niż samozapłodnianych osiągnęło średnią wysokość. Prócz tego dwadzieścia wyżej wymienionych roślin krzyżowanych rośło w warunkach współzawodnictwa z dwudziestoma roślinami samozapłodnianymi pochodzącymi z zamkniętych, kleistogamicznych kwiatów; stosunek ich wysokości wynosił 100 do 94. Gdyby nie pierwsze doświadczenie, w którym stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości roślin samozapłodnianych wynosił 100 do 99, można by zaliczyć ten gatunek do grupy gatunków, w której rośliny krzyżowane przewyższają samozapłodniane o przeszło 5%. Jednak rośliny krzyżowane w drugim doświadczeniu wytworzyły mniej torebek, przy czym torebki te zawierały mniej nasion niż rośliny samozapłodniane wytwarzające torebki tylko z kwiatów kleistogamicznych. Z tego względu cały ten wypadek należy traktować jako wątpliwy.

(19) *Pisum sativum* (groch zwyczajny). Wysokość czterech roślin pochodzących ze skrzyżowania osobników tej samej odmiany tak się miała do wysokości czterech roślin samozapłodnianych należących do tej samej odmiany jak 100 do 115. Jakkolwiek krzyżówka ta nie dała pozytywnych wyników, dowiedzieliśmy się już z tabeli C, że krzyżowanie odrębnych odmian wpływa bardzo korzystnie na wysokość i bujność potomstwa. Jak już wspomniano, jest rzeczą prawie pewną, że brak dodatniego wyniku przy krzyżowaniu osobników tej samej odmiany spowodowany jest ich długotrwałym samozapłodnianiem oraz bardzo podobnymi warunkami bytowania we wszystkich poprzednich pokoleniach.

(20, 21, 22) *Canna warszewiczii*. Obserwowano rośliny należące do trzech pokoleń; w każdym wypadku rośliny krzyżowane były w przybliżeniu równe samozapłodnia-

nym. Średnia wysokość trzydziestu czterech roślin krzyżowanych w stosunku do tej samej liczby roślin samozapładnianych wynosiła 100 do 101. A zatem rośliny krzyżowane nie wykazywały w ogóle przewagi nad samozapładnianymi. Można tu prawdopodobnie zastosować to samo wyjaśnienie co w wypadku *Pisum sativum*. Kwiaty *Canna* są całkowicie samopłodne i nigdy nie zaobserwowaliśmy odwiedzania ich w szklarni przez owady, które mogłyby je skrzyżować. Ponadto roślina ta rosła przez szereg pokoleń w doniczkach w szklarni, a więc w bardzo jednolitych warunkach. Torebki powstałe z krzyżowo zapłodnionych kwiatów powyższych trzydziestu czterech roślin krzyżowanych zawierały więcej nasion niż torebki wytworzone przez samozapłodnione kwiaty roślin samozapładnianych; stosunek wynosił 100 do 85. Pod tym względem krzyżowanie było korzystne.

(23) *Primula sinensis*. Potomstwo roślin, z których jedno było prawowicie, inne nieprawowicie zapładniane pyłkiem odrębnej rośliny, miało prawie taką samą wysokość jak potomstwo roślin samozapładnianych. Pierwsze z małymi wyjątkami kwitły jednak wcześniej niż drugie. W mojej pracy nad heterostylią u roślin dowiodłem, że gatunek ten w Anglii rozmnaża się głównie z nasion powstających w wyniku samozapłodnienia. Ponadto rośliny te rosnąc w doniczkach znajdowały się prawie w jednolitych warunkach. Co więcej, u wielu z nich można obecnie zaobserwować zróżnicowanie i zmianę cech w kierunku słabszej lub silniejszej równosłupkowości i wskutek tego wysokiej samopłodności. Z tego względu uważam, że rośliny krzyżowane nie wykazały przewagi nad roślinami samozapładnianymi pod względem wysokości z tej samej przyczyny, co i w dwóch poprzednich wypadkach — u *Pisum sativum* i *Canna*.

(24, 25, 26) *Nicotiana tabacum*. Przeprowadzono cztery serie pomiarów. W jednej serii rośliny samozapładniane znacznie przewyższały krzyżowane pod względem wysokości, w dwóch innych były prawie równe, a w czwartej niższe od krzyżowanych. Ten ostatni wypadek teraz nas nie interesuje. Poszczególne rośliny różnią się konstytucją, tak że dla potomstwa jednych skrzyżowanie rodziców między sobą jest korzystne, gdy tymczasem u innych krzyżowanie nie przynosi korzyści. Uwzględniając łącznie wszystkie trzy pokolenia wysokość dwudziestu siedmiu roślin krzyżowanych miała się do wysokości dwudziestu siedmiu samozapładnianych jak 100 do 96. Przewaga wysokości roślin krzyżowanych jest tu tak niewielka w porównaniu z przewagą, którą ma potomstwo tej samej rośliny macierzystej skrzyżowanej z osobnikiem nieznacznie różniącym się odmiany, że możemy przypuszczać (jak wyjaśniono w związku z tabelą C), iż większość osobników odmiany stanowiącej w doświadczeniu formę macierzystą miała bardzo zbliżoną konstytucję, wskutek czego nie mogły się zaznaczyć korzystne skutki wzajemnego krzyżowania.

Po przeanalizowaniu tych sześciu wypadków, w których rośliny krzyżowane nie przewyższały roślin samozapładnianych pod względem wysokości więcej niż o 5% lub były niższe od nich, możemy wyciągnąć wniosek, że przeważnie nie były to prawdziwe wyjątki od reguły ogólnej, w myśl której krzyżowanie dwóch roślin, jeśli nie były one samozapładniane i nie znajdowały się w bardzo podobnych warunkach przez wiele pokoleń, wpływa w pewien sposób bardzo korzystnie na potomstwo. Z dwudziestu

sześciu wypadków przynajmniej dwa, *Adonis* i *Bartonia*, można całkowicie wykluczyć, ponieważ doświadczenia te nie miały żadnej wartości ze względu na bardzo zły stan roślin. W dwunastu innych wypadkach (należą tu trzy warianty z *Eschscholtzia*) rośliny krzyżowane albo przewyższały samozapłodniane pod względem wysokości we wszystkich pokoleniach z wyjątkiem jednego, albo wykazywały przewagę pod jakimś innym względem, np. pod względem ciężaru, płodności czy wcześniejszego kwitnienia. Zdarzało się też, że krzyżowane kwiaty rośliny macierzystej wytwarzały więcej nasion niż kwiaty samozapłodniane. Po odliczeniu tych czterech wypadków pozostaje dwanaście, w których rośliny krzyżowane nie wykazują wyraźnej przewagi nad samozapłodnianymi. Z drugiej strony, jak widzieliśmy, w pięćdziesięciu siedmiu wypadkach rośliny krzyżowe przewyższały samozapłodniane pod względem wysokości co najmniej o 5%, najczęściej zaś w znacznie większym stopniu. Jednakże nawet w tych przed chwilą wspomnianych dwunastu wypadkach brak przewagi ze strony roślin krzyżowanych, bynajmniej nie był bezspornie stwierdzony. Jeśli chodzi o *Thunbergia*, rośliny rodzicielskie były więcej niż na wpół bezpłodne i potomstwo ich rosło bardzo nierównomiernie. U *Hibiscus* i *Apium* zmierzono zbyt mało roślin, aby wynik był miarodajny. U *Vandellia* rośliny krzyżowane były nieco wyższe i cięższe niż samozapłodniane, ale ponieważ były one mniej płodne, wypadek ten nadal należy zaliczać do wątpliwych. Wreszcie u *Pisum*, *Primula*, trzech pokoleń *Canna* i trzech pokoleń *Nicotiana* (razem dwanaście wypadków) krzyżowanie dwu roślin nie daje w ogóle lub tylko bardzo nieznaczną korzyść potomstwu. Mamy jednak powody przypuszczać, że jest to spowodowane tym, że rośliny te były przez długi okres samozapłodniane i przez szereg pokoleń rosły w prawie zupełnie jednakowych warunkach. Ten sam wynik uzyskano w doświadczeniu z *Ipomoea* i *Mimulus*, a w pewnej mierze u niektórych innych gatunków, z którymi specjalnie postępowałem w taki sam sposób. Z drugiej strony wiemy, że gdy te gatunki są w normalnych warunkach, krzyżowanie wpływa na nie bardzo korzystnie. Tak więc w tabeli A nie ma ani jednego wypadku wyraźnie sprzecznego z regułą, w myśl której krzyżowanie roślin, których przodkowie rośli w nieco odmiennych warunkach, wpływa korzystnie na potomstwo. Wniosek ten jest nieoczekiwany: na podstawie analogii do zwierząt udomowionych nie można było przypuszczać, że dodatni wpływ krzyżowania, podobnie jak ujemne skutki samozapłodniania, będą dostrzegalne dopiero wtedy, gdy rośliny będą w ten sposób traktowane przez szereg pokoleń.

Do wyników podanych w tabeli A można jednak również podejść z innego punktu widzenia. Dotychczas każde pokolenie rozpatrywano oddzielnie; w sumie było ich osiemdziesiąt trzy. Nie ulega wątpliwości, że jest to bardziej prawidłowa metoda porównywania roślin krzyżowanych i samozapładnianych.

Jednak w tych wypadkach, kiedy rośliny tego samego gatunku obserwowane były przez szereg pokoleń, można obliczyć ogólną średnią wysokość dla wszystkich pokoleń. Takie średnie podane są w tabeli A. Na przykład dla *Ipomoea* ogólna średnia dla wszystkich dziesięciu pokoleń wynosi 100 dla roślin krzyżowanych, 77 zaś dla samozapładnianych. Średnią taką podawano w każdym wypadku, gdzie otrzymano więcej niż jedno pokolenie roślin. Dzięki temu łatwo można obliczyć średnią średnich wysokości dla krzyżowanych i samozapładnianych roślin wszystkich gatunków uwzględnionych w tabeli A. Należy jednak zwrócić uwagę, że ponieważ u niektórych gatunków mierzono tylko kilka roślin, u innych zaś znacznie więcej, wartość średniej, czyli przeciętnej wysokości kilku gatunków jest bardzo różna. Mimo tego źródła błędu, warto może podać średnią średnich wysokości pięćdziesięciu czterech gatunków podanych w tabeli A. Przyjmując średnią średnich wysokości roślin krzyżowanych za 100, otrzymamy średnią średnich wysokości roślin samozapładnianych równą 87. Słuszniej jest jednak podzielić pięćdziesiąt cztery gatunki na trzy grupy, podobnie jak w wypadku poprzednio podanych osiemdziesięciu trzech gatunków. Pierwsza grupa składa się z gatunków, których średnie wysokości roślin samozapładnianych mieszczą się w granicach 5% od 100; w tym wypadku rośliny krzyżowane i samozapładniane mają w przybliżeniu jednakową wysokość. Wśród tych gatunków dwanaście nie wymaga dodatkowego omówienia; średnie średnich wysokości roślin samozapładnianych są tu oczywiście bardzo bliskie 100, dokładnie 99,58. Druga grupa składa się z trzydziestu siedmiu gatunków, u których średnie wysokości roślin krzyżowanych przewyższają średnie wysokości roślin samozapładnianych więcej niż o 5%. W tym wypadku średnia średnich wysokości roślin krzyżowanych ma się do średniej średnich wysokości roślin samozapładnianych jak 100 do 78. Trzecia grupa składa się tylko z pięciu gatunków, u których średnia wysokości roślin samozapładnianych przewyższa średnią wysokości roślin krzyżowanych więcej niż o 5%. Średnia średnich wysokości roślin krzyżowanych ma się do analogicznej wartości dla roślin samozapładnianych w tym wypadku jak 100 do 109. Jeśli więc wyłączymy gatunki, które są w przybliżeniu równe, otrzymamy trzydzieści siedem

gatunków, u których średnia średnich wysokości roślin krzyżowanych przewyższa tę samą wartość dla roślin samozapłodnianych o 22%, natomiast tylko u pięciu gatunków średnia średnich wysokości roślin samozapłodnianych przewyższa taką wartość dla roślin krzyżowanych, i to nie więcej niż o 9%.

Za słusznością wniosku, że dodatni wpływ krzyżowania zależy od tego, czy rośliny rosły w różnych warunkach lub należą do różnych odmian (w obu tych wypadkach prawie na pewno różnią się one nieco konstytucją), przemawia porównanie tabel A i C. W tabeli C podane są wyniki krzyżowania roślin z nowym rodem lub inną odmianą. Przewaga potomstwa krzyżowanego nad samozapłodnianym występuje tu bardziej powszechnie i jest znacznie wyraźniejsza niż w tabeli A dotyczącej krzyżowania roślin z tego samego rodzaju. Jak widzieliśmy, średnia średnich wysokości roślin krzyżowanych wszystkich pięćdziesięciu czterech gatunków podanych w tabeli A ma się do tejże samej wartości dla roślin samozapłodnianych jak 100 do 87, wówczas gdy stosunek średniej średnich wysokości roślin krzyżowanych z nowym rodem do tejże wartości dla roślin samozapłodnianych (tabela C) wynosi 100 do 74. Tak więc podane w tabeli A rośliny krzyżowane przewyższają rośliny samozapłodniane o 13%, a w tabeli C, zestawiającej wyniki krzyżowania z nowym rodem, o 26%, czyli o wartość dwukrotnie większą.

TABELA B

Należy jeszcze powiedzieć parę słów na temat ciężaru roślin krzyżowanych w obrębie tego samego rodzaju oraz roślin samozapłodnianych. W tabeli B podano jedenaście przykładów dotyczących ośmiu gatunków. W dwóch kolumnach po lewej stronie podana jest liczba ważonych roślin, w prawej rubryce — stosunek ich ciężarów, przy czym ciężar roślin krzyżowanych przyjęto za 100. Kilka innych wypadków dotyczących roślin krzyżowanych z nowym rodem podano już w tabeli C. Żałuję, że nie przeprowadzono więcej tego rodzaju pomiarów, ponieważ wykazują one bardziej przekonująco przewagę roślin krzyżowanych nad samozapłodnianymi niż porównanie wysokości. Pomyślałem o tym — niestety — wówczas, gdy było już za późno; zresztą trudność polegała na tym, że nasiona musiały być zbierane w stadium dojrzałości, kiedy rośliny zaczynały już często usychać. W jednym tylko wypadku spośród jedenastu przedstawionych w tabeli B, dotyczącym *Eschscholtzia*, rośliny samozapłodniane

przewyższały pod względem ciężaru rośliny krzyżowane. Jak już wiemy, przewaga ta dotyczyła również wysokości, ale pod względem płodności rośliny samozapładniane ustępowały krzyżowanym, tak że dodatni wpływ krzyżowania ograniczał się w tym wypadku do układu rozrodczego. U *Vandellia* rośliny krzyżowane były nieco cięższe, podobnie jak i nieco wyższe od samozapładnianych. Ponieważ jednak kwiaty kleistogamiczne na roślinach samozapładnianych wytwarzały więcej i bardziej płodnych torebek niż kwiaty roślin krzyżowanych, wypadek ten należy traktować jako wątpliwy, co zaznaczono już przy omawianiu tabeli A. Krzyżowane i samozapładniane potomstwo częściowo samobezpłodnej rośliny *Reseda odorata* nie różniło się prawie ciężarem, jakkolwiek różniło się wysokością. W pozostałych ośmiu wypadkach rośliny krzyżowane wykazały olbrzymią przewagę nad samozapładnianymi będąc przeszło dwukrotnie cięższe, z wyjątkiem jednego wypadku, w którym stosunek ciężaru wynosił 100 do 67. Wyniki otrzymane na podstawie pomiaru ciężarów roślin potwierdzają w zdecydowany sposób poprzednie dane wskazujące na dodatnie skutki krzyżowania roślin tego samego rodzaju. W kilku wypadkach, w których zważono rośliny otrzymane ze skrzyżowania z nowym rodem, uzyskano podobne, a nawet jeszcze bardziej uderzające wyniki.

Rozdział VIII

RÓŻNICA MIĘDZY ROŚLINAMI KRZYŻOWANYMI I SAMOZAPŁADNIANYMI POD WZGLĘDEM SIŁY KONSTYTUCJI I POD INNYMI WZGLĘDAMI

Silniejsza konstytucja roślin krzyżowanych — Wpływ dużego zagęszczenia — Współzawodnictwo z roślinami innych grup — Większa częstość przedwczesnego wymierania roślin samozapłodnionych — Rośliny krzyżowane zwykle kwitną przed samozapłodnianymi — Ujemne skutki krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie — Opisy zbitych wypadków — Przekazywanie dalszym pokoleniom korzystnych skutków krzyżowania — Jednolita barwa kwiatów u roślin samozapłodnianych przez kilka pokoleń i uprawianych w podobnych warunkach.

Silniejsza konstytucja roślin krzyżowanych. Jak we wszystkich prawie moich doświadczeniach, po przeciwnych stronach tych samych doniczek posadzono równą liczbę krzyżowanych i samozapłodnianych nasion lub, częściej, bardzo młodych siewek, które współzawodniczyły ze sobą; większą wysokość, ciężar i płodność roślin krzyżowanych można przypisać temu, że miały silniejszą konstytucję wrodzoną. Zwykle bardzo młode rośliny obu grup były początkowo równej wysokości, następnie jednak rośliny krzyżowane stopniowo osiągały przewagę, co świadczy o tym, że ich przewaga jest wrodzona, chociaż nie ujawnia się w bardzo wczesnym okresie życia. Zdarzają się jednak wyjątki od ogólnej zasady, w myśl której obie grupy mają początkowo taką samą wysokość; na przykład zanim krzyżowane siewki żarnowca (*Sarothamnus scoparius*) osiągną wysokość trzech cali, już są więcej niż dwukrotnie wyższe od roślin samozapłodnionych.

Gdy rośliny krzyżowane lub samozapłodniane osiągną zdecydowanie większą wysokość niż ich odpowiedniki, przewaga ich nadal wzrasta, gdyż rośliny silniejsze ograbiają z pokarmu i światła rośliny słabsze. Widocznym tego przykładem są krzyżowane rośliny *Viola tricolor*, które w końcu całkowicie zagłuszyły rośliny samozapłodniane. Czasem jednak, gdy obie grupy rosły osobno na dobrej ziemi w gruncie, niezbyt daleko od siebie, można było stwierdzić, że rośliny krzyżowane, niezależnie od współzawod-

nictwa, wykazują wrodzoną przewagę. W kilku wypadkach obserwowano to także nawet u roślin rosnących w warunkach ostrej konkurencji: zdarzało się, że jakaś roślina samozapłodniona wykazywała przez pewien czas przewagę nad swoją krzyżowaną przeciwniczką, przypadkowo uszkodzoną lub początkowo słabą, lecz w końcu zawsze jej ulegała. Rośliny ósmego pokolenia *Ipomoea* otrzymano z drobnych nasion zebranych z chorych roślin rodzicielskich. Osobniki samozapłodniane rosły początkowo bardzo szybko, tak że wówczas gdy rośliny obu grup miały około trzech stóp wysokości, średnia wysokość krzyżowanych tak się miała do średniej wysokości samozapłodnianych jak 100 do 122; gdy miały one około sześciu stóp wysokości, obie grupy były prawie równe, a kiedy wreszcie osiągnęły wysokość ośmiu i dziewięciu stóp, rośliny krzyżowane wykazały zwykłą dla nich przewagę; wysokość ich tak się miała do wysokości samozapłodnianych jak 100 do 85.

Innego dowodu przewagi konstytucjonalnej roślin krzyżowanych nad samozapłodnianymi dostarcza trzecie pokolenie *Mimulus*, gdy samozapłodniane nasiona wysiewano po jednej stronie doniczki, krzyżowane zaś — po pewnym okresie czasu — po przeciwnej. Na początku wyścigu siewki samozapłodniane miały wyraźną przewagę nad krzyżowanymi (stwierdziłem, że nasiona kiełkowały równocześnie). Pomimo to nawet wtedy, gdy krzyżowane nasiona siano pełne dwa dni po samozapłodnianych, te ostatnie były łatwo pokonywane (co można stwierdzić na podstawie opisu doświadczeń nad *Mimulus*). Jednak przy czterodniowym opóźnieniu wysiewu obie grupy pozostawały już prawie równe przez całe życie. Nawet jednak w tym ostatnim wypadku rośliny krzyżowane utrzymywały swą wrodzoną przewagę. Gdy bowiem po osiągnięciu pełnego wzrostu ścięto obie grupy roślin i nie uszkadzając ich przesadzono do większej doniczki, a w następnym roku zmierzono je, gdy znów osiągnęły pełną wysokość, stosunek wysokości najwyższych roślin krzyżowanych do wysokości najwyższych samozapłodnianych wynosił 100 do 75, stosunek zaś płodności (tj. ciężaru nasion wytworzonych w równej liczbie torebek obu grup) — 100 do 34.

Sądzę, że mój zwykły sposób postępowania, a mianowicie sadzenie po przeciwnych stronach tych samych doniczek kilku par w równym stopniu skielkowanych krzyżowanych i samozapłodnianych nasion w tym celu, aby rośliny w umiarkowanym stopniu podlegały wzajemnemu surowemu współzawodnictwu, był najlepszy, jaki mógłbym przyjąć, i stanowił właściwy sprawdzian tego, co dzieje się w naturze. Rośliny bowiem wysiewające się w stanie dzikim kiełkują gęsto i prawie zawsze są narażone na bardzo silną

konkurencję zarówno wzajemną, jak i z roślinami innych grup. W związku z tym rozważaniem wykonałem kilka doświadczeń, głównie, choć nie wyłącznie, nad *Ipomoea* i *Mimulus*. Wysiewałem krzyżowane i samozapłodniane nasiona po przeciwnych stronach dużych doniczek, w których przez długi czas rosły inne rośliny, lub pośród innych roślin w gruncie. W ten sposób siewki rosły w warunkach bardzo silnego współzawodnictwa z roślinami innych grup; we wszystkich takich wypadkach siewki krzyżowane wykazywały ogromną przewagę pod względem siły wzrostu nad samozapłodnianymi.

W większości wypadków po wysadzeniu wykiełkowanych siewek parami po przeciwnych stronach kilku doniczek pozostałe nasiona, kiełkujące lub nie kiełkujące, wysiewano bardzo gęsto po dwu stronach dodatkowej dużej doniczki; siewki więc rosły w niej w niezmiernym zagęszczeniu, a zatem bardzo silnie współzawodniczyły ze sobą w nie sprzyjających warunkach. W wypadkach takich rośliny krzyżowane prawie z reguły wykazywały znacznie większą przewagę nad samozapłodnianymi niż odpowiednie rośliny rosnące parami w doniczkach.

Czasami krzyżowane i samozapłodniane nasiona siano w osobnych rzędach w gruncie oczyszczonym z chwastów, siewki zatem nie podlegały współzawodnictwu z roślinami innych grup, natomiast w każdym z rzędów musiały konkurować z sąsiadującymi roślinami z tego samego rzędu. Gdy rośliny osiągały pełny wzrost, wybierano kilka najwyższych z każdego rzędu, mierzono i porównywano. W kilku wypadkach (lecz nie stale, jak należałoby się tego spodziewać) rośliny krzyżowane nie wykazywały przewagi nad roślinami samozapłodnianymi w tak wysokim stopniu jak wtedy, gdy rosły parami w doniczkach. Na przykład jeśli chodzi o rośliny *Digitalis* współzawodniczące ze sobą w doniczkach, stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapłodnianych wynosił 100 do 70; natomiast gdy rośliny rosły osobno, stosunek ten wynosił tylko 100 do 85. Prawie takie same wyniki obserwowano u *Brassica*. W doświadczeniu z *Nicotiana* rośliny krzyżowane miały się tak pod względem wysokości do samozapłodnianych jak 100 do 54, gdy rosły w dużym zagęszczeniu w doniczkach, oraz jak 100 do 66, gdy rosły w doniczkach rzadziej, natomiast jak 100 do 72, gdy rosły w gruncie w warunkach bardzo słabego współzawodnictwa. W przeciwieństwie do tego u *Zea* wystąpiła większa różnica pomiędzy wysokością roślin krzyżowanych i samozapłodnianych rosnących w gruncie niż pomiędzy parami, które rosły w cieplarni. Fakt ten można jednak przypisać temu, że gdy obie grupy trafiły na zimne i wilgotne lato, rośliny samoza-

plądniane, jako delikatniejsze, bardziej ucierpiały niż krzyżowane. Wreszcie w jednej z dwu serii *Reseda odorata*, rosnącej w rzędach w gruncie, jak również u *Beta vulgaris*, rośliny krzyżowane wcale nie zdystansowały samozapłodnionych we wzroście lub wyprzedziły je bardzo nieznacznie.

W dwu wypadkach udało się w ciekawy sposób stwierdzić wrodzoną zdolność roślin krzyżowanych do znacznie lepszego znoszenia nie sprzyjających warunków niż u roślin samozapładnianych, mianowicie u *Iberis* i w trzecim pokoleniu *Petunia*. Siewki krzyżowane były znacznie wyższe od samozapładnianych, gdy obie grupy rosły w skrajnie nie sprzyjających warunkach. Natomiast pewne specyficzne okoliczności sprawiły, że w doświadczeniu z roślinami pochodzącymi z nasion tej samej serii, lecz rosnącymi parami w doniczkach, otrzymano całkowicie odwrotny wynik. Prawie analogiczny przykład zaobserwowano w dwu innych wypadkach u roślin pierwszego pokolenia *Nicotiana*.

Rośliny krzyżowane zawsze lepiej niż samozapładniane znoszą szkodliwe skutki nagłego przeniesienia na zewnątrz po okresie przebywania w szklarni. W kilku wypadkach wytrzymały również lepiej chłód i zmienną pogodę. Jaskrawym tego przykładem mogą być niektóre krzyżowane i samozapładniane rośliny *Ipomoea* przeniesione z cieplarni bezpośrednio do najzimniejszej części nie ogrzewanej szklarni. Potomstwo roślin ósmego samozapładnianego pokolenia *Mimulus*, skrzyżowanego z nowym rodem, przetrzymało mróz, który zniszczył wszystkie rośliny z tego samego starego rodu samozapładniane i krzyżowane między sobą. Prawie to samo zaobserwowano u niektórych krzyżowanych i samozapładnianych roślin *Viola tricolor*. Nawet wierzchołki pędów krzyżowanych roślin *Sarothamnus scoparius* nie uległy zwarzeniu podczas bardzo surowej zimy, gdy wszystkie rośliny samozapładniane zmarzły do połowy, tak że nie mogły kwitnąć następnego lata. Młode krzyżowane siewki *Nicotiana* wytrzymały zimne i wilgotne lato o wiele lepiej niż siewki samozapładniane. Natrafiłem na jeden tylko wyjątek od zasady, że rośliny krzyżowane są wytrzymalsze niż samozapładniane. Trzy długie rzędy roślin *Eschscholtzia*, wśród których były siewki krzyżowane z nowym rodem, krzyżowane między sobą w obrębie tego samego rodu i samozapłodnione, pozostawiono podczas surowej zimy bez zabezpieczenia; wszystkie rośliny wyginęły z wyjątkiem dwu samozapłodnionych. Wypadek ten nie jest jednak tak niezwykły, jakby to się na pierwszy rzut oka mogło wydawać. Należy bowiem pamiętać, że samozapładniane rośliny *Eschscholtzia* zawsze osiągają większą wysokość

i ciężar od krzyżowanych; korzystny wpływ krzyżowania ogranicza się u tego gatunku tylko do zwiększenia płodności.

Niezależnie od jakichkolwiek dających się stwierdzić zewnętrznych przyczyn przedwczesne wymieranie częściej zdarza się u roślin samozapłodnionych niż u krzyżowanych; fakt ten wydaje mi się interesujący. Gdy jedna z pary roślin doświadczalnych ginęła w okresie, gdy siewki były bardzo młode, jej odpowiednika wrywano i wyrzucano. Jestem przekonany, że w tym wczesnym wieku wypadało o wiele więcej roślin samozapłodnianych niż krzyżowanych, ale odpowiednich notatek nie prowadziłem. Jeżeli jednak chodzi o *Beta vulgaris*, jest rzeczą całkowicie pewną, że duża ilość nasion samozapłodnianych zginęła po wykiełkowaniu w gruncie, gdy tymczasem nasiona krzyżowane, wysiane w tym samym czasie, nie ucierpiały w takim stopniu. Gdy ginęła nieco starsza roślina, fakt ten zapisywano. W notatkach moich znajduję, że na kilkaset roślin zginęło tylko siedem krzyżowanych, wówczas gdy wypadło co najmniej dwadzieścia dziewięć samozapłodnianych, co stanowi liczbę więcej niż czterokrotnie wyższą. Pan Galton po zbadaniu niektórych z moich tabel pisze: „Jest oczywiście, że kolumny odnoszące się do roślin samozapłodnianych zawierają więcej roślin wyjątkowo małych”; częste zaś występowanie takich drobnych roślin jest niewątpliwie ściśle związane z tym, że częściej zdarza się u nich przedwczesne wypadanie. Samozapłodnianie rośliny *Petunia* wcześniej niż rośliny krzyżowane między sobą kończyły okres wzrostu i zaczynały zasychać, te zaś ostatnie znacznie wcześniej niż potomstwo roślin krzyżowanych z nowym rodem.

Okres kwitnienia. W niektórych wypadkach, na przykład u *Digitalis*, *Dianthus* i *Reseda*, więcej roślin krzyżowanych niż samozapłodnionych wydało pędy kwiatowe. Prawdopodobnie jednak jest to raczej wynik ich większej siły wzrostu; ponieważ w pierwszym pokoleniu *Lobelia fulgens*, w którym rośliny samozapłodnione zdystansowały krzyżowane pod względem wysokości, niektóre krzyżowane w ogóle nie wydały pędów kwiatowych. U wielu gatunków rośliny krzyżowane wykazywały wyraźną tendencję do zakwitania przed samozapłodnianymi, rosnącymi w tych samych doniczkach. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że u wielu gatunków nie notowano pory kwitnienia, a gdy to czyniono, uwzględniano jedynie zakwitanie pierwszej rośliny w każdej doniczce, choć rośło tam dwie lub więcej par. Podaję poniżej trzy zestawienia: pierwsze — dotyczące gatunków, u których pierwszą zakwitającą rośliną była krzyżowana, drugie — gatunków, u których pierwszą zakwitającą była roślina samozapłodniona,

i trzecie — gatunków, u których roślina krzyżowana i samozapłodniana kwitły w tym samym czasie.

Gatunki, u których rośliny pochodzące z krzyżowania zakwitły wcześniej

Ipomoea purpurea. Zanotowałem, że we wszystkich dziesięciu pokoleniach wiele roślin krzyżowanych zakwitło wcześniej niż samozapłodniane; nie dysponuję jednak żadnymi szczegółami.

Mimulus luteus (pierwsze pokolenie). Na roślinach krzyżowanych dziesięć kwiatów całkowicie rozwinęło się wcześniej niż pierwsze kwiaty na samozapłodnianych.

Mimulus luteus (drugie i trzecie pokolenie). W obu tych pokoleniach we wszystkich trzech doniczkach roślina krzyżowana zakwitła wcześniej niż samozapłodniana.

Mimulus luteus (piąte pokolenie). We wszystkich trzech doniczkach roślina krzyżowana zakwitła pierwsza; jednak wysokość roślin samozapłodnianych, które należały do nowej wysokiej odmiany, miała się do wysokości krzyżowanych jak 126 do 100.

Mimulus luteus. Zarówno rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem, jak i skrzyżowane między sobą rośliny starego rodu zakwitły wcześniej niż samozapłodniane w dziewięciu doniczkach na dziesięć.

Salvia coccinea. We wszystkich trzech doniczkach roślina krzyżowana zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Origanum vulgare. W dwu kolejnych okresach wegetacji kilka roślin krzyżowanych zakwitło wcześniej niż samozapłodniane.

Brassica oleracea (pierwsze pokolenie). Wszystkie rośliny krzyżowane, zarówno rosnące w doniczkach, jak i w gruncie, kwitły wcześniej.

Brassica oleracea (drugie pokolenie). W trzech doniczkach na cztery rośliny krzyżowane zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Iberis umbellata. W obu doniczkach roślina krzyżowana zakwitła wcześniej.

Eschscholtzia californica. W pięciu doniczkach na dziewięć zakwitły wcześniej rośliny pochodzące z brazylijskiego rodu skrzyżowanego z angielskim; w pozostałych czterech zakwitła wcześniej roślina samozapłodniana; w żadnej zaś doniczce nie zakwitła jako pierwsza roślina spośród krzyżowanych między sobą w obrębie starego rodu.

Viola tricolor. W pięciu doniczkach na sześć roślina krzyżowana zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Dianthus caryophyllus (pierwsze pokolenie). Na dwu dużych zagonach cztery rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniona.

Dianthus caryophyllus (drugie pokolenie). W obu doniczkach zakwitła wcześniej roślina krzyżowana.

Dianthus caryophyllus (trzecie pokolenie). W trzech doniczkach na cztery wcześniej zakwitła roślina krzyżowana; jednak stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapłodnianych wynosił 100 do 99, stosunek zaś ciężaru 100 do 49.

Dianthus caryophyllus. Rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem i krzyżowane między sobą w obrębie starego rodu zakwitły wcześniej niż samozapłodniane w dziewięciu doniczkach na dziesięć.

Hibiscus africanus. W trzech doniczkach na cztery rośliny krzyżowana zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana; jednak stosunek wysokości tych ostatnich do wysokości krzyżowanych wynosił 109 do 100.

Tropaeolum minus. W trzech doniczkach na cztery rośliny krzyżowana zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana, w czwartej zaś zakwitły równocześnie.

Limnanthes douglasii. W czterech doniczkach na pięć roślin krzyżowana zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Phaseolus multiflorus. W obu doniczkach pierwsza zakwitła roślina krzyżowana.

Specularia perfoliata. We wszystkich czterech doniczkach zakwitła wcześniej roślina krzyżowana.

Lobelia ramosa (pierwsze pokolenie). We wszystkich czterech doniczkach roślina krzyżowana zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniona.

Lobelia ramosa (drugie pokolenie). We wszystkich czterech doniczkach roślina krzyżowana zakwitła o parę dni wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniona.

Nemophila insignis. W czterech doniczkach na pięć pierwsza zakwitła roślina krzyżowana.

Borago officinalis. W obu doniczkach pierwsza zakwitła roślina krzyżowana.

Petunia violacea (drugie pokolenie). We wszystkich trzech doniczkach wcześniej zakwitła roślina krzyżowana.

Nicotiana tabacum. W piętnastu doniczkach na szesnastu roślin pochodzących ze skrzyżowania z nowym rodem zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana roślina czwartego pokolenia.

Cyclamen persicum. W dwu kolejnych okresach wegetacji we wszystkich czterech doniczkach roślina krzyżowana zakwitła o kilka tygodni wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Primula veris (odmiana równosłupkowa). We wszystkich trzech doniczkach roślina krzyżowana zakwitła pierwsza.

Primula sinensis. We wszystkich czterech doniczkach rośliny pochodzące z nieprawowitego skrzyżowania odrębnych roślin zakwitły wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Primula sinensis. W siedmiu doniczkach na osiem prawowicie skrzyżowana roślina zakwitła wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Fagopyrum esculentum. We wszystkich trzech doniczkach prawowicie skrzyżowana roślina zakwitła o jeden do dwu dni wcześniej niż jakakolwiek samozapłodniana.

Zea mays. We wszystkich czterech doniczkach wcześniej zakwitła roślina krzyżowana.

Phalaris canariensis. Rośliny krzyżowane zakwitły w gruncie wcześniej niż samozapłodniane, a w doniczkach równocześnie z nimi.

Gatunki, u których wcześniej zakwitły rośliny pochodzące z samozapłodnienia

Eschscholzia californica (pierwsze pokolenie). Rośliny krzyżowane były początkowo wyższe niż samozapłodnione, lecz gdy w następnym roku odrosły, samozapłodnione zdystansowały krzyżowane pod względem wysokości i w trzech doniczkach na cztery zakwitły wcześniej od nich.

Lupinus luteus. Aczkolwiek stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapładnianych wynosił 100 do 82, to jednak we wszystkich trzech doniczkach samozapładniane kwitły wcześniej.

Clarkia elegans. Chociaż stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapładnianych wynosił również 100 : 82, to jednak w obu doniczkach samozapładniane kwitły wcześniej.

Lobelia fulgens (pierwsze pokolenie). Stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapłodnionych wynosił 100 do 127; te ostatnie zakwitły znacznie wcześniej niż krzyżowane.

Petunia violacea (trzecie pokolenie). Rośliny krzyżowane tak się miały pod względem wysokości do samozapładnianych jak 100 do 131; w trzech doniczkach na cztery wcześniej zakwitła roślina samozapładniana, w czwartej zaś — równocześnie.

Petunia violacea (czwarte pokolenie). Aczkolwiek stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapładnianych wynosił 100 do 69, to jednak w trzech doniczkach na pięć roślina samozapładniana zakwitła pierwsza, w czwartej doniczce kwitły równocześnie, a jedynie w piątej wcześniej zakwitła roślina krzyżowana.

Nicotiana tabacum (pierwsze pokolenie). Wysokość roślin krzyżowanych miała się do wysokości samozapłodnionych zaledwie jak 100 do 178; we wszystkich czterech doniczkach roślina samozapłodniona zakwitła pierwsza.

Nicotiana tabacum (trzecie pokolenie). Rośliny krzyżowane tak się miały pod względem wysokości do samozapłodnionych jak 100 do 101; w czterech doniczkach na pięć roślina samozapładniana zakwitła wcześniej.

Canna warscewiczii. W łącznie traktowanych trzech pokoleniach stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapładnianych wynosił 100 do 101; w pierwszym pokoleniu rośliny samozapłodnione wykazywały pewną tendencję do wcześniejszego zakwitania, w trzecim zaś pokoleniu zakwitły wcześniej w dziewięciu doniczkach na dwanaście.

Gatunki, u których rośliny krzyżowane i samozapładniane kwitły prawie równocześnie

Mimulus luteus (szóste pokolenie). Rośliny krzyżowane były niższe i słabsze od roślin samozapładnianych, należących do tej samej biało kwitnącej wysokiej odmiany, jednak tylko w połowie doniczek samozapładniane rośliny zakwitły wcześniej, w pozostałej zaś połowie wcześniej kwitły rośliny krzyżowane.

Viscaria oculata. Rośliny krzyżowane były tylko trochę wyższe od samozapłodnionych (stosunek wynosił mianowicie 100 do 97), lecz znacznie bardziej od nich płodne; obie grupy kwitły jednak prawie równocześnie.

Lathyrus odoratus (drugie pokolenie). Aczkolwiek wysokość roślin krzyżowanych miała się stale do wysokości samozapładnianych jak 100 do 88, różnica ta jednak nie zaznaczyła się w okresie kwitnienia.

Lobelia fulgens (drugie pokolenie). Stosunek wysokości roślin krzyżowanych do wysokości samozapładnianych wynosił 100 do 91, kwitły jednak równocześnie.

Nicotiana tabacum (trzecie pokolenie). Aczkolwiek rośliny krzyżowane tak się miały pod względem wysokości do samozapładnianych jak 100 do 83, to jednak w połowie doniczek pierwsza zakwitła roślina samozapładniana, w drugiej połowie zaś — krzyżowana.

Trzy powyższe zestawienia obejmują pięćdziesiąt osiem wypadków, w których notowano termin zakwitania roślin krzyżowanych i samozapłodnianych. W czterdziestu czterech wypadkach roślina krzyżowana zakwitła wcześniej albo w większości doniczek, albo we wszystkich; w dziewięciu pierwsza zakwitła roślina samozapłodniana; w pięciu zaś obie grupy kwitły równocześnie. Jednym z najbardziej uderzających przykładów jest *Cyclamen*, u którego w ciągu dwu okresów wegetacji rośliny krzyżowane we wszystkich czterech doniczkach kwitły o parę tygodni wcześniej niż samozapłodniane. W drugim pokoleniu *Lobelia ramosa* roślina krzyżowana zakwitła we wszystkich czterech doniczkach o kilka dni wcześniej niż jakakolwiek z samozapłodnianych. Rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem mają zwykle bardzo silną tendencję do zakwitania wcześniej niż samozapłodniane i krzyżowane między sobą rośliny starego rodu, gdy wszystkie trzy grupy rosną w tych samych doniczkach. Tymczasem u *Mimulus* i *Dianthus* tylko w jednej doniczce na dziesięć, a u *Nicotiana* tylko w jednej doniczce na szesnaście roślina samozapłodniona zakwitła wcześniej niż rośliny obu grup krzyżowanych, które kwitły prawie równocześnie.

Z dwu pierwszych zestawień, a zwłaszcza z drugiego, wynika, że tendencja do wcześniejszego zakwitania zwykle łączy się z większą siłą wzrostu, to jest z większą wysokością. Istnieją jednak pewne zastanawiające wyjątki od tej reguły, wskazujące, że w grę wchodzi inna przyczyna. Tak więc stosunek wysokości krzyżowanych roślin *Lupinus luteus* i *Clarkia elegans* do wysokości roślin samozapłodnionych wynosił 100 do 82, a jednak te ostatnie kwitły wcześniej. W trzecim pokoleniu *Nicotiana* i we wszystkich trzech pokoleniach *Canna* krzyżowane i samozapłodniane rośliny były prawie jednakowej wysokości, jednak samozapłodniane wykazywały tendencję do wcześniejszego kwitnienia. Natomiast u *Primula sinensis* rośliny otrzymane ze skrzyżowania dwu odrębnych osobników bez względu na to, czy krzyżowano je prawowicie, czy nieprawowicie kwitły przed prawowicie samozapłodnionymi, aczkolwiek w obu wypadkach wszystkie rośliny były prawie tej samej wysokości. Takie same stosunki, jeśli chodzi o wysokość i kwitnienie, występują u *Phaseolus*, *Specularia* i *Borago*. Krzyżowane rośliny *Hibiscus* były niższe od samozapłodnionych w stosunku 100 do 109, jednak w trzech doniczkach na cztery kwitły wcześniej niż samozapłodnione. Znając te wszystkie dane trudno wątpić, że rośliny krzyżowane wykazują tendencję do kwitnienia przed samozapłodnianymi, chociaż tendencja ta nie jest tak wyraźna, jak przy osiągnięciu większej wysokości, większego ciężaru i większej płodności.

Na uwagę zasługuje jeszcze kilka innych wypadków nie uwzględnionych w powyższych trzech zestawieniach. We wszystkich trzech doniczkach z *Viola tricolor* rośliny swobodnie krzyżowo zapłodnione, będące potomstwem roślin krzyżowanych, zakwitły wcześniej niż rośliny swobodnie krzyżowo zapłodnione, będące potomstwem roślin samozapładnianych. Na dwu roślinach pochodzących z samozapłodnienia i należących do szóstego pokolenia *Mimulus luteus* część kwiatów skrzyżowano między sobą, część zaś zapłodniono ich własnym pyłkiem; otrzymano w ten sposób siewki krzyżowane między sobą i siewki siódmego pokolenia samozapładnianego. W trzech doniczkach na pięć te ostatnie siewki zakwitły przed krzyżowanymi między sobą. Na roślinie *Mimulus luteus* i na roślinie *Ipomoea purpurea* kwiaty zapłodniono pyłkiem wziętym z innych kwiatów tych samych osobników, inne zaś kwiaty zapłodniono ich własnym pyłkiem; otrzymano w ten sposób specjalnego rodzaju siewki krzyżowane między sobą oraz siewki samozapładniane w ścisłym tego słowa znaczeniu. U *Mimulus* rośliny samozapładniane zakwitły wcześniej w siedmiu doniczkach na osiem, u *Ipomoea* w ośmiu na dziesięć. Krzyżowanie więc między sobą kwiatów na tej samej roślinie bynajmniej nie zapewnia utrzymanemu w ten sposób potomstwu jakiegokolwiek przewagi pod względem pory kwitnienia nad roślinami samozapładnianymi w ścisłym tego słowa znaczeniu.

Skutki krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie. Omawiając wyniki krzyżowania z nowym rodem, podane w ostatnim rozdziale w tabeli C, stwierdzono, że sam akt krzyżowania nie daje korzyści; korzystny wpływ zależy albo od krzyżowanych roślin, które należą do odrębnych odmian, a więc prawie na pewno różnią się nieco pod względem konstytucji, albo od przodków tych roślin. Jeśli przodkowie krzyżowanych roślin, choć identyczni pod względem wszystkich cech zewnętrznych, podlegali działaniu różniących się nieco warunków, powstały pewne różnice w ich konstytucji. Wszystkie kwiaty wydane przez tę samą roślinę pochodzą z tego samego nasienia; te z nich, które rozwinęły się w tym samym czasie, podlegały dokładnie takim samym wpływom warunków klimatycznych, wszystkie zaś pędy odżywiały się za pośrednictwem tych samych korzeni. Zgodnie zatem z przedstawionym przed chwilą wnioskiem krzyżowanie kwiatów na tej samej roślinie nie powinno dawać żadnej korzyści¹. Przeciw temu wniosko-

¹ Możliwe jest jednak, że pręciki tego samego kwiatu, różniące się długością lub budową, wytwarzają różnego typu pyłek i dzięki temu krzyżowanie kwiatów tej samej rośliny mogłoby być korzystne. Pan Macnab twierdzi (wiadomość udzielona p. Verlotowi, „La Production des Variétés”, 1865, s. 42), że siewki pochodzące z zapłodnienia

wi przemawia fakt, że pączek jest w pewnym sensie odrębnym osobnikiem i że od czasu do czasu, a niekiedy nawet często, mogą u niego wystąpić nowe cechy zewnętrzne i nowe właściwości konstytucji. Rośliny otrzymane z pączków różniących się w ten sposób można długo rozmnażać przez szczepienie, sadzonkowanie itp., a czasem nawet z nasion¹.

Istnieje również wiele gatunków, u których kwiaty na tej samej roślinie różnią się między sobą, podobnie jak różnią się organy płciowe u roślin jednopiennych i poligamicznych, np. strukturą kwiatów brzeżnych w kwiatostanie u wielu *Compositae*, *Umbelliferae* i innych, strukturą kwiatu środkowego u niektórych roślin, dwoma typami kwiatów wytwarzanych przez gatunki kleistogamiczne itp. Przykłady te wyraźnie wskazują, że u tej samej rośliny często występowała niezależna zmienność kwiatów pod wieloma ważnymi względami; zmiany takie utrwały się, podobnie jak to miało miejsce u odrębnych roślin, w miarę rozwoju gatunku.

Konieczne zatem było doświadczalne sprawdzenie, jaki będzie wynik skrzyżowania kwiatów na tej samej roślinie w porównaniu z zapłodnieniem ich pyłkiem własnym oraz obcym, pochodzącym z innego osobnika. Starannie przeprowadzano próby z pięcioma rodzajami należącymi do czterech rodzin. Tylko w jednym wypadku, a mianowicie u *Digitalis*, skrzyżowanie kwiatów tej samej rośliny było korzystne dla potomstwa, w niewielkim jednak stopniu w porównaniu z dodatnim wpływem krzyżowania odrębnych roślin. W rozdziale dotyczącym płodności, kiedy będziemy rozpatrywać wpływ zapłodnienia krzyżowego i samozapłodnienia na plenność osobników rodzicielskich, dojdziemy prawie do tego samego wniosku, że krzyżowanie między sobą kwiatów tej samej rośliny wcale nie wpływa na

kwiatów różanecznika pyłkiem z krótszych i dłuższych pręcików różnią się między sobą. Krótsze pręciki jednak najwidoczniej stają się organem szczątkowym, a ponieważ siewki są karłowate, może więc po prostu chodzi tu o niedostateczną zdolność pyłku do zapłodnienia, podobnie jak u skarłowaciałych roślin *Mirabilis* otrzymanych przez Naudina przy użyciu zbyt małej ilości ziarna pyłku. Analogiczne zjawisko stwierdzono w odniesieniu do pręcików *Pelargonium*. U niektórych *Melastomaceae* siewki otrzymane przeze mnie z kwiatów zapłodnionych pyłkiem z krótszych pręcików zdecydowanie różniły się wyglądem od siewek otrzymanych z zapłodnienia pyłkiem z pręcików dłuższych, o odmiennie zabarwionych pylnikach; mamy tu znów pewne powody, ażeby sądzić, że krótsze pręciki mają tendencję do zanikania. W innym zupełnie wypadku, gdy chodzi o rośliny o trójpostaciowych kwiatach heterostylicznych, dwie grupy pręcików w tym samym kwiecie mają wyraźnie różną zdolność zapłodnienia.

¹ Liczne przykłady takiej zmienności pączkowej podałem w swej książce „Variation of Animals and Plants under Domestication”, rozdz. XI, wyd. 2, t. I, s. 448.

zwiększenie liczby nasion albo też wpływa w ten sposób jedynie od czasu do czasu, i to w nieznacznym stopniu. Podam obecnie w skrócie wyniki pięciu przeprowadzonych doświadczeń.

(1) *Digitalis purpurea*. Siewki otrzymane ze skrzyżowanych między sobą kwiatów na tej samej roślinie i z kwiatów zapłodnionych własnym pyłkiem rosły po przeciwnych stronach dziesięciu doniczek współzawodnicząc ze sobą w zwykły sposób. Szczegóły odnoszące się zarówno do tego, jak i do następnych czterech przykładów można znaleźć przy opisie doświadczeń nad każdym gatunkiem. W ośmiu doniczkach, w których rośliny nie rosły zbyt gęsto, stosunek wysokości pędów kwiatowych szesnastu roślin krzyżowanych między sobą do wysokości pędów szesnastu roślin samozapłodnionych wynosił 100 do 94. W dwu pozostałych doniczkach, gdzie rośliny rosły w większym zagęszczeniu, wysokość pędów kwiatowych dziewięciu roślin krzyżowanych między sobą tak się miała do wysokości pędów dziewięciu roślin samozapłodnionych jak 100 do 90. Stosunek ciężaru roślin po ścięciu, wynoszący 100 do 78, wskazuje, że rośliny krzyżowane między sobą miały w tych dwu doniczkach istotną przewagę nad swymi samozapłodnionymi odpowiednikami. Średnia wysokość pędów kwiatowych dwudziestu pięciu krzyżowanych między sobą roślin w dziesięciu doniczkach łącznie-tak się miała do średniej wysokości pędów kwiatowych dwudziestu pięciu roślin samozapłodnionych jak 100 do 92. Rośliny krzyżowane między sobą miały więc na pewno przewagę nad samozapłodnionymi, lecz przewaga ta była nieznaczna w porównaniu z przewagą, którą wykazało potomstwo pochodzące ze skrzyżowania odrębnych roślin nad roślinami samozapłodnionymi; w tym ostatnim wypadku stosunek wysokości wynosił 100 do 70. Stosunek ten bynajmniej jednak nie świadczy o znacznej przewadze roślin pochodzących ze skrzyżowania odrębnych osobników nad samozapłodnionymi, te pierwsze bowiem wytworzyły przeszło dwa razy więcej pędów kwiatowych i rzadziej ginęły przedwcześnie.

(2) *Ipomoea purpurea*. Trzydzieści jeden krzyżowanych między sobą roślin, otrzymanych ze skrzyżowania kwiatów na tej samej roślinie, rosło w dziesięciu doniczkach współzawodnicząc z taką samą liczbą roślin samozapłodnianych. Stosunek wysokości tych dwu grup roślin wynosił 100 do 105, a więc rośliny samozapłodniane były trochę wyższe niż krzyżowane między sobą. W ośmiu doniczkach na dziesięć roślin samozapłodniana zakwitła przed jakąkolwiek krzyżowaną z tej samej doniczki. Ścięto i zważono rośliny z dziesięciu doniczek, w których nie było dużego zagęszczenia (i które dzięki temu dawały najbardziej miarodajne dane porównawcze).

Ciężar dwudziestu siedmiu roślin krzyżowanych między sobą tak się miał do ciężaru dwudziestu siedmiu samozapłodnianych jak 100 do 124. W tym doświadczeniu przewaga roślin samozapłodnianych zaznacza się wyraźnie. Do zagadnienia przewagi roślin samozapłodnianych, występującej w pewnych wypadkach, powrócimy w jednym z następnych rozdziałów. Jeżeli przejdziemy obecnie do omówienia wyników dotyczących potomstwa otrzymanego w wyniku skrzyżowania odrębnych roślin, współzawodniczącego z roślinami samozapłodnianymi, to stwierdzimy, że średnia wysokość siedemdziesięciu trzech roślin w ten sposób krzyżowanych przez dziesięć pokoleń tak się miała do średniej wysokości tej samej liczby roślin samozapłodnianych jak 100 do 77; u roślin dziesiątego pokolenia stosunek ciężarów wynosił 100 do 44. Tak więc kontrast pomiędzy efektem krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie i krzyżowania kwiatów na odrębnych roślinach jest zadziwiająco wielki.

(3) *Mimulus luteus*. Dwadzieścia dwie rośliny otrzymane ze skrzyżowania kwiatów na tej samej roślinie rosły w warunkach współzawodnictwa z taką samą liczbą roślin samozapłodnianych; wysokość tych dwu grup roślin miała się do siebie jak 100 do 95. Jeśli nie uwzględnia się czterech roślin zdrobniałych, stosunek ten wynosił 100 do 101. Stosunek zaś ciężaru tych roślin wynosił 100 do 103. W siedmiu doniczkach na osiem roślin samozapłodniona zakwitła przed jakąkolwiek z krzyżowanych między sobą. I tu więc rośliny samozapłodnione wykazały nieznaczną przewagę nad roślinami krzyżowanymi między sobą. Dodam dla porównania, że wysokość siewek otrzymanych w wyniku krzyżowania odrębnych roślin przez trzy pokolenia tak się miała do wysokości roślin samozapłodnianych jak 100 do 65.

(4) *Pelargonium zonale*. Skrzyżowano kwiaty dwu roślin rosnących w osobnych doniczkach, ale otrzymanych przez sadzonkowanie tej samej rośliny, a zatem będących w rzeczywistości częściami tego samego osobnika. Inne kwiaty na jednej z tych roślin zostały zapłodnione ich własnym pyłkiem. Siewki otrzymane tymi dwoma sposobami nie różniły się jednak pod względem wysokości. Kiedy natomiast zapłodniono kwiaty na jednej z powyższych roślin pyłkiem wziętym z odrębnej siewki, inne zaś kwiaty zapłodniono ich własnym pyłkiem, stosunek wysokości otrzymanego w ten sposób krzyżowanego potomstwa do wysokości potomstwa pochodzącego z samozapłodnienia wynosił 100 do 74.

(5) *Origanum vulgare*. Roślina, która od dawna znajdowała się w moim warzywniku, tak się rozrosła przez kłącza, że utworzyła szeroką

grządkę czy też kępę. Od najwcześniejszej młodości aż do dojrzałości starannie porównywano siewki otrzymane ze skrzyżowania między sobą kwiatów na tych roślinach, które były po prostu częściami tego samego osobnika, z innymi siewkami otrzymanymi z kwiatów samozapłodnionych. Nie różniły się one wcale ani pod względem wysokości, ani siły konstytucji. Następnie część kwiatów na tych siewkach zapłodniono pyłkiem pobranym z odrębnej siewki, inne zaś kwiaty ich własnym pyłkiem; otrzymano w ten sposób dwie nowe serie siewek, będących wnukami osobnika, który rozrósł się przez kłącza i utworzył szeroką kępę w moim ogrodzie. Różniły się one znacznie pod względem wysokości, gdyż stosunek wysokości roślin krzyżowanych do samozapładnianych wynosił 100 do 86. W zadziwiającym stopniu różniły się one również pod względem siły konstytucji. Rośliny krzyżowane zakwitły wcześniej i wytworzyły dokładnie dwa razy więcej pędów kwiatowych, a następnie tak rozrosły się przez kłącza, że prawie zagłuszyły rośliny samozapładniane.

Zestawiając wyniki powyższych pięciu doświadczeń widzimy, że w czterech spośród nich efekt krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie (nawet na oddzielnie zakorzenionych sadzonkach tego samego osobnika, np. u *Pelargonium* i *Origanum*) nie różni się od efektu samozapłodnienia w ścisłym znaczeniu. W dwu wypadkach samozapładniane rośliny były nieco lepsze od roślin w ten sposób skrzyżowanych. U *Digitalis* krzyżowanie kwiatów na tej samej roślinie niewątpliwie było korzystne, lecz w o wiele mniejszym stopniu niż krzyżowanie odrębnych osobników. Jeżeli pamiętamy, że pączki kwiatowe są w pewnym stopniu odrębnymi osobnikami i od czasu do czasu ulegają niezależnie od siebie zmianom, to otrzymane tu wyniki są na ogół zgodne z naszym wnioskiem ogólnym, iż korzystny wpływ krzyżowania zależy od istnienia różnic w konstytucji przodków roślin krzyżowanych albo wskutek uprzedniego działania odmiennych warunków, albo wskutek wystąpienia u nich zmienności z przyczyn nieznanych, którą z powodu naszej ignorancji musimy nazywać spontaniczną. Do zagadnienia braku efektu przy krzyżowaniu kwiatów na tej samej roślinie jeszcze wrócimy, omawiając rolę owadów przy krzyżowym zapłodnieniu kwiatów.

O przekazywaniu korzystnych skutków krzyżowania i szkodliwych skutków samozapładniania. Jak widzimy, siewki pochodzące ze skrzyżowania odrębnych roślin prawie zawsze przewyższały swe samozapładniane odpowiedniki pod względem wysokości, ciężaru oraz siły konstytucji, a często również, jak to wykażemy później, pod względem płodności. Aby się przekonać czy ta przewaga przenosi się poza pierwsze pokolenie, przygoto-

wano krzyżowane i samozapłodniane siewki trzech gatunków roślin; obie grupy zapłodniono w ten sam sposób, a zatem nie tak, jak uprzednio w licznych wypadkach podanych w tabelach A, B i C, w których krzyżowane rośliny zapładniano krzyżowo, samozapłodniane zaś zapładniano ich własnym pyłkiem.

W pierwszym wypadku otrzymano siewki z samozapłodnionych nasion powstałych pod siatką na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach *Nemophila insignis*; wysokość roślin samozapłodnianych tak się miała do wysokości krzyżowanych jak 133 do 100. Siewki te jednak wcześniej zaczęły chorować i rosły tak nierównomiernie, że w obrębie obu grup jedne z nich były pięciokrotnie wyższe niż inne. Doświadczenie to zatem było całkowicie bezwartościowe, czułem się jednak zobowiązany podać jego wyniki jako sprzeczne z moimi ogólnymi wnioskami. Muszę zaznaczyć, że zarówno w tym doświadczeniu, jak i w dwu następnych obie grupy roślin rosły po przeciwnych stronach tych samych doniczek i pod wszystkimi względami były traktowane tak samo. Szczegóły odnoszące się do tych doświadczeń można znaleźć przy opisie prac nad poszczególnymi gatunkami.

W drugim wypadku dwie rośliny fiołka trójbarwnego (*Viola tricolor*), krzyżowana i samozapłodniana, rosły w gruncie blisko siebie oraz innych osobników, a ponieważ obie wytworzyły mnóstwo dorodnych torebek, kwiaty były na pewno zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem owadów. Z obu roślin zebrano nasiona i otrzymano z nich siewki. We wszystkich trzech doniczkach rośliny pochodzące od krzyżowanych zakwitły przed pochodzącymi od samozapłodnionych; po osiągnięciu pełnego wzrostu stosunek wysokości tych pierwszych do drugich wynosił 100 do 82. Ponieważ obie grupy roślin pochodziły z zapłodnienia krzyżowego, różnicę w ich wzroście i porze kwitnienia należy przypisać ich formom rodzicielskim, z których jedna pochodziła z krzyżowania, a druga z samozapłodnienia. Równie jasne jest to, że różna była siła konstytucji, którą przekazały swemu potomstwu, to jest wnukom roślin pierwotnie zapłodnionych krzyżowo i samozapłodnionych.

W trzecim doświadczeniu użyłem groszku pachnącego (*Lathyrus odoratus*), który w Anglii zazwyczaj ulega samozapłodnieniu. Ponieważ miałem zarówno rośliny, których rodzice i dziadkowie byli sztucznie zapładniani krzyżowo, jak i pochodzące od tych samych rodziców, ale samozapłodniane przez wiele poprzednich pokoleń, pozostawiono obie te grupy roślin pod siatką, aby zapłodniły się własnym pyłkiem i zebrano ich samozapłodnione nasiona. Tak otrzymane siewki, rosnące jak zwykle w warunkach współ-

zawodnictwa, różniły się siłą wzrostu. Wysokość samozapłodnionych roślin, które krzyżowano w dwu poprzednich pokoleniach, tak się miała do wysokości samozapłodnianych w ciągu wielu poprzednich pokoleń jak 100 do 90. Podobne doświadczenie przeprowadzono wysiewając te obie grupy nasion w bardzo nie sprzyjających warunkach na ubogiej, wyczerpanej glebie. Rośliny, których dziadkowie i pradiadkowie byli krzyżowani, w oczywisty sposób wykazały swą przewagę pod względem siły konstytucji. W tym wypadku, podobnie jak u fiołka trójbarwnego, nie może być wątpliwości co do tego, że korzystny wpływ krzyżowania dwu osobników nie ogranicza się do potomków pierwszego pokolenia. O tym, że bardzo prawdopodobne jest przekazywanie wielu pokoleniom silnej konstytucji nabytej wskutek krzyżowania, świadczą również niektóre odmiany grochu zwyczajnego otrzymane przez Andrzeja Knighta. Odmiany te powstały ze skrzyżowania odrębnych odmian i niewątpliwie we wszystkich następnych pokoleniach ulegały samozapłodnieniu. Odmiany te utrzymywały się ponad sześćdziesiąt lat, „lecz obecnie chwała ich przeminęła”¹. Znacznie natomiast krócej utrzymywała się większość odmian grochu zwyczajnego, których nie mamy powodu uważać za pochodzące z krzyżowania. Również niektóre odmiany otrzymane przez p. Laxtona w wyniku sztucznego krzyżowania zachowały szczególną bujność i dorodność w ciągu wielu pokoleń. Jak informuje mnie p. Laxton, nie zauważył on żadnego zmniejszenia bujności u swych roślin, ale jego obserwacje nie przekraczają dwunastu pokoleń.

Zwróćmy tu uwagę na jeszcze jedno zbliżone zagadnienie. Ponieważ siła dziedziczenia u roślin jest bardzo duża (na co można podać mnóstwo przykładów), jest więc prawie pewne, że siewki pochodzące z tej samej torebki lub z tej samej rośliny miałyby tendencję do dziedziczenia prawie tej samej konstytucji, ponieważ zaś korzystny wpływ krzyżowania zależy od krzyżowania roślin różniących się nieco pod względem konstytucji, można z tego wnosić, że w podobnych warunkach krzyżowanie najbliższej spokrewnionych form prawdopodobnie nie byłoby w takim stopniu korzystne dla potomstwa, jak krzyżowanie roślin niespokrewnionych. Mamy pewne dane na poparcie powyższego wniosku; Fritz Müller w swych ciekawych doświadczeniach nad mieszańcami międzygatunkowymi *Abutilon* dowiódł, że kojarzenie braci z siostrami, rodziców z dziećmi i innych blisko spokrewnionych osobników gwałtownie obniża płodność potomstwa. Ponadto w jednym wypadku siewki pochodzące z tak bliskich związków

¹ Patrz dane na ten temat w mojej książce „Variation under Domestication”, rozdz. IX, t. I, wyd. 2, s. 307.

krewniaczych miały bardzo słabą konstytucję¹. Ten sam uczony podaje również obserwacje² dotyczące trzech roślin *Bignonia*, rosnących bardzo blisko siebie. Na jednej z nich zapłodnił on dwadzieścia dziewięć kwiatów jej własnym pyłkiem; nie zawiązały one ani jednej torebki. Trzydzieści kwiatów zapłodnił pyłkiem odrębnej rośliny, jednej z trzech razem rosnących; powstały tylko dwie torebki. Wreszcie pięć kwiatów zapłodnił pyłkiem czwartej rośliny, rosnącej w pewnej odległości, wszystkie wytworzyły torebki. Wydaje się zatem, że wyjaśnienie tego faktu podawane przez Fritza Müllera jest prawdopodobne, mianowicie iż trzy rosnące blisko siebie rośliny były siewkami pochodzącymi od tej samej formy rodzicielskiej i jako blisko ze sobą spokrewnione bardzo słabo zapładniały się wzajemnie³.

Wreszcie zjawisko polegające na tym, że krzyżowane między sobą rośliny, których wyniki pomiarów podaje tabela A, w dalszych pokoleniach nie wykazywały coraz większej przewagi pod względem wysokości nad roślinami samozapłodnionymi, jest prawdopodobnie spowodowane tym, że stawały się one coraz bliżej ze sobą spokrewnione.

Jednolita barwa kwiatów u roślin od kilku pokoleń samozapłodnianych i rosnących w podobnych warunkach. Gdy rozpoczynałem moje doświadczenia, rośliny rodzicielskie *Mimulus luteus*, *Ipomoea purpurea*, *Dianthus caryophyllus* i *Petunia violacea*, wyrosłe z kupnych nasion, znacznie się różniły barwą kwiatów. Zdarza się to u wielu roślin, które długo uprawia się jako ozdobne w ogrodzie i rozmnaża z nasion. Początkowo wcale nie zwracałem uwagi na barwę kwiatów i nie prowadziłem jakiegokolwiek selekcji. Niemniej kwiaty na samozapłodnianych roślinach przybrały całkowicie lub prawie całkowicie jednolity odcień, gdy rosły przez kilka pokoleń w bardzo podobnych warunkach. Rośliny krzyżowane między sobą, mniej lub bardziej blisko spokrewnione, które przez cały czas rosły również w podobnych warunkach, ujednoliciły się pod względem barwy kwiatów bardziej niż rośliny rodzicielskie, lecz o wiele słabiej niż rośliny samozapłodniane. Gdy samozapłodniane rośliny jednego z dalszych pokoleń skrzyżowano z nowym rodem, otrzymane siewki stanowiły w porównaniu

¹ „Jenaische Zeitschrift für Naturw., t. VII, s. 22 i 45, 1872; oraz 1873, s. 441—450.

² „Bot. Zeitung”, 1868, s. 626.

³ W swej pracy „Variation under Domestication” (rozdz. XVII, wyd. 2, t. 2, s. 121) podałem pewne zastanawiające przykłady dotyczące mieszańców międzygatunkowych u *Gladiolus* i *Cistus*. Każdy z nich mógł zostać zapłodniony pyłkiem któregośkolwiek innego, lecz nie swoim własnym.

z siewkami samozapłodnianymi zadziwiający kontrast pod względem rozmaitości odcieni kwiatów. Ponieważ wydaje mi się, że takie wypadki ujednolicania się barwy kwiatów bez stosowania selekcji są ciekawe, podam wyczerpujący wyciąg ze swych obserwacji.

Mimulus luteus. Wysoka odmiana o dużych, prawie białych kwiatach ze szkarłatnymi plamami pojawiła się wśród krzyżowanych między sobą i samozapłodnianych roślin trzeciego i czwartego pokolenia. Liczebność jej zwiększała się tak gwałtownie, że w szóstym pokoleniu roślin samozapłodnianych wszystkie osobniki należały już do tej odmiany. To samo powtarzało się u wszystkich licznych roślin, aż do ostatniego, czyli dziewiątego pokolenia samozapłodnianego. Odmiana ta pojawiła się po raz pierwszy wśród roślin krzyżowanych między sobą, lecz ponieważ potomstwo krzyżowało się między sobą w każdym kolejnym pokoleniu, nie osiągnęła tu nigdy przewagi; kwiaty kilku skrzyżowanych między sobą roślin dziewiątego pokolenia znacznie różniły się barwą. U roślin natomiast wszystkich dalszych pokoleń samozapłodnianych jednolitość barwy kwiatów była zupełnie zadziwiająca. Przy pobieżnym obejrzeniu można je było uznać za zupełnie jednakowe, różniły się jedynie nieco kształtem i rozmieszczeniem plam szkarłatnych. Zarówno mój ogrodnik, jak i ja jesteśmy pewni, że odmiana ta nie wystąpiła wśród roślin rodzicielskich otrzymanych z kupnych nasion, lecz pojawiła się wśród krzyżowanych i samozapłodnianych roślin trzeciego i czwartego pokolenia; na podstawie obserwowanej przeze mnie w innych wypadkach zmienności tego gatunku można sądzić, że nowa odmiana może pojawić się od czasu do czasu w każdych warunkach. Na przykładzie tym widzimy, że w szczególnych warunkach, w jakich znajdowały się moje rośliny, ta określona odmiana, godna uwagi ze względu na swą barwę, wielkość korony oraz zwiększoną wysokość całej rośliny, uzyskała taką przewagę w szóstym i wszystkich następnych pokoleniach samozapłodnianych, że wyparła całkowicie wszelkie inne odmiany.

Ipomoea purpurea. Po raz pierwszy zwróciłem uwagę na omawiane zjawisko obserwując jednolity, uderzająco intensywny, ciemnopurpurowy odcień u kwiatów wszystkich roślin siódmego pokolenia samozapłodnianego. Wszystkie liczne rośliny, które otrzymałem w trzech następnych pokoleniach aż do ostatniego, czyli dziesiątego, miały kwiaty w ten sam sposób zabarwione. Odcień ich był całkowicie jednolity, podobnie jak u ustalonych gatunków, żyjących w stanie dzikim w przyrodzie. Jak zauważył mój ogrodnik, rośliny samozapłodniane można było bez pomocy etykietek odróżniać bezbłędnie od roślin krzyżowanych między sobą, należących do późniejszych

pokoleń. Te ostatnie rośliny miały jednak bardziej jednolicie ubarwione kwiaty od tych, które otrzymano na początku z kupnych nasion. O ile możemy to sobie przypomnieć, zarówno mój ogrodnik, jak i ja, ta ciemno-purpurowa odmiana pojawiła się dopiero w piątym lub szóstym pokoleniu samozapłodnianym. Mimo to dzięki ciągłemu samozapłodnianiu i w wyrównanych warunkach rośliny te ustaliły się całkowicie, wypierając wszelkie inne odmiany.

Dianthus caryophyllus. Wszystkie samozapłodnione rośliny trzeciego pokolenia wydały kwiaty ściśle tej samej bladuróżowej barwy; pod tym względem różniły się one bardzo wyraźnie od roślin rosnących tuż obok na szerokim zagonie, wyrosłych z kupnych nasion uzyskanych z tego samego rozsadnika. W tym wypadku nie jest wykluczone, że niektóre z roślin rodzicielskich, po raz pierwszy samozapłodnionych, miały tak samo zabarwione kwiaty. Skoro jednak w pierwszym pokoleniu zapłodniono kilka roślin ich własnym pyłkiem, jest bardzo mało prawdopodobne, że wszystkie one dadzą kwiaty o ściśle tym samym odcieniu, co samozapłodniane rośliny trzeciego pokolenia. Krzyżowane między sobą rośliny w trzecim pokoleniu również miały kwiaty o prawie jednakowym odcieniu, chociaż nie w takim stopniu jak rośliny samozapłodniane.

Petunia violacea. W tym wypadku udało mi się znaleźć w swoich notatkach, że kwiaty rośliny rodzicielskiej, samozapłodnionej na początku doświadczenia, miały „barwę brudnopurpurową”. W piątym pokoleniu samozapłodnianym wszystkie dwadzieścia jeden samozapłodnianych roślin rosnących w doniczkach, podobnie jak wszystkie liczne rośliny rosnące w długim rzędzie w gruncie, dały kwiaty o absolutnie tym samym odcieniu, a mianowicie o brudnej, raczej szczególnej, nieprzyjemnej barwie mięsa, a zatem były wyraźnie niepodobne do kwiatów rośliny rodzicielskiej. Sądzę, że ta zmiana barwy następowała stopniowo, nie mam jednak żadnych notatek, ponieważ zjawisko to nie interesowało mnie do chwili, gdy zwróciłem uwagę na jednolity odcień kwiatów na samozapłodnianych roślinach piątego pokolenia. Kwiaty roślin krzyżowanych między sobą, należących do analogicznego pokolenia, były przeważnie tej samej przyciemnionej barwy mięsa, lecz nie tak jednolite jak na roślinach samozapłodnianych, gdyż niektóre, bardzo nieliczne, były zupełnie blade, prawie białe. Samozapłodniane rośliny, rosnące długim rzędem w gruncie, wyróżniały się również swą wyrównaną wysokością, co w mniejszym stopniu wystąpiło także u roślin krzyżowanych między sobą, gdy porównywano obie te grupy z dużą liczbą roślin otrzymanych równocześnie i w podobnych warunkach, ale pocho-

dzących ze skrzyżowania samozapłodnionych roślin czwartego pokolenia z nowym rodem. Żałuję, że nie zwróciłem większej uwagi na wyrównanie wysokości u samozapłodnianych siewek późniejszych pokoleń u innych gatunków.

Wydaje mi się, że opisane powyżej fakty mają duże znaczenie. Widzimy, że nowe, delikatne odcienie barwy mogą się szybko i mocno utrwalić bez stosowania selekcji, jeżeli rośliny znajdują się w możliwie jednakowych warunkach i nie dopuszcza się do ich krzyżowania się między sobą. U *Mimulus* w ten sposób utrzymało się nie tylko dziwaczne zabarwienie, lecz także większa korona i zwiększona wysokość całej rośliny; tymczasem u większości roślin długo uprawianych w ogrodzie kwiatowym żadna cecha, z wyjątkiem może wysokości, nie jest tak zmienna jak barwa. Analizując te wypadki możemy wyciągnąć wniosek, że zmienność omawianych właściwości u roślin uprawnych spowodowana jest po pierwsze tym, że działają na nie nieco różniące się warunki, po drugie zaś częstym krzyżowaniem się roślin między sobą wskutek swobodnego dostępu owadów. Myślę, że wniosek taki jest nieunikniony. Gdy rośliny te rosły przez kilka pokoleń w zupełnie podobnych warunkach i krzyżowały się między sobą w każdym pokoleniu, barwa kwiatów w pewnym stopniu wykazywała tendencję do zmiany i ujednolicania się. Gdy nie dopuszczano do wzajemnego skrzyżowania z innymi roślinami tego samego rodzaju, to jest gdy w każdym pokoleniu kwiaty były zapładniane ich własnym pyłkiem, w późniejszych pokoleniach barwa ich stawała się jednolita jak u roślin żyjących dziko w przyrodzie, czemu co najmniej w jednym wypadku towarzyszyło duże wyrównanie wysokości. Mówiąc jednak, że różnorodność barw kwiatów u roślin uprawnych, traktowanych w zwykły sposób, jest wywołana różnicami glebowymi, klimatycznymi itp., nie myślę przez to, że czynniki te powodują zmienność w jakikolwiek bardziej bezpośredni sposób niż np. działanie chłodu wywołuje większość chorób, jak zaziębienia, zapalenia płuc czy opłucnej, reumatyzm itp. W obu wypadkach przeważające znaczenie ma konstytucja organizmów podlegających takiemu działaniu.

Rozdział IX

WPLYW ZAPŁODNIENIA KRZYŻOWEGO I SAMOZAPŁODNIENIA NA WYTWARZANIE NASION

Płodność roślin pochodzących z krzyżowania i samozapłodniania po zapłodnieniu obu grup w ten sam sposób — Płodność roślin rodzicielskich po raz pierwszy skrzyżowanych i samozapłodnionych oraz ich krzyżowanego i samozapłodnionego potomstwa po ponownym zapłodnieniu krzyżowym i samozapłodnieniu — Porównanie płodności kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem i pyłkiem innych kwiatów tej samej rośliny — Rośliny samobezpłodne — Przyczyny samobezpłodności — Pojawianie się odmian w wysokim stopniu samopłodnych — Samozapłodnienie pod pewnymi względami przypuszczalnie korzystne, niezależnie od tego, że zapewnia wytworzenie nasion — Stosunkowy ciężar i szybkość kiełkowania nasion pochodzących z kwiatów zapłodnionych pyłkiem obcym i własnym.

W rozdziale tym omówimy zależność płodności roślin od zapłodnienia krzyżowego i samozapłodnienia. Zagadnienie to rozpada się na dwa odrębne działy. Po pierwsze — interesuje nas stosunkowa plenność lub płodność kwiatów zapłodnionych krzyżowo pyłkiem innej rośliny i swoim własnym, obliczana na podstawie stosunkowej liczby wytworzonych torebek oraz liczby zawartych w nich nasion, po drugie — stopień wrodzonej płodności lub bezpłodności siewek otrzymanych z nasion krzyżowanych i samozapłodnianych, gdy siewki są w tym samym wieku, rosną w tych samych warunkach i są zapłodnione w ten sam sposób. Te dwa działy należy uwzględniać zawsze w odniesieniu do roślin mieszańcowych: na pierwszym miejscu chodzi mianowicie o porównanie plenności danego gatunku przy zapłodnieniu go pyłkiem innego gatunku oraz jego własnym, druga zaś sprawa — to płodność mieszańcowego potomstwa. Te dwa rodzaje zjawisk nie zawsze przebiegają równolegle. Jak wykazał Gärtner, niektóre rośliny mogą się bardzo łatwo krzyżować, ale dają krańcowo bezpłodne mieszańce

międzygatunkowe, gdy tymczasem inne krzyżują się z ogromną trudnością, lecz dają dosyć płodne mieszańce.

Trzymając się naturalnej kolejności powinniśmy rozpatrzyć w rozdziale tym najpierw wpływ zapłodnienia krzyżowego oraz zapłodnienia własnym pyłkiem na płodność roślin rodzicielskich. Ponieważ jednak w dwu ostatnich rozdziałach omawialiśmy stosunkową wysokość, ciężar i siłę konstytucji roślin krzyżowanych i samozapładnianych, to jest roślin otrzymanych z krzyżowanych i samozapładnianych nasion, wygodniej będzie omówić najpierw stosunek ich płodności. W tabeli D podano obserwowane przeze mnie wypadki, w których ze względu na to, że roślinom pochodzącym z zapłodnienia krzyżowego i samozapłodnienia pozwolono na swobodne zapłodnienie, zostały one albo zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem owadów, albo spontanicznie samozapłodnione. Należy zwrócić uwagę, że otrzymanych wyników nie można uważać w pełni za wiarogodne, ponieważ płodność rośliny jest cechą bardzo zmienną, zależną od jej wieku, stanu zdrowia, rodzaju gleby, ilości dostarczonej wody oraz temperatury środowiska. Liczbę wytworzonych torebek i liczbę zawartych w nich nasion powinno się ustalać badając wiele krzyżowanych i samozapładnianych roślin będących w tym samym wieku i pod każdym względem podobnie traktowanych. Jeśli chodzi o dwa ostatnie względy, obserwacje moje są miarodajne, lecz w niewielu tylko wypadkach liczba torebek była wystarczająca. Płodność lub — może ściślej mówiąc — plenność rośliny wyraża się liczbą wytworzonych torebek i liczbą zawartych w nich nasion. Z różnych jednak powodów, głównie z braku czasu, musiałem często opierać się jedynie na liczbie torebek. Niemniej jednak w bardziej interesujących wypadkach liczono lub ważono również nasiona. Średnia liczba nasion w torebce stanowi lepsze kryterium płodności niż liczba wytworzonych torebek. Ta ostatnia zależy częściowo od wielkości rośliny. Jak wiemy, rośliny krzyżowane są zwykle wyższe i cięższe niż samozapładniane, jednak różnica pod tym względem rzadko wystarcza do wytłumaczenia różnicy w liczbie wytworzonych torebek. Nie wiem, czy w odniesieniu do danych tabeli D trzeba dodawać, że porównywano zawsze tę samą liczbę roślin krzyżowanych i samozapładnianych. Ze względu na wspomniane uprzednio wątpliwości podam obecnie tabelę, w której jest wyjaśnione pochodzenie roślin doświadczalnych i podany sposób określania ich płodności. Bliższe szczegóły można znaleźć w poprzedniej części tej pracy w rozdziałach odnoszących się do odpowiednich gatunków.

TABELA D. Stosunek płodności roślin pochodzących z krzyżowania i samozapłodnienia, zapłodnionych w ten sam sposób.

Płodność określana za pomocą różnych standardów. Płodność roślin zapłodnionych krzyżowo przyjęto za 100.

<i>Ipomoea purpurea</i> — pierwsze pokolenie; liczba nasion w torebce u roślin skrzyżowanych i samozapłodnionych, nie rosnących w zbyt gęstym zagęszczeniu, po samorzutnym samozapłodnieniu pod siatką	100 : 99
<i>Ipomoea purpurea</i> — liczba nasion w torebce u roślin skrzyżowanych i samozapłodnionych pochodzących od tych samych rodziców, co poprzednia grupa, lecz rosnących w większym zagęszczeniu, po samorzutnym samozapłodnieniu pod siatką	100 : 93
<i>Ipomoea purpurea</i> — plenność tych samych roślin określana na podstawie liczby wytworzonych torebek i średniej liczby nasion w torebce	100 : 45
<i>Ipomoea purpurea</i> — trzecie pokolenie; liczba nasion w torebce u krzyżowanych i samozapłodnianych roślin po samorzutnym samozapłodnieniu pod siatką	100 : 94
<i>Ipomoea purpurea</i> — plenność tych samych roślin określana na podstawie liczby wytworzonych torebek i średniej liczby nasion w torebce	100 : 35
<i>Ipomoea purpurea</i> — piąte pokolenie; liczba nasion w torebce u roślin krzyżowanych i samozapłodnianych pozostawionych w cieplarni bez osłony i samorzutnie zapłodnionych	100 : 89
<i>Ipomoea purpurea</i> — dziewiąte pokolenie; stosunek liczby torebek na roślinach krzyżowanych do liczby torebek na samozapłodnianych po samorzutnym samozapłodnieniu pod siatką	100 : 26
<i>Mimulus luteus</i> — ciężar nasion zawartych w jednakowej liczbie torebek na roślinach pochodzących od ósmego pokolenia roślin samozapłodnianych skrzyżowanych z nowym rodem oraz na roślinach dziewiątego pokolenia samozapłodnianego po pozostawieniu obu grup roślin bez osłony i samorzutnym zapłodnieniu	100 : 30
<i>Mimulus luteus</i> — plenność tych samych roślin określona na podstawie liczby wytworzonych torebek i średniego ciężaru nasion w torebce	100 : 3
<i>Vandellia nummularifolia</i> — liczba nasion w torebce z kleistogamicznych kwiatów na roślinach krzyżowanych i samozapłodnionych	100 : 106
<i>Salvia coccinea</i> — liczba kwiatów na roślinach krzyżowanych w porównaniu z samozapłodnianymi	100 : 57

c. d. tabeli D

<i>Iberis umbellata</i> — rośliny pozostawione w szklarni bez osłony; liczba nasion wydanych przez skrzyżowane pomiędzy sobą rośliny trzeciego pokolenia w porównaniu z trzecim pokoleniem roślin samozapłodnianych	100 : 75
<i>Iberis umbellata</i> — stosunek ciężaru nasion wydanych przez rośliny pochodzące ze skrzyżowania dwu odmian do ciężaru nasion wydanych przez samozapłodniane rośliny trzeciego pokolenia . .	100 : 75
<i>Papaver vagum</i> — liczba torebek wytworzonych przez pozostawione bez osłony rośliny krzyżowane i samozapłodnione	100 : 99
<i>Eschscholtzia californica</i> — ród brazylijski; rośliny pozostawione bez osłony i zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem pszczół; liczba nasion powstałych w torebkach na krzyżowanych między sobą roślinach drugiego pokolenia oraz na samozapłodnianych roślinach drugiego pokolenia	100 : 78
<i>Eschscholtzia californica</i> — plenność tych samych roślin określona na podstawie liczby wytworzonych torebek i średniej liczby nasion w torebce	100 : 89
<i>Eschscholtzia californica</i> — rośliny pozostawione bez osłony i zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem pszczół; stosunek liczby nasion w torebkach na roślinach pochodzących od skrzyżowanych między sobą roślin drugiego pokolenia po skrzyżowaniu rodu brazylijskiego z angielskim do liczby nasion w torebkach na samozapłodnianych roślinach drugiego pokolenia	100 : 63
<i>Eschscholtzia californica</i> — plenność tych samych roślin określona na podstawie liczby wytworzonych torebek i średniej liczby nasion w torebce	100 : 40
<i>Reseda odorata</i> — liczba torebek wytworzonych przez krzyżowane i samozapłodnione rośliny pozostawione bez osłony i zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem pszczół (w przybliżeniu) . .	100 : 100
<i>Viola tricolor</i> — liczba torebek wytworzonych przez krzyżowane i samozapłodnione rośliny pozostawione bez osłony i zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem pszczół	100 : 10
<i>Delphinium consolida</i> — liczba torebek wytworzonych przez krzyżowane i samozapłodnione rośliny pozostawione w szklarni bez osłony	100 : 56
<i>Viscaria oculata</i> — liczba torebek wytworzonych przez krzyżowane i samozapłodnione rośliny pozostawione w szklarni bez osłony	100 : 77

<i>Dianthus caryophyllus</i> — rośliny samorzutnie samozapłodnione pod siatką; liczba nasion w torebkach na krzyżowanych między sobą i samozapłodnianych roślinach trzeciego pokolenia	100 : 125
<i>Dianthus caryophyllus</i> — pozostawione bez osłony rośliny zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem owadów; ciężar nasion wytworzonych przez potomstwo roślin samozapłodnianych w ciągu trzech pokoleń, a następnie skrzyżowanych z rośliną tego samego rodzaju spośród krzyżowanych między sobą — w porównaniu z ciężarem nasion roślin czwartego pokolenia samozapłodnianego	100 : 73
<i>Dianthus caryophyllus</i> — pozostawione bez osłony rośliny zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem owadów; ciężar nasion wytworzonych przez potomstwo roślin samozapłodnianych w ciągu trzech pokoleń, a następnie skrzyżowanych z nowym rodem — w porównaniu z ciężarem nasion roślin czwartego pokolenia samozapłodnianego	100 : 33
<i>Tropaeolum minus</i> — liczba nasion powstałych na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pozostawionych w szklarni bez osłony	100 : 64
<i>Limnanthes douglasii</i> — liczba torebek na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pozostawionych w szklarni bez osłony (w przybliżeniu)	100 : 100
<i>Lupinus luteus</i> — liczba nasion (określona na podstawie nieliczonych tylko strąków) u krzyżowanych i samozapłodnianych roślin drugiego pokolenia pozostawionych w szklarni bez osłony	100 : 88
<i>Phaseolus multiflorus</i> — liczba nasion u krzyżowanych i samozapłodnionych roślin pozostawionych w szklarni bez osłony (w przybliżeniu)	100 : 100
<i>Lathyrus odoratus</i> — liczba strąków u krzyżowanych i samozapłodnianych roślin drugiego pokolenia pozostawionych w szklarni bez osłony, jednak na pewno samozapłodnionych	100 : 91
<i>Clarkia elegans</i> — liczba torebek u krzyżowanych i samozapłodnionych roślin pozostawionych w szklarni bez osłony	100 : 60
<i>Nemophila insignis</i> — liczba torebek u krzyżowanych i samozapłodnionych roślin przykrytych siatką w szklarni i samorzutnie samozapłodnionych	100 : 29
<i>Petunia violacea</i> — rośliny pozostawione bez osłony i zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem owadów; ciężar nasion określony na podstawie ciężaru jednakowej liczby torebek u piątego pokolenia roślin krzyżowanych między sobą oraz samozapłodnianych	100 : 86

c. d. tabeli D

<i>Petunia violacea</i> — pozostawione bez osłony jak wyżej; ciężar nasion określony na podstawie ciężaru jednakowej liczby torebek u potomstwa roślin samozapłodnianych w ciągu czterech pokoleń, a następnie skrzyżowanych z nowym rodem — w porównaniu z ciężarem nasion roślin piątego pokolenia samozapłodnianego	100 : 46
<i>Cyclamen persicum</i> — liczba torebek u krzyżowanych i samozapłodnionych roślin pozostawionych w szklarni bez osłony . . .	100 : 12
<i>Anagallis collina</i> — liczba torebek u krzyżowanych i samozapłodnionych roślin pozostawionych w szklarni bez osłony . . .	100 : 8
<i>Primula veris</i> — pozostawione bez osłony w gruncie i zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem owadów; liczba torebek wytworzonych przez potomstwo roślin należących do trzeciego pokolenia pochodzącego z nieprawowitego skrzyżowania, skrzyżowane z nowym rodem — w porównaniu z liczbą torebek roślin czwartego samozapłodnianego pokolenia pochodzącego z nieprawowitego skrzyżowania	100 : 5
Te same rośliny w następnym roku	100 : 3,5
<i>Primula veris</i> (odmiana równosłupkowa) — pozostawione bez osłony w gruncie i zapłodnione krzyżowo za pośrednictwem owadów; liczba torebek wytworzonych przez potomstwo roślin samozapłodnianych w ciągu dwu pokoleń, a następnie skrzyżowanych z inną odmianą — w porównaniu z liczbą torebek u roślin trzeciego pokolenia samozapłodnianego	100 : 15
<i>Primula veris</i> (odmiana równosłupkowa) — te same rośliny; średnia liczba nasion na torebkę	100 do 71
<i>Primula veris</i> (odmiana równosłupkowa) — plenność tych samych roślin określona na podstawie liczby wytworzonych torebek i średniej liczby nasion na torebkę	100 do 11

Tabela ta obejmuje wyniki trzydziestu trzech doświadczeń odnoszących się do dwudziestu trzech gatunków. Ilustruje ona stopień wrodzonej płodności roślin pochodzących z zapłodnienia krzyżowego w porównaniu z płodnością osobników pochodzących z samozapłodnienia, gdy obie grupy zostają zapłodnione w ten sam sposób. U kilku gatunków, np. należących do *Eschscholtzia*, *Reseda*, *Viola*, *Dianthus*, *Petunia* i *Primula*, obie grupy były z pewnością krzyżowo zapłodnione za pośrednictwem owadów, u kilku zaś innych krzyżowe zapłodnienie było prawdopodobne. U niektórych jednak

gatunków, np. z rodzaju *Nemophila*, i w niektórych doświadczeniach z *Ipomoea* i *Dianthus* rośliny były osłonięte i kwiaty obu grup zostały samorzutnie samozapłodnione. W ten sam niewątpliwie sposób powstały też torebki z kleistogamicznych kwiatów *Vandellia*.

Płodność roślin krzyżowanych przyjęto w tabeli za 100, płodność zaś samozapłodnianych oznaczano odpowiednimi liczbami. W pięciu wypadkach płodność roślin samozapłodnianych jest w przybliżeniu równa płodności krzyżowanych; niemniej jednak w czterech spośród tych wypadków rośliny krzyżowane były wyraźnie wyższe od samozapłodnianych, w piątym zaś nieco od nich wyższe. Powinienem jednak dodać, że w niektórych z tych pięciu wypadków płodność obu grup nie została ściśle ustalona, ponieważ w rzeczywistości nie liczono torebek, widać było bowiem na oko, że jest ich tyle samo i że są całkowicie wypełnione. W tabeli tylko w dwu wypadkach, a mianowicie u *Vandellia* i w trzecim pokoleniu *Dianthus*, więcej nasion zawierały torebki roślin samozapłodnianych niż krzyżowanych. U *Dianthus* stosunek liczby nasion w torebkach samozapłodnionych i krzyżowanych wynosił 125 do 100; obie grupy roślin porównano, by samorzutnie samozapłodniły się pod siatką. Jest rzeczą prawie pewną, że zwiększenie płodności roślin samozapłodnionych zostało spowodowane głównie tym, że się zmieniły i stały się w słabszym stopniu dichogamiczne; w wyniku tego, dojrzewanie ich pylników i znamion stało się bardziej zsynchronizowane, niż to jest właściwe dla tego gatunku. Poza omówionymi obecnie siedmiu wypadkami pozostaje jeszcze dwadzieścia sześć, w których rośliny krzyżowane wyraźnie okazały się o wiele płodniejsze od współzawodniczących z nimi roślin samozapłodnianych; w kilku wypadkach różnica była wyjątkowo duża. Najbardziej uderzające przykłady dotyczą roślin pochodzących ze skrzyżowania z nowym rodem, porównywanych z roślinami jednego z późniejszych pokoleń samozapłodnianych. Zdarzają się jednak takie wypadki również w pierwszym pokoleniu, jak na przykład u *Viola* przy porównaniu skrzyżowanych między sobą roślin tego samego rodu z roślinami samozapłodnionymi. Najbardziej wiarogodne są te wyniki, w których plenność roślin ustalano na podstawie liczby torebek wytworzonych przez tę samą liczbę roślin, uwzględniając obliczoną bezpośrednio lub średnią liczbę nasion w każdej torebce. Dwanaście wyników takich obliczeń znajduje się w tabeli, a średnie średnich płodności w tych wypadkach dla roślin krzyżowanych i samozapłodnianych mają się do siebie jak 100 do 59. Wydaje się, że samozapłodnienie odbija się szczególnie silnie na płodności *Primulaceae*.

Krótką tabelą E obejmuje cztery przykłady, częściowo już uwzględnione w ostatniej tabeli.

TABELA E. Wrodzona płodność roślin pochodzących ze skrzyżowania z nowym rodem w porównaniu z wrodzoną płodnością krzyżowanych między sobą roślin tego samego rodzaju oraz z wrodzoną płodnością roślin samozapłodnianych; wszystkie rośliny należą do tego samego pokolenia i wszystkie są w ten sam sposób zapłodnione.

Płodność określano na podstawie liczby lub ciężaru nasion wytworzonych przez jednokową liczbę roślin.

	Rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem	Krzyżowane między sobą rośliny tego samego rodzaju	Rośliny samozapłodniane
<i>Mimulus luteus</i> — rośliny krzyżowane między sobą pochodzą ze skrzyżowania dwu roślin ósmego pokolenia samozapłodnianego; rośliny samozapłodnione należą do dziewiątego pokolenia	100	4	3
<i>Eschscholtzia californica</i> — rośliny krzyżowane między sobą i samozapłodniane należą do drugiego pokolenia	100	45	40
<i>Dianthus caryophyllus</i> — rośliny krzyżowane między sobą pochodzą od samozapłodnianych roślin trzeciego pokolenia, zapłodnionych krzyżowo przez skrzyżowane między sobą rośliny trzeciego pokolenia; rośliny samozapłodniane należą do czwartego pokolenia	100	45	33
<i>Petunia violacea</i> — rośliny krzyżowane między sobą i samozapłodniane należą do piątego pokolenia	100	54	46

U w a g a: W powyższych wypadkach, z wyjątkiem *Eschscholtzia*, rośliny pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem należą ze strony macierzystej do tego samego rodzaju, co rośliny krzyżowane między sobą i samozapłodniane, a także do tego samego pokolenia.

Przykłady te świadczą o znacznej przewadze pod względem wrodzonej płodności siewek pochodzących od roślin samozapłodnianych lub krzyżowanych między sobą od kilku pokoleń, a następnie skrzyżowanych z nowym rodem, nad siewkami pochodzącymi od osobników starego rodzaju, bądź krzyżowanych między sobą, bądź samozapłodnianych przez tę samą liczbę po-

koleń. W każdym wypadku pozwalano, aby owady swobodnie odwiedzały wszystkie te trzy grupy roślin i kwiaty niewątpliwie zostały za ich pośrednictwem zapłodnione krzyżowo.

Tabela ta wskazuje ponadto, że we wszystkich czterech wypadkach skrzyżowane między sobą rośliny tego samego rodzaju miały również pod względem płodności zdecydowaną, aczkolwiek niewielką przewagę nad samozapłodnianymi.

Jeśli chodzi o stan organów rozmnażania samozapłodnianych roślin, to dokonałem nielicznych tylko obserwacji, których wyniki podane są w dwu ostatnich tabelach. W siódmym i ósmym pokoleniu *Ipomoea* pylniki w kwiatach roślin samozapłodnianych były wyraźnie mniejsze niż w kwiatach roślin krzyżowanych między sobą. Częste opadanie pierwszych kwiatów po starannym ich zapłodnieniu, podobnie jak to występuje u mieszańców międzygatunkowych, również wskazuje na skłonność tych roślin do bezpłodności. Wystąpiła także tendencja do potworności kwiatów. W czwartym pokoleniu *Petunia* porównywano pyłek roślin samozapłodnianych i krzyżowanych między sobą; u tych pierwszych znaleziono o wiele więcej ziarn pustych i pomarszczonych.

Stosunkowa płodność kwiatów zapłodnionych krzyżowo pyłkiem odrębnej rośliny i swoim własnym. Podrozdział ten dotyczy kwiatów roślin rodzicielskich oraz krzyżowanych i samozapłodnianych siewek pierwszego lub kolejno następującego pokolenia. Na początku omówię rośliny rodzicielskie otrzymane z nasion kupionych w szkółkach ogrodnich lub zebranych z roślin rosnących w moim ogrodzie albo też rosnących w stanie dzikim. We wszystkich tych wypadkach rośliny były otoczone przez liczne osobniki tego samego gatunku. Tak rosnące rośliny są zazwyczaj zapładniane krzyżowo za pośrednictwem owadów, zatem siewki, które wzięto do doświadczeń, na ogół pochodziły ze skrzyżowania. Wskutek tego wszelkie różnice w płodności ich kwiatów przy zapłodnieniu krzyżowym i samozapłodnieniu zależą od natury użytego pyłku — od tego czy pobrano go z innej rośliny, czy też z tego samego kwiatu. Stopień płodności podany w tabeli F określano w każdym wypadku na podstawie średniej liczby nasion w torebce, którą stwierdzano albo licząc nasiona, albo je ważąc.

Innym czynnikiem, który należałoby brać pod uwagę, jest procent kwiatów, które wytworzyły torebki po skrzyżowaniu i samozapłodnieniu. Gdyby uwzględnić ten czynnik, przewaga roślin krzyżowanych pod względem płodności byłaby wyraźniejsza, niż to wynika z tabeli F, ponieważ

kwiaty krzyżowane zwykle dają większy procent torebek. Gdybym jednak tak postępował, istniałaby większa możliwość popełnienia błędu, ponieważ pyłek przeniesiony na znamię w nieodpowiednim czasie mógłby nie wywołać żadnego efektu niezależnie od swej mniejszej lub większej zdolności zapłodnienia. Dane otrzymane u *Nolana prostrata* stanowią dobrą ilustrację tego, jak duża może być niekiedy różnica w wynikach, gdy oblicza się liczbę wytworzonych torebek w stosunku do liczby zapłodnionych kwiatów. Trzydzieści kwiatów na kilku roślinach tego gatunku zapłodniono krzyżowo; wytworzyły one dwadzieścia siedem torebek, z których każda zawierała pięć nasion; trzydzieści dwa kwiaty na tych samych roślinach zapłodniono ich własnym pyłkiem; wytworzyły one tylko sześć torebek zawierających po pięć nasion. Ponieważ średnia liczba nasion w torebce jest w tym wypadku taka sama, w tabeli F płodność kwiatów skrzyżowanych oraz samozapłodnionych podano jako równą, a więc stosunek był jak 100 do 100. Lecz gdyby uwzględniono kwiaty, które nie wytworzyły torebek, kwiaty krzyżowane dałyby średnio 4,50 nasienia, samozapłodnione zaś tylko 0,94 nasienia, zatem stosunek ich płodności wyniósłby 100 do 21. Muszę tu nadmienić, że pozostawiłem do osobnego omówienia przykłady kwiatów, które są zazwyczaj bezpłodne w stosunku do własnego pyłku.

TABELA F. Stosunek płodności kwiatów na roślinach rodzicielskich użytych w moich doświadczeniach, zapłodnionych pyłkiem innej rośliny oraz własnym.

Płodność określano na podstawie średniej liczby nasion przypadających na torebkę.

Płodność kwiatów krzyżowanych przyjęto za 100.

<i>Ipomoea purpurea</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione (w przybliżeniu)	100 : 100
<i>Mimulus luteus</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 79
<i>Linaria vulgaris</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 14
<i>Vandellia nummularifolia</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 67?
<i>Gesneria pendulina</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 100
<i>Salvia coccinea</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 100
<i>Brassica oleracea</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 25

<i>Eschscholtzia californica</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione (ród angielski) . . }	100 : 71
<i>Eschscholtzia californica</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione (ród brazylijski, rosnący w Anglii) }	100 : 15
<i>Delphinium consolida</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione, przy czym torebki samozapłodnione powstały samorzutnie, ale inne dane również potwierdzają ten wynik }	100 : 59
<i>Viscaria oculata</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 38
<i>Viscaria oculata</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione (przy czym torebki krzyżowane porównywano w następnym roku z torebkami samorzutnie samozapłodnionymi) }	100 : 58
<i>Dianthus caryophyllus</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 92
<i>Tropaeolum minus</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 92
<i>Tropaeolum tricolorum</i> ¹ — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 115
<i>Limnanthes douglasii</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione (w przybliżeniu) }	100 : 100
<i>Sarothamnus scoparius</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 41
<i>Ononis minutissima</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 65
<i>Cuphea purpurea</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 113
<i>Passiflora gracilis</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione }	100 : 85

¹ *Tropaeolum tricolorum* i *Cuphea purpurea* zamieszczono w niniejszej tabeli, aczkolwiek nie otrzymywano ich siewek; u *Cuphea* porównano jednak tylko sześć torebek krzyżowanych i sześć samozapłodnionych, u *Tropaeolum* zaś tylko sześć krzyżowanych i jedenaście samozapłodnionych. U *Tropaeolum* większy procent kwiatów samozapłodnionych niż krzyżowanych wytworzył owoce.

c. d. tabeli F

<i>Specularia speculum</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 72
<i>Lobelia fulgens</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione (w przybliżeniu)	100 : 100
<i>Nemophila insignis</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 69
<i>Borago officinalis</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 60
<i>Nolana prostrata</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 100
<i>Petunia violacea</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 67
<i>Nicotiana tabacum</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 150
<i>Cyclamen persicum</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 38
<i>Anagallis collina</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione	100 : 96
<i>Canna warszewiczii</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty skrzyżowane i samozapłodnione (łącznie na roślinach należących do trzech pokoleń krzyżowanych i samozapłodnianych) .	100 : 85

Tabela G podaje stosunkową płodność kwiatów na ponownie krzyżowo zapłodnionych roślinach krzyżowanych i ponownie samozapłodnionych roślinach samozapłodnianych w pierwszym lub dalszym pokoleniu. Przyczyną zmniejszenia płodności kwiatów samozapłodnianych jest mniejsza skuteczność pyłku z tego samego kwiatu oraz wrodzona mniejsza płodność roślin pochodzących z samozapłodnionych nasion, zaznaczająca się bardzo wyraźnie w poprzedniej tabeli D. Płodność była określana w ten sam sposób, co u roślin podanych w tabeli F, to jest na podstawie średniej liczby nasion na torebkę. Odnoszą się tu również te same co poprzednio uwagi dotyczące różnego procentu kwiatów zawierających torebki przy krzyżowaniu i samozapłodnieniu.

TABELA G. Stosunek płodności kwiatów na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach pierwszego lub któregoś z następnych pokoleń po ponownym zapłodnieniu kwiatów roślin krzyżowanych pyłkiem innego osobnika, kwiatów zaś roślin samozapłodnianych — ponownie ich własnym pyłkiem.

Płodność określano na podstawie średniej liczby nasion przypadających na torebkę. Płodność kwiatów krzyżowanych przyjęto za 100.

<i>Ipomoea purpurea</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pierwszego pokolenia	100 : 93
<i>Ipomoea purpurea</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach trzeciego pokolenia	100 : 94
<i>Ipomoea purpurea</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach czwartego pokolenia	100 : 94
<i>Ipomoea purpurea</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach piątego pokolenia	100 : 107
<i>Mimulus luteus</i> — ciężar nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach trzeciego pokolenia	100 : 65
<i>Mimulus luteus</i> — ciężar nasion wytworzonych w następnym roku przez te same rośliny traktowane w ten sam sposób	100 : 34
<i>Mimulus luteus</i> — ciężar nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach czwartego pokolenia	100 : 40
<i>Viola tricolor</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pierwszego pokolenia	100 : 69
<i>Dianthus caryophyllus</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pierwszego pokolenia	100 : 65
<i>Dianthus caryophyllus</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty na samozapłodnianych roślinach trzeciego pokolenia zapłodnione pyłkiem roślin skrzyżowanych między sobą oraz wytworzonych przez inne kwiaty ponownie samozapłodnione	100 : 97

c. d. tabeli G

<i>Dianthus caryophyllus</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty na samozapładnianych roślinach trzeciego pokolenia skrzyżowanych z nowym rodem oraz wytworzonych przez inne kwiaty ponownie samozapłodnione	100 : 127
<i>Lathyrus odoratus</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pierwszego pokolenia	100 : 65
<i>Lobelia ramosa</i> — ciężar nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnionych kwiatach pierwszego pokolenia	100 : 60
<i>Petunia violacea</i> — ciężar nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pierwszego pokolenia	100 : 68
<i>Petunia violacea</i> — ciężar nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapładnianych roślinach czwartego pokolenia	100 : 72
<i>Petunia violacea</i> — ciężar nasion wytworzonych przez kwiaty na samozapładnianych roślinach czwartego pokolenia skrzyżowanych z nowym rodem oraz wytworzonych przez inne kwiaty ponownie samozapłodnione	100 : 48
<i>Nicotiana tabacum</i> — ciężar nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnionych roślinach pierwszego pokolenia	100 : 97
<i>Nicotiana tabacum</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty na samozapładnianych roślinach drugiego pokolenia zapłodnione krzyżowo przez rośliny skrzyżowane między sobą oraz wytworzonych przez inne kwiaty ponownie samozapłodnione (w przybliżeniu)	100 : 110
<i>Nicotiana tabacum</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty na samozapładnianych roślinach trzeciego pokolenia zapłodnionych krzyżowo przez rośliny nowego rodzaju oraz wytworzonych przez inne kwiaty ponownie samozapłodnione (w przybliżeniu)	100 : 110
<i>Anagallis collina</i> — liczba nasion wytworzonych przez kwiaty odmiany czerwonej zapłodnione pyłkiem odmiany niebieskiej oraz	

c. d. tabeli G

wytworzonych przez inne kwiaty na odmianie czerwonej zapłodnione ich własnym pyłkiem	} 100 : 48
<i>Canna warszewiczii</i> — liczba nasion wytworzonych przez skrzyżowane i samozapłodnione kwiaty na krzyżowanych i samozapłodnianych roślinach trzech pokoleń łącznie	} 100 : 85

Ponieważ obie te tabele odnoszą się do płodności kwiatów zapłodnionych pyłkiem innej rośliny i swoim własnym, można je rozpatrywać łącznie. Różnica pomiędzy nimi polega na tym, że jeśli chodzi o tabelę G, samozapłodniane kwiaty powstały na samozapłodnianych osobnikach rodzicielskich, kwiaty zaś krzyżowane — na krzyżowanych, które w późniejszych pokoleniach stały się nieco bliżej spokrewnione wzajemnie i przez cały czas znajdowały się pod wpływem prawie tych samych warunków. Obie te tabele obejmują dane dotyczące pięćdziesięciu doświadczeń odnoszących się do trzydziestu dwu gatunków. Zapłodnienie krzyżowe i samozapłodnienie zastosowano do kwiatów wielu innych gatunków, lecz ponieważ tylko do nielicznych podchodzono w ten sam sposób, wyniki dotyczące ich płodności nie są miarodajne i nie zostały tu podane. Kilka innych wypadków odrzucono ze względu na to, że rośliny były chore. Jeżeli w tych dwu tabelach porównamy stosunki pomiędzy średnią płodnością kwiatów krzyżowanych oraz samozapłodnianych, stwierdzimy, że w większości wypadków (tj. w trzydziestu pięciu na pięćdziesiąt) kwiaty zapłodnione pyłkiem innej rośliny wydają więcej, a czasem o wiele więcej nasion niż kwiaty zapłodnione pyłkiem własnym; zwykle zawiązują też większy procent torebek. Stopień bezpłodności kwiatów samozapłodnianych krańcowo się różni u różnych gatunków, a jak się przekonamy w podrozdziale dotyczącym roślin samobezpłodnych, różnice takie występują nawet u osobników tego samego gatunku, jak również przy niewielkich zmianach w warunkach życia. Płodność ich waha się od zera do stopnia właściwego kwiatom krzyżowanym; nie mogę podać żadnego wyjaśnienia tego faktu. W obu tabelach jest piętnaście takich wypadków, w których liczba nasion w torebce u kwiatów samozapłodnianych jest równa lub wyższa niż u kwiatów krzyżowanych. Sądzę, że niektóre z tych wyników mają charakter przypadkowy, tj. nie powtórzyłyby się w drugim doświadczeniu. Odnosi się to przypuszczalnie do piątego pokolenia roślin *Ipomoea* i jednego doświadczenia z *Dianthus*. Wypadek najbardziej nieprawidłowy

wystąpił u *Nicotiana*, gdzie samozapładniane kwiaty roślin rodzicielskich oraz ich form potomnych w drugim i trzecim pokoleniu wytworzyły więcej nasion niż kwiaty krzyżowane; do wypadku tego powrócimy, gdy będziemy omawiać odmiany w wysokim stopniu samopłodne.

W tabeli G podano rośliny jednej grupy pochodzące od samozapładnianych form rodzicielskich, dlatego można by się spodziewać, że różnica w płodności kwiatów krzyżowanych i samozapładnianych zaznaczy się tutaj wyraźniej niż u roślin podanych w tabeli F, u których kwiaty zostały samozapłodnione po raz pierwszy. Zjawisko to jednak nie wystąpiło, o ile można wnioskować na podstawie moich skąpych materiałów. A zatem obecnie nie ma podstaw, aby sądzić, że płodność roślin zmniejsza się w kolejnych samozapładnianych pokoleniach, aczkolwiek są pewne dane, że zmniejsza się wysokość oraz ciężar tych roślin. Musimy jednak stale pamiętać o tym, że w dalszych pokoleniach rośliny krzyżowane spokrewniły się między sobą w mniejszym lub większym stopniu, przez cały zaś czas znajdowały się pod wpływem prawie jednakowych warunków.

Jest rzeczą zastanawiającą, że zarówno u roślin rodzicielskich, jak i w następnych pokoleniach nie ma całkowitej zgodności między stosunkową liczbą nasion wytworzonych przez kwiaty krzyżowane oraz samozapłodnione a stosunkową siłą wzrostu siewek otrzymanych z tych nasion. Na przykład chociaż krzyżowane oraz samozapłodnione kwiaty na roślinach rodzicielskich *Ipomoea*, *Gesneria*, *Salvia*, *Limnanthes*, *Lobelia fulgens* i *Nolana* wytworzyły prawie jednakową liczbę nasion, to jednak pod względem wysokości rośliny otrzymane z nasion krzyżowanych wykazały znaczną przewagę nad otrzymanymi z nasion samozapłodnionych. Krzyżowane kwiaty *Linaria* i *Viscaria* wydały daleko więcej nasion niż samozapłodnione; rośliny pochodzące z nasion krzyżowanych były również wyższe niż pochodzące od samozapłodnionych, ale różnice w obu wypadkach bynajmniej sobie nie odpowiadały. U *Nicotiana* kwiaty zapłodnione ich własnym pyłkiem były plenniejsze od kwiatów zapłodnionych pyłkiem nieco różniącej się odmiany, jednak rośliny otrzymane z tych ostatnich nasion były o wiele wyższe, cięższe i odporniejsze niż otrzymane z nasion samozapłodnionych. Natomiast krzyżowane siewki *Eschscholtzia* nie były ani wyższe, ani cięższe od samozapładnianych, chociaż kwiaty krzyżowane były znacznie plenniejsze od samozapłodnionych. Rośliny brazylijskiego i europejskiego rodzaju *Eschscholtzia* oraz niektóre osobniki *Reseda odorata* dostarczają jednak najlepszego dowodu, że bujność potomstwa nie jest proporcjonalna do liczby nasion wytwarzanych przez kwiaty krzyżowane i samo-

zapłodnione. Można by się bowiem spodziewać, że u siewek pochodzących od roślin, których kwiaty były w bardzo silnym stopniu samobezpłodne, w większym stopniu powinien przejawiać się korzystny wpływ krzyżowania niż u siewek pochodzących od roślin średnio lub całkowicie samopłodnych, a więc dla których zapłodnienie krzyżowe nie jest oczywiście niezbędne. W obu wymienionych wypadkach wynik był jednak odmienny. Stosunek średniej wysokości krzyżowanego i samozapłodnionego potomstwa w wysokim stopniu samopłodnej rośliny *Reseda odorata* wynosił 100 do 82, natomiast u analogicznego potomstwa rośliny bardzo silnie samobezpłodnej — 100 do 92.

Jeśli chodzi o podaną w tabeli D wrodzoną płodność roślin pochodzących z krzyżowania i samozapłodnienia, to jest o liczbę nasion wytworzonych przez obie grupy po zapłodnieniu ich kwiatów w ten sam sposób, odnoszą się do niej te same uwagi, o których wspomniano przy rozpatrywaniu tabel F i G: brak ścisłego związku między płodnością a siłą wzrostu. A więc krzyżowane i samozapładniane rośliny *Ipomoea*, *Papaver*, *Reseda odorata* i *Limnanthes* były prawie jednakowo płodne, chociaż pod względem wysokości osobniki krzyżowane znacznie przewyższały samozapładniane. Natomiast krzyżowane i samozapładniane rośliny *Mimulus* i *Primula* różniły się krańcowo pod względem wrodzonej płodności, chociaż w stopniu wcale nie odpowiadającym różnicy w wysokości czy bujności.

We wszystkich wypadkach podanych w tabelach E, F i G samozapłodnione kwiaty zostały zapłodnione ich własnym pyłkiem. Inna forma samozapłodnienia, a mianowicie pyłkiem innych kwiatów na tej samej roślinie, nie wykazuje żadnej różnicy pod względem liczby wytworzonych nasion albo też wywołuje bardzo nieznaczną różnicę. Ani u *Digitalis*, ani u *Dianthus*, stosując dla porównania obie metody, nie otrzymano miarodajnej różnicy w liczbie nasion. U *Ipomoea* w wyniku skrzyżowania kwiatów na tej samej roślinie powstało raczej więcej nasion niż z kwiatów ściśle samozapłodnionych; stosunek wyniósł 100 do 91. Mam jednak powody, ażeby podejrzewać, że wynik ten był przypadkowy. U *Origanum vulgare* jednak skrzyżowanie kwiatów na roślinach tego samego rodzaju, rozmnożonych przez kłącza, wyraźnie zwiększyło ich płodność, chociaż w słabym stopniu. Jak zobaczymy poniżej, zjawisko to wystąpiło również u *Eschscholtzia*, być może u *Corydalis cava* i *Oncidium*, jednakże nie wystąpiło u *Bignonia*, *Abutilon*, *Tabernaemontana*, *Senecio* i przypuszczalnie u *Reseda odorata*.

Rośliny samobezpłodne. Przykłady opisane poniżej można było włączyć do tabeli F, w której podana jest stosunkowa płodność kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem oraz pyłkiem innej rośliny. Doszedłem jednak do wniosku, że lepiej będzie omówić je osobno. Nie należy ich mylić z przykładami omawianymi w następnym rozdziale, tamte bowiem dotyczą kwiatów, które są bezpłodne, jeśli nie odwiedzają ich owady. Przyczyną ich bezpłodności nie jest jedynie niezdolność kwiatów do zapłodnienia się własnym pyłkiem; powodują ją także bądź czynniki mechaniczne uniemożliwiające trafienie pyłku na znamię, bądź niejednoczesne dojrzewanie pyłku i znamienia w tym samym kwiecie.

Omówilem obszernie ten problem w rozdziale XVII mojej pracy „Zmienność zwierząt i roślin w stanie udomowienia”, toteż podam tu tylko krótkie streszczenie opisanych tam wypadków, dodam natomiast inne, które mają duże znaczenie dla niniejszej pracy. Kölreuter dawno już temu opisał rośliny *Verbascum phoeniceum*, które w ciągu dwu lat były bezpłodne po zapyleniu ich własnym pyłkiem, lecz łatwo się zapładniały pyłkiem czterech innych gatunków; po jakimś czasie jednak rośliny te stały się w mniejszym lub większym stopniu samopłodne, wykazując zresztą pod tym względem duże wahania. Pan Scott badając dwie odmiany należące do tego gatunku również stwierdził, że były one samobezpłodne. To samo stwierdził Gärtner u *Verbascum nigrum*, a także u dwu roślin *Lobelia fulgens*, jakkolwiek obydwie miały zarówno pyłek, jak i zalążki zupełnie płodne w stosunku do innych gatunków. Okazało się też, że pięć gatunków *Passiflora* i niektóre osobniki szóstego gatunku były bezpłodne w stosunku do własnego pyłku; pewne jednak zmiany w ich warunkach życia, zaszczepienie na innej podkładce lub zmiana temperatury przywracały im samopłodność. Kwiaty całkowicie samobezpłodnej *Passiflora alata* zapłodnione pyłkiem jej własnych, również samobezpłodnych siewek były płodne. Pan Scott, później zaś również p. Munro stwierdzili, że niektóre gatunki *Oncidium* i *Maxillaria* rosnące w cieplarni w Edynburgu były całkowicie bezpłodne w stosunku do własnego pyłku; Fritz Müller stwierdził podobne zjawisko u wielu rodzajów *Orchidaceae* rosnących w swojej ojczyźnie, tj. południowej Brazylii¹. Wykrył on również, że pyłkowiny niektórych storczyków działają trująco na znamiona kwiatów, z których

¹ „Bot. Zeitung”, 1868, s. 114.

pochodzą; wydaje się też, że ostatnio Gärtner zaobserwował objawy tego niezwykłego zjawiska u niektórych innych roślin.

Fritz Müller stwierdza także, że pewien gatunek *Bignonia* oraz *Tabernaemontana echinata* w swojej ojczyźnie, Brazylii, są bezpłodne w stosunku do własnego pyłku¹. Podobne zjawisko występuje u szeregu roślin należących do *Amaryllidaceae* i *Liliaceae*. Hildebrand starannie badał *Corydalis cava* i stwierdził u niej całkowitą samobezpłodność², jednak według Caspary'ego od czasu do czasu zawiązuje się trochę nasion w wyniku samozapłodnienia; *Corydalis halleri* jest tylko w małym stopniu samobezpłodna, *Corydalis intermedia* zaś jest samopłodna³. U innego rodzaju należącego do *Fumariaceae*, mianowicie *Hypecoum*, Hildebrand⁴ stwierdził, że *H. grandiflorum* był wysoce samobezpłodny, *H. procumbens* natomiast — w wysokim stopniu samopłodny. *Thunbergia alata*, którą trzymałem w cieplej szklarni, wczesną wiosną była samobezpłodna, w późniejszym jednak okresie zawiązała dużo owoców w wyniku spontanicznego samozapłodnienia. Podobnie było z *Papaver vagum*. Inny gatunek, *P. alpinum*, jak stwierdza prof. H. Hoffmann, był poza jednym wyjątkiem całkowicie samobezpłodny⁵, natomiast *P. somniferum* okazał się — jak to sam stwierdziłem — w pełni samopłodny.

Eschscholtzia californica. Gatunek ten wymaga szerszego omówienia. Pewnego razu jedna z roślin, które Fritz Müller uprawiał w południowej Brazylii, zakwitła o miesiąc wcześniej od innych; nie zawiązała ona ani jednej torebki nasiennej. Skłoniło go to do przeprowadzenia dalszych obserwacji na sześciu następnych pokoleniach. Okazało się, że wszystkie te rośliny były całkowicie bezpłodne, jeżeli nie krzyżowały się za pośrednictwem owadów lub nie były sztucznie zapładniane pyłkiem innej rośliny; gdy warunki te zaistniały, rośliny były całkowicie płodne⁶. Fakt ten bardzo mnie zdziwił, przekonałem się bowiem, że w Anglii rośliny te przykryte siatką zawiązywały znaczną liczbę torebek nasiennych, stosunek zaś ciężaru zawartych w nich nasion do ciężaru nasion z torebek skrzyżowanych za pośrednictwem pszczoł wynosił 71 : 100. Profesor Hildebrand jednak twierdzi, że gatunek ten jest w Niemczech znacznie bardziej samobez-

¹ „Bot. Zeitung”, 1868, s. 626 oraz 1870, s. 274.

² „Report of the International Hort. Congress”, 1866.

³ „Bot. Zeitung”, 27 czerwca, 1873.

⁴ „Jahrb. für wiss. Botanik”, t. VII, s. 464.

⁵ „Zur Speciesfrage”, 1875, s. 47.

⁶ „Bot. Zeitung”, 1868, s. 115 oraz 1869, s. 223.

plodny, niż to wynikałoby z moich obserwacji w Anglii; stosunek liczby nasion z torebek samozapłodnionych do liczby nasion z torebek skrzyżowanych wynosił 11 : 100. Na moją prośbę Fritz Müller przesłał mi z Brazylii nasiona swych samobezpłodnych roślin; z nasion tych otrzymałem siewki. Dwie z nich przykryto siatką; jedna zawiązała samorzutnie tylko jedną torebkę nie zawierającą wcale dobrych nasion, zawiązała natomiast parę torebek, gdy zapłodniono ją sztucznie jej własnym pyłkiem. Druga roślina zawiązała samorzutnie pod siatką osiem torebek, z których jedna zawierała co najmniej trzydzieści nasion, przeciętnie zaś było około dziesięciu nasion w torebce. Osiem kwiatów z tych dwu roślin sztucznie zapłodniono ich własnym pyłkiem; zawiązały one siedem torebek zawierających średnio po dwanaście nasion; osiem innych kwiatów zapłodniono pyłkiem innej rośliny pochodzącej z Brazylii, i te zawiązały osiem torebek zawierających średnio mniej więcej po osiemdziesiąt nasion; daje to stosunek 15 nasion z torebek samozapłodnionych do 100 — ze skrzyżowanych. W późniejszym okresie tego samego roku na roślinach tych sztucznie zapłodniono własnym pyłkiem dwanaście innych kwiatów; zawiązały one jednak tylko dwie torebki zawierające trzy i sześć nasion. Wydaje się więc, że u tych roślin samopłodność zwiększa się, gdy znajdują się one w temperaturze nieco niższej niż w Brazylii, zmniejsza się natomiast przy dalszym spadku temperatury. Kiedy z przykrytych roślin zdjęto siatkę, pszczoły zaczęły je masowo odwiedzać. Z zaciekawieniem obserwowałem, jak szybko obie rośliny — nawet ta bardziej bezpłodna — okryły się młodymi torebkami. W następnym roku na roślinach należących do rodzaju brazylijskiego i pochodzących z nasion, które otrzymano w wyniku samozapłodnienia (a więc na wnukach roślin, które rosły w Brazylii), osiem kwiatów ponownie zapłodniono ich własnym pyłkiem i otrzymano pięć torebek zawierających średnio po 27,4 nasienia, największa zaś liczba nasion w jednej torebce wynosiła czterdzieści dwa. Samopłodność ich zatem znacznie wzrosła wskutek tego, że w ciągu dwu pokoleń rosły w Anglii. Na ogół możemy wnioskować, że w Anglii rośliny należące do rodzaju brazylijskiego są znacznie bardziej samopłodne niż w Brazylii, natomiast mniej samopłodne niż rosnące w Anglii rośliny angielskiego pochodzenia. Rośliny zatem pochodzące z Brazylii w pewnym stopniu utrzymały wskutek dziedziczenia swą dawną konstytucję płciową. W przeciwieństwie do tego rośliny, które Fritz Müller otrzymał w Brazylii z przysłanych przeze mnie nasion angielskich, były znacznie bardziej samopłodne niż jego rośliny uprawiane tam przez kilka pokoleń. Donosi mi on jednak, że jedna z roślin,

której rodzice pochodzili z Anglii, a która nie kwitła w pierwszym roku i przez dwa lata znajdowała się pod wpływem brazylijskiego klimatu, okazała się samobezpłodna, podobnie jak rośliny brazylijskie. Fakt ten świadczy o tym, jak szybko klimat wywarł swój wpływ na właściwości płciowe tych roślin.

Abutilon darwinii. Nasiona tej rośliny przysłał mi Fritz Müller, który stwierdził, że gatunek ten, podobnie jak niektóre inne gatunki tego rodzaju, są w swojej ojczyźnie, tj. południowej Brazylii, bezpłodne, jeżeli nie zapłodnią się pyłkiem przeniesionym z innej rośliny sztucznie lub naturalnie — przez kolibry¹. Z nasion tych otrzymałem kilka roślin, które umieściłem w cieplarni. Gdy wczesną wiosną zakwitły, zapłodniłem dwadzieścia kwiatów pyłkiem bądź z tego samego kwiatu, bądź z innych kwiatów tej samej rośliny; nie zawiązała się jednak ani jedna torebka nasienna, mimo że łagiewki pyłkowe wrosły do znamion w dwadzieścia siedem godzin po umieszczeniu na nich pyłku. Jednocześnie dziewiętnaście kwiatów skrzyżowano używając pyłku z odrębnej rośliny; z tych kwiatów otrzymano trzydzieści torebek wypełnionych dorodnymi nasionami. Otrzymano by z krzyżowania jeszcze większą liczbę torebek, gdyby nie to, że niektóre z tych dziewiętnastu kwiatów były na roślinie, jak się później okazało, całkowicie bezpłodnej niezależnie od rodzaju stosowanego pyłku. Początkowo zatem rośliny te zachowywały się zupełnie tak samo jak w Brazylii, później jednak, w drugiej połowie maja i w czerwcu, zawiązały one pod siatką kilka spontanicznie samozapłodnionych torebek nasiennych. Wówczas zapłodniono szesnaście kwiatów ich własnym pyłkiem; zawiązały one pięć torebek zawierających średnio po 3,4 nasienia. W tym czasie wybrałem losowo cztery torebki z rosnących tuż obok roślin nie przykrytych, których kwiaty, jak to przedtem zaobserwowałem, oblatywane były przez trzmiele; te torebki zawierały średnio po 21,5 nasienia. Stosunek więc liczby nasion w torebkach naturalnie skrzyżowanych do liczby nasion w torebkach samozapłodnionych wynosił 100 : 16. Interesujące jest w tym wypadku to, że rośliny, które miały nienaturalne warunki, gdyż rosły w doniczkach w cieplarni, na innej półkuli, przy kompletnym odwróceniu pór roku, były w pewnym stopniu samopłodne, gdy tymczasem w swej ojczyźnie są, jak się wydaje, zawsze całkowicie samobezpłodne.

Senecio cruentus (odmiany szklarniowe, nazywane pospolicie cyneriami, pochodzące prawdopodobnie od kilku gatunków krzewiastych lub

¹ „Jenaische Zeitschr. für Naturwiss.”, t. VII, 1872, s. 22 oraz 1873, s. 441.

zielnych, wielokrotnie ze sobą krzyżowanych¹. Dwie odmiany* o purpurowych kwiatach umieszczono w szklarni pod siatką; po cztery koszyczki kwiatowe na każdej z nich pocierano co pewien czas kwiatami drugiej rośliny, dzięki czemu znamiona każdej z nich były obficie pokryte pyłkiem drugiej. Z ośmiu koszyczków, na których wykonywano te zabiegi, dwa zawiązały bardzo mało nasion, sześć jednak pozostałych miało średnio po 41,3 nasienia na koszyczek, przy tym nasiona te kiełkowały dobrze. Na obu roślinach znamiona w czterech innych koszyczkach starannie pokryto warstwą pyłku pochodzącego z tych samych koszyczków; tych osiem koszyczków wydało łącznie dziesięć nędznych nasion, które okazały się niezdolne do kiełkowania. Zbadałem wiele kwiatów na obu roślinach i stwierdziłem, że jakkolwiek znamiona ich pokryte były pyłkiem, nie zawiązały one jednak ani jednego nasienia. Rośliny te pozostawiono później nie przykryte w tym samym pomieszczeniu, w którym kwitło wiele innych cynerarii. Pszczoly często odwiedzały kwiaty, które wydały potem mnóstwo nasion. Jedna z omawianych dwu roślin miała jednak więcej nasion niż druga, gdyż gatunek ten wykazuje pewną tendencję do dwupienności.

Doświadczenie to powtórzono na innej odmianie, mającej białe płatki z czerwonymi smugami. Wiele znamion na dwu koszyczkach pokryto pyłkiem poprzednio omawianej odmiany czerwonej; jeden koszyczek wydał jedenaście, drugi zaś dwadzieścia dwa nasiona, które dobrze kiełkowały. Na kilku innych koszyczkach wiele znamion kilkakrotnie pokrywano pyłkiem kwiatów z tych samych koszyczków; wydały one jednak tylko pięć nędznych nasion niezdolnych do kiełkowania. Jak z tego wynika, omówione trzy rośliny należące do dwu odmian, jakkolwiek bujnie rosły i były płodne przy zapładnianiu ich pyłkiem którejkolwiek z dwu pozostałych roślin, były zupełnie bezpłodne przy użyciu pyłku z innych kwiatów tej samej rośliny.

Reseda odorata. Stwierdziwszy, że niektóre osobniki są samobezpłodne, latem 1868 roku przykryłem osobnymi siatkami siedem roślin, które w dalszym ciągu będę nazywał A, B, C, D, E, F i G. Wszystkie te rośliny wydawały się zupełnie bezpłodne w stosunku do pyłku własnego, lecz całkowicie płodne w stosunku do pyłku każdej z roślin pozostałych.

¹ Jestem bardzo wdzięczny panom Moore i Thiseltonowi Dyer za udzielenie mi informacji o odmianach, nad którymi pracowałem. Pan Moore przypuszcza, że w naszych cynerariach w większym lub mniejszym stopniu zmieszały się *Senecio cruentus*, *tussilaginis* i prawdopodobnie również *heritieri*, *maderensis* oraz *populifolius*.

* Wydaje się, że powinno być: dwie rośliny należące do odmiany o purpurowych kwiatach (*Tlum.*)

Na roślinie A czternaście kwiatów skrzyżowano używając pyłku z roślin B lub C; otrzymano trzynaście dorodnych torebek nasiennych. Szesnaście kwiatów zapłodniono pyłkiem innych kwiatów tej samej rośliny, lecz nie zawiązały one ani jednej torebki nasiennej.

Na roślinie B czternaście kwiatów skrzyżowano stosując pyłek z roślin A, C lub D; wszystkie wytworzyły torebki. Niektóre z nich nie były zbyt dorodne, zawierały jednak dużo nasion. Osiemnaście kwiatów zapłodniono pyłkiem innych kwiatów z tej samej rośliny, lecz nie zawiązały one ani jednej torebki nasiennej.

Na roślinie C dziesięć kwiatów zapłodniono krzyżowo pyłkiem z roślin A, B, D lub E; otrzymano dziewięć dorodnych torebek nasiennych. Dziewiętnaście kwiatów zapłodniono pyłkiem innych kwiatów z tej samej rośliny, jednak nie zawiązały one torebek.

Na roślinie D dziesięć kwiatów skrzyżowano używając pyłku z roślin A, B, C lub E; otrzymano dziewięć dorodnych torebek. Osiemnaście kwiatów zapłodniono pyłkiem innych kwiatów z tej samej rośliny, jednak nie zawiązały one torebek.

Na roślinie E siedem kwiatów skrzyżowano stosując pyłek z roślin A, C lub D; wszystkie zawiązały dorodne torebki nasienne. Osiem kwiatów, które zapłodniono pyłkiem innych kwiatów z tej samej rośliny, nie zawiązało torebek.

Na roślinach F i G kwiatów nie krzyżowano, lecz bardzo wiele z nich (nie policzono ile), zapłodniono pyłkiem innych kwiatów z tych samych roślin; nie zawiązały one ani jednej torebki.

A zatem na pięćdziesięciu pięciu kwiatach omówionych poprzednio pięciu roślin przeprowadzono krzyżówki odwrotne w różnych kombinacjach; na każdej z tych roślin po kilka kwiatów zapłodniono pyłkiem z kilku innych roślin. Z tych pięćdziesięciu pięciu kwiatów otrzymano pięćdziesiąt dwie torebki nasienne, z których prawie wszystkie miały normalne rozmiary i zawierały bardzo dużo nasion. Natomiast siedemdziesiąt dziewięć kwiatów (poza tym wiele innych, których nie policzono) zapłodnionych pyłkiem innych kwiatów tej samej rośliny nie zawiązało ani jednej torebki. W jednym wypadku zbadałem znamiona kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem; okazało się, że do znamion tych wniknęły łagiewki pyłkowe, nie dając jednak żadnego efektu. Zazwyczaj, a przypuszczam nawet, że zawsze, pyłek opada z pylników na znamiona tego samego kwiatu; niemniej jednak z siedmiu omawianych wyżej przykrytych roślin tylko trzy w ogóle wydały samorzutnie torebki, prawdopodobnie w wyniku samozapłodnienia. Łącznie było siedem

takich torebek; ponieważ jednak wszystkie znajdowały się tuż koło kwiatów sztucznie krzyżowanych, prawdopodobnie na znamiona ich spadło przypadkowo parę ziarn obcego pyłku. Poza powyższymi siedmiu roślinami cztery inne przykryto wspólną dużą siatką. Na niektórych z nich znalazłem po kilka torebek nasiennych rozmieszczonych tu i ówdzie, w sposób najbardziej przypadkowy. Nasuwa mi to przypuszczenie, że jedna z pszczoł, których bardzo wiele sadowiło się na zewnętrznej stronie siatki, zwabiona zapachem, dostała się w jakiś sposób pod siatkę i skrzyżowała parę kwiatów.

Na wiosnę 1869 roku cztery rośliny otrzymane z nowych nasion starannie przykryto osobnymi siatkami. Tym razem wynik był zupełnie różny od poprzedniego. Trzy spośród tych osłoniętych roślin dosłownie uginały się pod ciężarem torebek nasiennych, szczególnie na początku lata. Fakt ten wskazuje, że temperatura wywiera pewien wpływ, jak wynika jednak z doświadczenia opisanego poniżej, wrodzona konstytucja rośliny jest o wiele ważniejszym czynnikiem. Czwarta roślina miała tylko kilka torebek, przy tym wiele z nich było drobnych; roślina ta jednak była znacznie bardziej samopłodna niż którakolwiek z siedmiu badanych w poprzednim roku. Kwiaty na czterech małych gałązkach tej na wpół samobezpłodnej rośliny pokryto pyłkiem jednej z roślin pozostałych; ze wszystkich tych kwiatów otrzymano dorodne torebki nasienne.

Ponieważ byłem bardzo zaskoczony różnicą w wynikach doświadczeń przeprowadzonych w dwu poprzednich latach, w roku 1870 sześć nowych roślin przykryłem osobnymi siatkami. Okazało się, że dwie z nich były prawie całkowicie samobezpłodne, gdyż po starannym poszukiwaniu znalazłem tylko trzy małe torebki, z których każda zawierała jedno lub dwa drobne, niezdolne zresztą do kiełkowania nasionka. Na każdej z tych roślin kilka kwiatów zapłodniono wzajemnie pyłkiem z drugiej rośliny, kilka zaś kwiatów — pyłkiem z niżej opisanych roślin samopłodnych; wszystkie te kwiaty zawiązały dorodne torebki. Cztery pozostałe rośliny, aczkolwiek w tym czasie nadal przykryte siatkami, stanowiły zdumiewający kontrast (choć jedna z nich w nieco mniejszym stopniu od innych), gdyż dosłownie pokryte były spontanicznie samozapłodnionymi torebkami, równie lub prawie równie licznymi, jak torebki na rosnących obok roślinach nie osłoniętych.

Poprzednie trzy spontanicznie samozapłodnione torebki z dwu prawie całkowicie samobezpłodnych roślin zawierały łącznie pięć nasion; otrzymałem z nich w następnym (1871) roku pięć roślin, które przykryto osob-

nymi siatkami. Wyrosły one do niezwykle dużych rozmiarów. Zbadano je 29 sierpnia. Na pierwszy rzut oka wyglądały tak, jak gdyby wcale nie miały torebek nasiennych; po starannym jednak przeszukaniu ich licznych gałązek na trzech spośród tych roślin znaleziono po dwie czy trzy torebki, na czwartej pół tuzina, na piątej zaś — około osiemnastu. Jednak wszystkie te torebki były drobne, niektóre zaś puste; przeważnie zawierały po jednym nasieniu, rzadko więcej. Po tym zbadaniu zdjęto siatki. Natychmiast pszczoły zaczęły przenosić pyłek z jednej z tych prawie samobezpłodnych roślin na inne, w pobliżu bowiem nie było innych roślin rzedy. Po kilku tygodniach na końcach gałązek wszystkich pięciu roślin było pełno torebek, co stanowiło szczególny kontrast z dolnymi, obnażonymi częściami tych samych długich gałązek. Pięć zatem omawianych roślin prawie ściśle odziedziczyło tę samą konstytucję płciową, którą mieli ich rodzice, nie ulega też wątpliwości, że łatwo można byłoby wyhodować samobezpłodną rasę rzedy.

Reseda lutea. Rośliny tego gatunku otrzymano z nasion zebranych z grupy dzikich roślin rosnących w pobliżu mojego ogrodu. Gdy przypadkowo zauważyłem, że niektóre z tych roślin są samobezpłodne, dwie losowo wybrane rośliny przykryłem osobnymi siatkami. Jedna z nich wkrótce pokryła się spontanicznie samozapłodnionymi torebkami, których było równie dużo jak na sąsiednich nie osłoniętych roślinach, a zatem najwidoczniej była ona w pełni samopłodna. Druga roślina była częściowo samobezpłodna, miała bowiem bardzo mało torebek, w znacznej części drobnych. Gdy jednak ta roślina wyrosła wysoko, najwyższe gałązki dotknęły siatki i zaczęły krzywo rosnać; wówczas pszczoły mogły poprzez oczka siatki penetrować kwiaty i przenosić na nie pyłek z roślin sąsiednich. Wkrótce gałązki te pokryły się torebkami, wówczas gdy pozostałe, niższe gałązki były prawie nagie. Konstytucja płciowa tego gatunku jest zatem podobna do konstytucji *Reseda odorata*.

Uwagi końcowe o roślinach samobezpłodnych. Chcąc maksymalnie ułatwić samozapłodnienie niektórych omawianych wyżej roślin, wszystkie kwiaty na roślinie *Reseda odorata* i niektóre kwiaty na roślinie *Abutilon* zapłodniłem pyłkiem innych kwiatów z tej samej rośliny. Jeśli chodzi o *Senecio*, to zamiast pyłku z tych samych kwiatów użyłem pyłku innych kwiatów z tego samego koszyczka; nie wywołało to jednak różnicy w wynikach. Fritz Müller wypróbował oba rodzaje samozapłodnienia na *Bignonia*, *Tabernaemontana* i *Abutilon*, także nie otrzymując różnic w wynikach. U *Eschscholtzia* jednak stwierdził, że pyłek z innych kwia-

tów tej samej rośliny jest nieco bardziej zdolny do zapłodnienia niż pyłek tego samego kwiatu. To samo stwierdził w Niemczech Hildebrand¹; na piętnaście zapłodnionych w ten sposób kwiatów *Eschscholtzia* trzynaście zawiązało torebki, które zawierały średnio po 9,5 nasienia, natomiast na dwadzieścia jeden kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem tylko czternaście zawiązało torebki, w których było średnio po 9,0 nasion. Tendencję do takiej samej różnicy stwierdzili również Hildebrand u *Corydalis cava*, Fritz Müller zaś — u jednego z gatunków *Oncidium*².

Przy rozważaniu przytoczonych wyżej wypadków uderza przede wszystkim częstość występowania całkowitej lub prawie całkowitej samobezpłodności w królestwie roślin. Wypadków tych, jak dotąd, nie jest wiele, można je bowiem wykryć tylko wtedy, gdy osłania się rośliny przed owadami, następnie zaś — zapładnia je pyłkiem innej rośliny tego samego gatunku oraz ich własnym pyłkiem; zdolność do zapłodnienia tego ostatniego trzeba przy tym zbadać w innych doświadczeniach. Jeśli się tego wszystkiego nie zrobi, nie można stwierdzić, czy przyczyną samobezpłodności roślin nie jest uszkodzenie w zmienionych warunkach życia ich organów rozrodczych męskich lub żeńskich albo też jednych i drugich. W trakcie moich badań stwierdziłem trzy nowe wypadki tego zjawiska, a ponieważ Fritz Müller również zaobserwował kilka innych, może się okazać, że nie są one wcale rzadkie³.

Jeśli wśród roślin tego samego gatunku i pochodzących od tych samych rodziców jedne osobniki są samobezpłodne, inne zaś samopłodne, czego najbardziej jaskrawym przykładem jest *Reseda odorata*, nic dziwnego, że te same różnice występują między poszczególnymi gatunkami tego samego rodzaju. Tak więc w doświadczeniach przekonałem się, że *Verbascum phoeniceum* i *V. nigrum* są samobezpłodne, natomiast *V. thapsus* i *V. lychnitis* są w pełni samopłodne. Takie same różnice zachodzą między niektórymi gatunkami rodzajów *Papaver*, *Corydalis* i innych. Niemniej jednak w pewnych grupach niewątpliwie istnieje tendencja do samobezpłodności, na przykład u *Passiflora*, a jeśli chodzi o storczyki — u *Vandaeae*.

¹ „Pringsheim's Jahrbuch. für wiss. Botanik”, t. VII. s. 467.

² „Var. under Dom.”, rozdz. XVII, wyd. 2, t. II, s. 113—115.

³ Pan Wilder, wydawca pewnego czasopisma ogrodniczego w Stanach Zjednoczonych (cytowanego w „Gard. Chron.”, 1868, s. 1286), stwierdza, że *Lilium auratum*, *Impatiens pallida* i *I. fulva* nie mogą zapłodnić się własnym pyłkiem. Rimpan twierdzi, że żyto jest prawdopodobnie bezpłodne w stosunku do własnego pyłku.

Stopień bezpłodności jest bardzo różny u różnych roślin. W tych wyjątkowych wypadkach, w których pyłek z tego samego kwiatu działa na znamię trującą, jest rzeczą prawie pewną, że roślina nie może zawiązać ani jednego samozapłodnionego nasienia. Inne rośliny, jak np. *Corydalis cava*, czasem, jakkolwiek bardzo rzadko, zawiązują po parę nasion po samozapłodnieniu. Jak widać w tabeli F, wiele roślin wykazuje mniejszą płodność przy zapłodnianiu pyłkiem własnym niż pyłkiem z innej rośliny; wreszcie niektóre gatunki są w pełni samopłodne. Nawet w obrębie gatunku — jak już wspomniano — jedne osobniki są całkowicie samobezpłodne, inne w pewnym tylko stopniu, niektóre zaś wykazują całkowitą samopłodność. Jaka by nie była przyczyna powodująca u wielu roślin mniejszą lub większą bezpłodność w stosunku do własnego pyłku, to jest bezpłodność przy samozapłodnieniu, w pewnym przynajmniej stopniu musi się ona różnić od przyczyn powodujących różnice w wysokości, bujności i płodności roślin wyrastających z nasion samozapłodnionych i skrzyżowanych. Wiemy już, że te dwie kategorie zjawisk bynajmniej nie przebiegają równolegle. Można byłoby zrozumieć ten brak równoległości, gdyby udało się wytłumaczyć samobezpłodność po prostu tym, że łagiewki pyłku umieszczonego na znamieniu tego samego kwiatu nie są zdolne przeniknąć dostatecznie głęboko, by osiągnąć zalążków. Jeśli chodzi natomiast o silniejszy lub słabszy wzrost siewek, zależy on niewątpliwie od charakteru zawartości ziarn pyłku i zalążków. Wiadomo już obecnie, że u niektórych roślin wydzielina znamienia nie pobudza we właściwy sposób ziarn pyłku pochodzących z tego samego kwiatu, wskutek czego łagiewki nie rozwijają się właściwie. Według Fritza Müllera zjawisko to zachodzi u *Eschscholtzia*, u której łagiewki pyłkowe nie przenikają dość głęboko poprzez znamię¹; podobnie dzieje się u należącego do *Orchidaceae* rodzaju *Notylia*, u którego łagiewki w ogóle nie wnikają do znamienia.

Ściśle analogiczne do samozapłodnienia jest nieprawowite kojarzenie się roślin tej samej formy u gatunków di- i trimorficznych, prawowite natomiast łączenie się bardzo przypomina zapłodnienie krzyżowe. W tym wypadku również obniżona płodność lub zupełna bezpłodność występująca przy nieprawowitym łączeniu się jest częściowo przynajmniej spowodowana niezdolnością do współdziałania ziarn pyłku i znamienia. Na przykład u *Linum grandiflorum* — jak o tym wspomniałem w innym miejscu² —

¹ „Bot. Zeitung”, 1868, s. 114, 115.

² „The Different Forms of Flowers” itd., s. 87.

zarówno u form krótko-, jak i długosłupkowych na setki ziarn pyłku umieszczanego na znamieniu ich własnej formy nie więcej niż dwa czy trzy wypuszczają łagiewki, które przy tym nie wnikają głęboko; samo znamię również nie zmienia barwy, jak to się dzieje przy prawowitym zapłodnieniu.

Z drugiej strony różnice dotyczące wrodzonej płodności, jak również wzrostu roślin otrzymanych z nasion krzyżowanych i samozapłodnionych oraz różnice w płodności i wzroście prawowitego i nieprawowitego potomstwa roślin di- i trimorficznych muszą być spowodowane jakimś brakiem zgodności między elementami płciowymi w ziarnach pyłku i zalążkach, gdyż właśnie ich łączenie się prowadzi do rozwoju nowych organizmów.

Jeśli z kolei zastanowimy się nad bardziej bezpośrednim powodem samobezpłodności, widzimy wyraźnie, że w większości wypadków determinują ją warunki, w jakich rośliny się znajdowały i znajdują. Tak więc w gorącym klimacie Brazylii *Eschscholtzia* jest całkowicie samobezpłodna, lecz najzupełniej płodna po zapłodnieniu pyłkiem każdego innego osobnika. W Anglii potomstwo roślin brazylijskich stało się częściowo samopłodne w ciągu jednego pokolenia i jeszcze bardziej samopłodne — w drugim. Odwrotnie natomiast, potomstwo roślin angielskich po dwu okresach wegetacji w Brazylii stało się w pierwszym pokoleniu całkowicie samobezpłodne. Ponadto *Abutilon darwinii*, który w swej ojczyźnie — Brazylii — jest samobezpłodny, rosnąc w Anglii, w cieplarni, w pierwszym pokoleniu okazał się w pewnej mierze samopłodny. Niektóre inne rośliny są samobezpłodne na początku okresu wegetacji, później natomiast stają się samopłodne. *Passiflora alata* utraciła samobezpłodność po zaszczepieniu jej na roślinie innego gatunku. Jeśli chodzi natomiast o rezedę, u której w potomstwie tych samych rodziców jedne osobniki są samobezpłodne, inne zaś samopłodne, musimy wskutek naszej niewiedzy mówić o zmienności samorzutnej jako o przyczynie. Należy jednak pamiętać, że przodkowie tych roślin, zarówno ze strony ojcowskiej, jak i macierzystej, mogli rosnąć w nieco odmiennych warunkach. Szczegóły te podałem dlatego, gdyż szereg doniosłych konsekwencji wynika z faktu, że środowisko może tak łatwo i w tak szczególny sposób wpływać na organy rozrodcze. Tak więc bezpłodność wielu zwierząt i roślin w zmienionych warunkach życia, na przykład w niewoli, niewątpliwie stanowi ilustrację ogólnej zasady, w myśl której układ płciowy łatwo podlega wpływom środowiska. Jest już rzeczą stwierdzoną, że krzyżowanie roślin, które w ciągu kilku poprzednich pokoleń były samozapładniane lub krzyżowane między sobą i przez cały czas

znajdowały się w bardzo podobnych warunkach, nie przynosi korzyści potomstwu, krzyżowanie natomiast roślin, które poprzednio znajdowały się w odmiennych warunkach, jest dla potomstwa niezwykle korzystne. Możemy wobec tego wyciągnąć wniosek, że pewien stopień zróżnicowania układu płciowego stanowi niezbędny warunek, który umożliwia osiągnięcie pełnej płodności przez rośliny rodzicielskie oraz silnej konstytucji ich potomstwa. Wydaje się również, że u roślin w pełni zdolnych do samozapłodnienia męskie i żeńskie elementy oraz organy płciowe różnią się już między sobą w stopniu wystarczającym do tego, aby wzajemnie pobudzać się do współdziałania. Kiedy jednak rośliny takie przenosi się do innego kraju, ich elementy i organy płciowe stają się jak gdyby zbyt mało zróżnicowane, aby mogły odpowiednio współdziałać, wskutek czego stają się samobezpłodne, podobnie jak to się dzieje u rośliny samozapłodnionej długo uprawianej w tych samych warunkach. Możemy też wnioskować, że u tych roślin, które w swej ojczyźnie są całkowicie samobezpłodne, elementy płciowe w zmienionych warunkach ulegają takiej zmianie, iż zróżnicowanie ich wystarcza do wzajemnego współdziałania; wskutek tego rośliny stają się samopłodne.

Wiemy, że siewki samozapłodnione są pod wieloma względami gorsze od siewek pochodzących ze skrzyżowania. Ponieważ zaś u roślin dziko rosnących przenoszenie przez wiatr lub owady pyłku na znamię tego samego kwiatu jest prawie nieuniknione, na pierwszy rzut oka wydaje się bardzo prawdopodobne, że pod wpływem doboru naturalnego rośliny stawały się coraz bardziej samobezpłodne, aby uniknąć samozapłodnienia. Trudno wątpić, że już sama budowa niektórych kwiatów — podobnie jak dichogamiczność wielu innych — sprawia, że własny pyłek nie może dostać się na znamię tego samego kwiatu. Musimy jednak pamiętać, że u większości gatunków kwitnie jednocześnie wiele kwiatów i że pyłek z tej samej rośliny jest równie lub prawie tak samo szkodliwy, jak pyłek z tego samego kwiatu. Niemniej jednak nie można, moim zdaniem, zgodzić się z tym, że samobezpłodność jest właściwością, która powstała stopniowo specjalnie w celu przeciwdziałania samozapłodnieniu. Przede wszystkim nie ma ścisłej współzależności między stopniem bezpłodności roślin rodzicielskich przy samozapłodnieniu a osłabieniem potomstwa następującym wskutek tego procesu. Pewnej tego rodzaju współzależności można by oczekiwać, gdyby samobezpłodność powstała dlatego, że samozapłodnienie jest szkodliwe. Przeciwno temu pogładowi przemawia również fakt, że potomstwo tych samych rodziców znacznie się różni stopniem samobezpłodności. Moglibyśmy

się zgodzić z tym poglądem, gdybyśmy założyli, iż pewne osobniki stały się samobezpłodne dla ułatwienia krzyżowania się, inne natomiast stały się samopłodne, aby zapewnić rozmnażanie się gatunku. Zjawisko zaobserwowane u *Lobelia*, polegające na tym, że osobniki samobezpłodne występują tylko od czasu do czasu, nie jest sprzeczne z tym ostatnim przypuszczeniem. Najbardziej jednak ważkim argumentem przeciw pogładowi, że samobezpłodność powstała dla przeciwdziałania samozapłodnieniu, jest fakt, że zmiana warunków wpływa od razu i w sposób decydujący zarówno w kierunku wywoływania, jak i znoszenia samobezpłodności. Nie mamy więc podstaw, aby przypuszczać, że ten szczególny stan układu rozrodczego powstawał stopniowo w wyniku doboru naturalnego; musimy go traktować jako przypadkowy skutek warunków, w jakich rośliny się znalazły, podobnie jak zwykłą bezpłodność spowodowaną u zwierząt w niewoli, u roślin zaś — przez przenawożenie, wysoką temperaturę itp. Nie oznacza to, abym sądził, że samobezpłodność przeciwdziałając samozapłodnieniu nie może czasem być pożyteczna dla rośliny; istnieje jednak tak dużo innych środków, które uniemożliwiają lub utrudniają samozapłodnienie, między innymi — o czym będzie mowa w następnym rozdziale — przewaga pyłku z innej rośliny nad pyłkiem z tej samej rośliny, że samobezpłodność byłaby niemal zbytecznym przystosowaniem do tego celu.

Najciekawszym wreszcie momentem, jeśli chodzi o rośliny samobezpłodne, są dane świadczące o tym, że aby elementy płciowe mogły się połączyć i dać początek nowej istocie, korzystny jest, a bodaj nawet niezbędny pewien stopień czy rodzaj zróżnicowania elementów płciowych. Przekonałem się, że u *Reseda odorata* pięć przypadkowo wybranych roślin mogło się doskonale zapłodnić pyłkiem którejkolwiek z nich, lecz nie swoim własnym; dodatkowo wykonałem również parę prób na innych osobnikach, nie notując wyników. Hildebrand i Fritz Müller również często wspominają o tym, że rośliny samobezpłodne są płodne w stosunku do pyłku jakiegokolwiek innego osobnika. Gdyby istniały jakiegokolwiek wyjątki od tej reguły, wątpię, by mogły ująć ich albo mojej uwadze. Śmiało więc możemy stwierdzić, że roślinę samobezpłodną może zapłodnić pyłek jakiegokolwiek z tysiąca czy dziesięciu tysięcy osobników tego samego gatunku, lecz nie własny pyłek. Nie jest oczywiście możliwe, aby organy i elementy płciowe każdego osobnika mogły się wyspecjalizować w stosunku do każdego innego osobnika. Można jednak sądzić, że elementy płciowe każdego osobnika różnią się nieco w taki sam sposób jak ich cechy zewnętrzne; wszak często zwracano uwagę na to, że nie ma dwu osobników absolutnie podobnych

do siebie. Toteż trudno nie dojść do wniosku, że analogiczne różnice o nieokreślonym charakterze w układzie rozmnażania wystarczają do wzajemnego pobudzenia elementów płciowych, brak natomiast takiego zróżnicowania powoduje obniżenie płodności.

Pojawienie się odmian w wysokim stopniu samopłodnych. Przekonał się już, że kwiaty w bardzo różnym stopniu zdolne są do zapłodnienia własnym pyłkiem. Dotyczy to zarówno gatunków należących do tego samego rodzaju, jak również niekiedy osobników tego samego gatunku. Rozpatrzmy teraz kilka podobnych wypadków dotyczących pojawienia się odmian, które przy samozapłodnieniu wydają więcej nasion i których potomstwo jest wyższe niż samozapładniane formy rodzicielskie czy też krzyżowane między sobą rośliny odpowiadającego im pokolenia.

Pierwszy przykład jest następujący. Wysoka odmiana, o której często wspominałem, mająca białe kwiaty karmazynowo nakrapiane, pojawiła się po raz pierwszy w trzecim i czwartym pokoleniu *Mimulus luteus* zarówno wśród roślin krzyżowanych między sobą, jak i samozapładnianych. We wszystkich późniejszych pokoleniach samozapładnianych przewaga tej odmiany była tak duża, że wyparła ona wszystkie inne odmiany, wiernie przekazując swe cechy potomstwu; natomiast wśród roślin krzyżowanych między sobą znikła całkowicie niewątpliwie wskutek tego, że cechy jej przy krzyżowaniu ustawicznie ulegały wymieszaniu. Samozapładniane rośliny należące do tej odmiany były nie tylko wyższe, lecz również bardziej płodne niż rośliny krzyżowane między sobą, jakkolwiek te ostatnie w poprzednich pokoleniach były znacznie wyższe i bardziej płodne niż rośliny samozapładniane. Tak więc w piątym pokoleniu stosunek ciężaru roślin samozapładnianych do ciężaru roślin krzyżowanych między sobą wynosił 126 do 100. Również w szóstym pokoleniu były one znacznie wyższe i dorodniejsze, jednak nie mierzono ich. Stosunek liczby torebek na roślinach krzyżowanych między sobą i samozapładnianych wynosił 147 do 100, przy tym torebki roślin samozapładnianych zawierały więcej nasion. W siódmym pokoleniu stosunek wysokości roślin samozapładnianych do krzyżowanych wynosił 137 do 100. Dwadzieścia kwiatów na roślinach samozapładnianych związało po zapłodnieniu własnym pyłkiem dziewiętnaście bardzo dobrze wykształconych torebek; podobnie wysokiego stopnia samopłodności nie zaobserwowałem w żadnym innym wypadku. U odmiany tej powstało prawdopodobnie jakieś specjalne przystosowanie polegające na tym, że

samozapłodnienie, które tak ujemnie wpływało na rośliny rodzicielskie w pierwszych czterech pokoleniach, było dla niej pod każdym względem korzystne. Należy jednak pamiętać, że siewki pochodzące z tej odmiany po skrzyżowaniu z nowym rodem miały olbrzymią przewagę pod względem wysokości i płodności nad roślinami samozapładnianymi odpowiadającego im pokolenia.

Drugi wypadek polega na tym, że w szóstym pokoleniu samozapładnianym *Ipomoea* pojawiła się jedna roślina nazwana *Hero*, która przewyższała trochę pod względem wysokości odpowiadające jej rośliny krzyżowane między sobą; takiego zjawiska nie obserwowałem w żadnym poprzednim pokoleniu. Roślina *Hero* przekazywała dzieciom, wnukom oraz prawnukom swą osobliwą barwę kwiatów, jak również zwiększoną wysokość i duży stopień samopłodności. Stosunek wysokości samozapładnianych dzieci *Hero* do wysokości innych samozapładnianych roślin tego rodzaju wynosił 100 do 85. Dziesięć samozapłodnionych torebek wytworzonych przez wnuki *Hero* zawierało średnio 5,2 nasienia; średnia ta jest wyższa niż stwierdzona w jakimkolwiek innym pokoleniu dla torebek z kwiatów samozapładnianych. Prawnuki *Hero* pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem wysiane były w nie sprzyjającej porze roku i z tego względu były tak słabe, że porównywanie ich średniej wysokości z wysokością roślin samozapładnianych nie byłoby właściwe; nie wydaje się jednak, aby wpłynęło na nie korzystnie nawet tego rodzaju krzyżowanie.

Trzeci wypadek tej samej chyba kategorii dotyczy *Nicotiana*. Rośliny *Nicotiana*, na których przeprowadzałem doświadczenia, różniły się konstytucją płciową i były w mniej lub bardziej wysokim stopniu samobezpłodne. Było to prawdopodobnie potomstwo roślin, które w tym kraju samozapładniały się samorzutnie w szklarni przez szereg pokoleń. Kwiaty roślin rodzicielskich, które po raz pierwszy zapłodniłem ich własnym pyłkiem, wytworzyły o połowę mniej nasion niż kwiaty krzyżowane. Siewki natomiast otrzymane z tych samozapładnianych nasion przewyższały w niezwykłym stopniu siewki pochodzące z nasion krzyżowanych. W drugim i trzecim pokoleniu, jakkolwiek rośliny samozapładniane nie były wyższe od roślin krzyżowanych, ich samozapładniane kwiaty wytworzyły jednak w dwóch wypadkach znacznie więcej nasion niż kwiaty krzyżowane, nawet jeśli te ostatnie były zapładniane krzyżowo pyłkiem z odrębnego rodzaju lub odrębnej odmiany.

Wreszcie, ponieważ niektóre osobniki *Reseda odorata* oraz *R. lutea* są bez porównania bardziej samopłodne niż inne, można te ostatnie włączyć

do niniejszego podrozdziału poświęconego pojawianiu się nowych i wysoce samopłodnych odmian. W tym wypadku należy jednak rozpatrywać te dwa gatunki jako normalnie samopłodne; sądząc na podstawie moich doświadczeń wydaje mi się, że jest to słuszny punkt widzenia.

Z podanych więc faktów możemy wyciągnąć wniosek, że powstają czasami odmiany, które przy samozapłodnieniu mają zwiększoną zdolność wytwarzania nasion i osiągają większą wysokość niż krzyżowane między sobą samozapładniane rośliny odpowiadającego im pokolenia — zakładając oczywiście, że wszystkie rośliny znajdują się w jednakowych warunkach. Pojawianie się takich odmian jest bardzo interesujące, ponieważ wiąże się z występowaniem w naturze roślin, u których z reguły zachodzi samozapłodnienie, jak na przykład *Ophrys apifera* i inne storczyki lub *Leersia oryzoides*; rośliny takie wytwarzają dużo kleistogamicznych kwiatów, lecz w wyjątkowych wypadkach kwiaty te są zdolne do zapłodnienia krzyżowego¹.

Niektóre obserwacje przeprowadzone nad innymi roślinami skłaniają mnie do przypuszczenia, że samozapłodnienie jest z pewnych względów korzystne; dodatni wpływ samozapłodnienia jest jednak z reguły niewielki w porównaniu z wpływem krzyżowania z odrębną rośliną. W poprzednim rozdziale mieliśmy możliwość przekonać się, że siewki *Ipomoea* i *Mimulus* otrzymane z kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem, co stanowi najbardziej ścisłą formę samozapłodnienia, przewyższały pod względem wysokości, ciężaru i wczesności zakwitania siewki pochodzące z nasion zapładnianych pyłkiem innych kwiatów tej samej rośliny. Przewaga ta była zbyt wyraźna, aby mogła być przypadkowa. Podobnie uprawne odmiany grochu zwyczajnego są wysoce samopłodne, chociaż były samozapładniane przez wiele pokoleń. Siewki pochodzące z samozapłodnienia przewyższały siewki otrzymane ze skrzyżowania dwóch roślin należących do tej samej odmiany pod względem wysokości w stosunku 115 do 100; w tym wypadku mierzono jednak i porównywano tylko cztery pary roślin. U *Primula sinensis* zdolność do samozapłodnienia wzrastała w ciągu kilku pokoleń nieprawowitego zapłodnienia, stanowiącego proces analogiczny do samozapłodnienia, jednakże zjawisko to występowało tylko dopóty, dopóki rośliny były uprawiane w takich samych sprzyjających warunkach. W jednej ze swoich prac² podałem również, że u kilku gatunków *Primula* pojawiają się od czasu do

¹ Na temat *Leersia*, patrz „Different Forms of Flowers” itd., s. 335.

² „Different Forms of Flowers” itd., s. 272.

czasu odmiany równosłupkowe, u których w jednym kwiecie występują obok siebie organy płciowe obu typów. U roślin tych następuje prawowite samozapłodnienie, dlatego są one w wysokim stopniu samopłodne. Godny uwagi jest przy tym fakt, że są one nawet bardziej płodne niż zwyczajne rośliny tego samego gatunku zapładniane prawowicie pyłkiem odrębnego osobnika. Początkowo przypuszczałem, że te różnosłupkowe rośliny zawdzięczają zwiększoną płodność bardzo bliskiemu sąsiedztwu znamienia i pręcików, dzięki czemu zapłodnienie może następować w najbardziej sprzyjającym wieku i porze dnia. Tłumaczenia tego nie można jednak zastosować do opisanych poprzednio przykładów, kiedy kwiaty były sztucznie zapładniane własnym pyłkiem.

Przytoczone wyżej fakty łącznie z pojawieniem się odmian wyższych i bardziej płodnych od swych rodziców oraz od krzyżowanych między sobą roślin odpowiedniego pokolenia, nasuwają przypuszczenie, że samozapłodnienie jest pod pewnymi względami korzystne. Jeśli tak jest ¹, korzyść ta jest jednak z reguły nieznaczna w porównaniu z korzystnym wpływem krzyżowania z odrębną rośliną, a zwłaszcza z nowym rodem. Gdyby przypuszczenie to potwierdziło się, tłumaczyłoby ono, jak dowiemy się z następnego rozdziału, istnienie roślin o małych i niepozornych kwiatach, rzadko odwiedzanych przez owady, a co za tym idzie, rzadko krzyżujących się wzajemnie.

Stosunek ciężaru i szybkość kiełkowania nasion z kwiatów krzyżowanych i samozapładnianych. W szesnastu wypadkach zważono jednakowe ilości nasion zebranych z kwiatów zapłodnionych pyłkiem innej rośliny oraz z kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem. Stosunek ich ciężarów podany jest w poniższym zestawieniu; ciężar nasion z kwiatów krzyżowanych przyjęto za 100.

<i>Ipomoea purpurea</i> (rośliny rodzicielskie)	100 : 127
<i>Ipomoea purpurea</i> (trzecie pokolenie)	100 : 87
<i>Salvia coccinea</i>	100 : 100
<i>Brassica oleracea</i>	100 : 103
<i>Iberis umbellata</i> (drugie pokolenie)	100 : 136
<i>Delphinium consolida</i>	100 : 45

¹ Pan Errara, który przygotowuje pracę na ten temat, był tak uprzejmy, że przysłał mi do przeczytania swój rękopis. Jest on przekonany, że samozapłodnienie nie bywa nigdy bardziej korzystne niż krzyżowanie z innym kwiatem. Mam nadzieję, że jego punkt widzenia znajdzie z czasem potwierdzenie, co w znacznym stopniu uprościłoby problem krzyżowania i samozapłodnienia.

<i>Hibiscus africanus</i>	100 : 105
<i>Tropaeolum minus</i>	100 : 115
<i>Lathyrus odoratus</i> (w przybliżeniu)	100 : 100
<i>Sarothamnus scoparius</i>	100 : 88
<i>Specularia perfoliata</i>	100 : 86
<i>Nemophila insignis</i>	100 : 105
<i>Borago officinalis</i>	100 : 111
<i>Cyclamen persicum</i> (w przybliżeniu)	100 : 50
<i>Fagopyrum esculentum</i>	100 : 82
<i>Canna warszewiczii</i> (trzy pokolenia)	100 : 102

Godny uwagi jest fakt, że na szesnaście podanych przykładów w dzieściu nasiona samozapłodniane ważyły więcej lub tyle samo co krzyżowane; niemniej jednak w sześciu na dziesięć takich wypadków (mianowicie odnoszących się do: *Ipomoea*, *Salvia*, *Brassica*, *Tropaeolum*, *Lathyrus* i *Nemophila*) rośliny pochodzące z takich nasion samozapłodnianych były znacznie niższe od roślin pochodzących z nasion krzyżowanych oraz ustępowały im pod innymi również względami. Przewaga nasion samozapłodnianych pod względem ciężaru przynajmniej w sześciu wypadkach na dziesięć, mianowicie u *Brassica*, *Hibiscus*, *Tropaeolum*, *Nemophila*, *Borago* i *Canna*, może być częściowo spowodowana tym, że torebki samozapłodniane zawierały mniej nasion; jeśli w torebce rozwijają się tylko nieliczne nasiona, mają one więcej pożywienia i wskutek tego mogą być cięższe niż nasiona rozwijające się w takiej samej torebce w większej ilości. Należy jednak zwrócić uwagę, że w pewnych wypadkach, kiedy nasiona krzyżowane były cięższe, np. u *Sarothamnus* i *Cyclamen*, torebki krzyżowane zawierały większą liczbę nasion. Niezależnie od tego jak tłumaczyć fakt, że nasiona samozapłodniane są z reguły cięższe, należy zwrócić szczególną uwagę na zjawisko zaobserwowane u *Brassica*, *Tropaeolum*, *Nemophila* i pierwszego pokolenia *Ipomoea*. Okazuje się, że siewki otrzymane z nasion samozapłodnianych były mniejsze i również pod innymi względami ustępowały siewkom pochodzącym z nasion krzyżowanych. Fakt ten wskazuje, jak duża musi być przewaga siewek krzyżowanych pod względem siły konstytucji. Nie ulega przecież wątpliwości, że z ciężkich i dorodnych nasion wyrastają zwykle najbardziej dorodne rośliny. Pan Galton stwierdził to u *Lathyrus odoratus*; podobnie pan A. J. Wilson zaobserwował to zjawisko u brukwi *Brassica campestris ruta бага*. Pan Wilson, oddzieliwszy największe i najmniejsze nasiona tej rośliny, stwierdził, że stosunek ciężaru tych dwóch grup wynosił 100 do 59. Píše on, że siewki „wyrósł z większych nasion utrzymały swą przewagę do końca zarówno pod względem wysokości, jak i gru-

bości pędów”¹. W tym wypadku różnicy we wzroście siewek nie można przypisywać temu, że nasiona cięższe mogły pochodzić z krzyżowania, a lżejsze z samozapłodnienia, ponieważ wiadomo, że rośliny należące do tego rodzaju zwykle krzyżują się między sobą za pośrednictwem owadów.

Termin kielkowania nasion krzyżowanych i samozapłodnianych zanotowano tylko w dwudziestu jeden wypadkach, przy czym wyniki są bardzo trudne do zinterpretowania. Jeśli pominąć jeden wypadek, w którym obie grupy wykiełkowały jednocześnie, w dziesięciu wypadkach, a więc dokładnie w połowie, nasiona samozapłodniane wykiełkowały wcześniej niż krzyżowane, w pozostałej zaś połowie — krzyżowane wcześniej niż samozapłodniane. W czterech spośród tych dwudziestu wypadków porównywane były nasiona pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem z nasionami samozapłodnianymi jednego z późniejszych pokoleń samozapłodnianych. Tym razem ponownie w połowie wypadków wcześniej wykiełkowały nasiona krzyżowane, a w połowie — samozapłodniane. Jednakże rośliny *Mimulus* pochodzące z takich samozapłodnianych nasion ustępowały pod wszystkimi względami roślinom krzyżowanym, u *Eschscholtzia* zaś ustępowały im pod względem płodności. Stosunkowy ciężar tych dwóch grup nasion zbadano, niestety, tylko w kilku wypadkach, kiedy obserwowano ich kielkowanie; jednak u *Ipomoea* i, jak przypuszczam, u niektórych innych gatunków niski stosunkowo ciężar nasion samozapłodnianych wydaje się warunkować ich wcześniejsze kielkowanie prawdopodobnie dzięki temu, że przy mniejszej masie szybciej zachodzą przemiany chemiczne i morfologiczne umożliwiające kielkowanie². Z drugiej strony pan Galton dostarczył mi nasion

¹ „Gardeners' Chronicle”, 1867, s. 107. Loiseleur - Deslongchamp („Les Céréales”, 1842, s. 208—219) wyciągnął na podstawie swych obserwacji nieoczekiwany wniosek, że z mniejszych ziarn zbóż wyrastają równie dorodne rośliny jak i z większych. Wnioskowi temu przeczą jednak doskonałe wyniki majora Hallea w hodowli pszenicy, które uzyskał wybierając do siewu największe ziarna. Możliwe jednak, że człowiek przez długotrwałą selekcję mógł spowodować taki wzrost zawartości skrobi czy też innych substancji w ziarnie zbóż, że siewki nie zdołają wykorzystać ich do swego wzrostu. Trudno wątpić, na co Humboldt dawno już zwrócił uwagę, iż nasiona zbóż stały się przez to tak atrakcyjne dla ptaków, że jest to bardzo szkodliwe dla gatunku.

² Pan J. Scott wspomina („Manual of Opium Husbandry”, 1877, s. 131), że mniejsze nasiona *Papaver somniferum* kielkują wcześniej. Podaje on również, że z większych nasion uzyskuje się lepszy plon. Na temat tego ostatniego zagadnienia patrz opis ciekawych doświadczeń — przeprowadzonych przez dra Marcka i prof. Lehmann, którzy uzyskali takie same wyniki — w pracy Burbidge'a „Cultivated Plants”, 1877, s. 33.

Lathyrus odoratus (wszystkie niewątpliwie samozapłodniane), które podzieliłem na dwie grupy — cięższe i lżejsze; niektóre nasiona z pierwszej grupy wykiełkowały wcześniej. Jest więc oczywiste, że należy przeprowadzić znacznie więcej obserwacji, zanim można będzie powiedzieć cośkolwiek pewnego na temat szybkości kiełkowania nasion krzyżowanych i samozapłodnianych.

R o z d z i a ł X

SPOSOBY ZAPŁADNIANIA

Bezpłodność i płodność roślin przy wykluczeniu dostępu owadów — Środki umożliwiające zapładnianie — Urządzenia sprzyjające samozapładnianiu — Zależność między budową i widocznością kwiatów, odwiedzinami owadów i korzyściami krzyżowego zapładniania — Czynniki ułatwiające lub zapewniające zapładnianie kwiatu pyłkiem innej rośliny — Pyłek innej rośliny ma większą zdolność zapładniania — Gatunki wiatropylne — Przemiana gatunków wiatropylnych w owadopylne — Powstawanie nektaru — Rośliny wiatropylne są zwykle rozdzielnopłciowe — Przemiana kwiatów jednopłciowych w obupłciowe — Drzewa są często rozdzielnopłciowe.

We wstępnym rozdziale omówiłem pokrótce różne czynniki, które sprzyjają krzyżowemu zapładnianiu lub je zapewniają, a mianowicie rozdzielnopłciowość, niejednoczesne dojrzewanie męskich i żeńskich elementów płciowych, różnosłupkowość lub dwupostaciowość i trójpostaciowość pewnych roślin, wiele urządzeń mechanicznych, mniejszą lub większą nieskuteczność pyłku w stosunku do znamienia tego samego kwiatu oraz silniejsze działanie pyłku innego osobnika w porównaniu z pyłkiem tej samej rośliny. Niektóre z tych punktów wymagają dalszego rozpatrzenia, ale dla zapoznania się ze wszystkimi szczegółami muszę odesłać czytelnika do kilku doskonałych dzieł wymienionych we wstępie. Przede wszystkim podam dwie listy: pierwszą obejmującą rośliny, które przy wykluczeniu dostępu owadów albo są całkowicie bezpłodne, albo wydają mniej niż połowę pełnej ilości nasion, oraz drugą, obejmującą rośliny, które w tych samych warunkach są całkowicie płodne lub wydają przynajmniej połowę pełnej ilości nasion. Listy te zostały opracowane na podstawie kilku poprzednich tabel z uwzględnieniem ponadto pewnych wypadków zaobserwowanych przeze mnie i przez innych autorów. Gatunki są ułożone mniej więcej w porządku przyjętym przez Lindleya w jego pracy „Vegetable Kingdom”. Czytelnik powinien zauważyć, że są dwie zupełnie odrębne przyczyny bezpłodności lub płodności roślin podanych w tych listach, a mianowicie: istnienie lub brak właściwych środków, dzięki którym pyłek dostaje się na znamię, oraz

jego większa lub mniejsza zdolność funkcjonowania. Ponieważ jest rzeczą oczywistą, że u roślin rozdzielнопłciowych pyłek musi być przeniesiony w jakiś sposób z kwiatu na kwiat, gatunki takie zostały wyłączone z tych list, podobnie jak rośliny różnosłupkowe, u których występuje ta sama konieczność, choć w ograniczonym stopniu. Doświadczenie przekonało mnie, że niezależnie od wykluczenia owadów zdolność wydawania nasion nie maleje, jeśli nakryjemy kwitnącą roślinę delikatną siatką rozpiętą na ramach. Można by to w samej rzeczy wywnioskować na podstawie dwóch podanych poniżej list, ponieważ obejmują one znaczną liczbę gatunków należących do tych samych rodzajów. Po uniemożliwieniu owadom dostępu za pomocą siatki niektóre z tych gatunków są całkowicie bezpłodne, inne zaś całkowicie płodne.

Lista roślin, które po usunięciu owadów albo są całkowicie bezpłodne, albo wydają, o ile mogłem stwierdzić, mniej niż połowę ilości nasion wydawanych przez rośliny nie osłonięte

Passiflora alata, racemosa, coerulea, edulis, laurifolia i kilka osobników *P. quadrangularis* (*Passifloraceae*) są w tych warunkach całkowicie bezpłodne; patrz „Zmienność zwierząt i roślin w stanie udomowienia” („Variation of Animals and Plants under Domestication”, rozdz. XVII, wyd. 2, t. II, s. 118).

Viola canina (*Violaceae*). Doskonałe kwiaty są całkiem bezpłodne, jeśli nie zostaną skrzyżowane przez pszczoły lub zapłodnione sztucznie.

V. tricolor. Wytwarza nieliczne i nędzne torebki.

Reseda odorata (*Resedaceae*). Niektóre osobniki są całkowicie bezpłodne.

R. lutea. Niektóre osobniki wytwarzają bardzo nieliczne i nędzne torebki.

Abutilon darwinii (*Malvaceae*). Całkowicie bezpłodny w Brazylii; patrz poprzednie omówienie roślin samobezpłodnych.

Nymphaea (*Nymphaeaceae*). Profesor Caspary poinformował mnie, że niektóre gatunki tego rodzaju są całkowicie bezpłodne wówczas, gdy owady nie mają do nich dostępu.

Euryale amazonica (*Nymphaeaceae*). Pan J. Smith z Kew poinformował mnie, że torebki z kwiatów, przy których nic nie robiono, prawdopodobnie nie odwiedzanych przez owady, zawierały 8—15 nasion; torebki z kwiatów sztucznie zapłodnionych pyłkiem z innych kwiatów tej samej rośliny zawierały 15—30 nasion, a dwa kwiaty zapłodnione pyłkiem wziętym z innej rośliny w Chatsworth zawierały 60—75 nasion. Podaję te dane, ponieważ profesor Caspary przytacza tę roślinę jako przykład przemawiający przeciw teorii, która głosi, że krzyżowe zapłodnienie jest konieczne lub korzystne; patrz „Sitzungsberichte der Phys.-ökon. Gesell. zu Königsberg”, t. VI, s. 20.

Delphinium consolida (*Ranunculaceae*). Wytwarza wiele torebek, lecz zawierają one tylko mniej więcej połowę ilości nasion znajdujących się w torebkach kwiatów zapłodnionych za pośrednictwem pszczół w sposób naturalny.

- Eschscholtzia californica* (Papaveraceae). Rośliny brazylijskie są całkowicie bezpłodne; rośliny angielskie wytwarzają nieliczne torebki.
- Papaver vagum* (Papaveraceae). Na początku lata rośliny wydały bardzo nieliczne torebki zawierające bardzo mało nasion.
- P. alpinum*. H. Hoffmann („Speciesfrage”, 1875, s. 47) twierdzi, że ten gatunek raz tylko wydał zdolne do kiełkowania nasiona.
- Corydalis cava* (Fumariaceae). Biezpłodna; patrz poprzednie omówienie roślin samobiezpłodnych.
- C. solida*. Miałem w swoim ogrodzie (1863) tylko jedną z tych roślin i widziałem, że wiele pszczół odwiedzało jej kwiaty, lecz nie wydała ona ani jednego nasienia. Fakt ten wielce mnie zadziwił, gdyż profesor Hildebrand nie odkrył wtedy jeszcze, że *C. cava* zapłodniona własnym pyłkiem jest biezpłodna. Wnioskuje on również na podstawie swoich nielicznych doświadczeń nad tym gatunkiem, że jest on samobiezpłodny. Oba powyższe wypadki są interesujące, gdyż botanicy sądzili dawniej (patrz np. Lecoq „De la Fécondation et de L’Hybridation”, 1845, s. 61 i Lindley, „Vegetable Kingdom”, 1853, s. 136), że wszystkie gatunki *Fumariaceae* są specjalnie przystosowane do samozapłodnienia.
- C. lutea*. Osłonięta roślina wytworzyła (1861) dokładnie dwa razy mniej torebek niż nie okryta roślina tej samej wielkości rosnąca w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Gdy trzmiele odwiedzają kwiaty (a widziałem często, jak to czynią), dolne płatki odskakują nagle w dół, słupek zaś w górę; powodem tego jest elastyczność tych części przejawiająca się w chwili, gdy wchodzący owad rozdziela złączone brzegi kaptura. Jedynie odwiedziny owadów wprawiają części kwiatu w ruch. Niemniej jednak wiele kwiatów na osłoniętych przeze mnie roślinach wytworzyło torebki, mimo że ich płatki i słupki zachowały swoje pierwotne położenie; stwierdziłem ze zdziwieniem, że torebki te zawierały więcej nasion niż torebki z kwiatów, których płatki zostały sztucznie rozdzielone, co pozwoliło im odskoczyć od siebie. Na przykład dziewięć torebek wytworzonych przez nietknięte kwiaty zawierało pięćdziesiąt trzy nasiona, wówczas gdy dziewięć torebek z kwiatów, których płatki zostały sztucznie rozdzielone, zawierało tylko trzydzieści dwa nasiona. Powinniśmy jednak pamiętać, że gdyby pszczoły mogły odwiedzać te kwiaty, uczyniłyby to w porze najbardziej sprzyjającej zapłodnieniu. Kwiaty, których płatki zostały sztucznie rozdzielone, zawiązały swoje torebki wcześniej od kwiatów pozostawionych w spokoju pod gazą. Dla zilustrowania, jak często pszczoły oblatują kwiaty, dodam, że w jednym wypadku zbadano wszystkie kwiaty kilku nie osłoniętych roślin i stwierdzono, że płatki każdego z nich były rozdzielone; w innym wypadku na czterdzieści trzy kwiaty czterdzieści jeden znajdowało się w tym stanie. Hildebrand twierdzi („Pring. Jahr. f. wiss. Botanik”, t. VII, s. 450), że mechanizm ruchu poszczególnych części kwiatu u tego gatunku jest prawie taki sam jak u *C. ochroleuca*, którą dokładnie opisał.
- Hypecoum grandiflorum* (Fumariaceae). Wysoce samobiezpłodna (Hildebrand, ibidem).
- Kalmia latifolia* (Ericaceae). Pan W. J. Beal powiada („American Naturalist”, 1867), że kwiaty chronione przed owadami wędną i opadając, przy czym większość pylników pozostaje zamknięta.
- Pelargonium zonale* (Geraniaceae). Prawie biezpłodna; jedna roślina wydała dwa owoce.

Jest rzeczą możliwą, że poszczególne odmiany różniłyby się pod tym względem, ponieważ niektóre z nich są tylko słabo dichogamiczne.

Dianthus caryophyllus (*Caryophyllaceae*). Wydaje bardzo mało torebek zawierających dobrze wykształcone nasiona.

Phaseolus multiflorus (*Leguminosae*). Rośliny chronione przed owadami wydały w dwóch wypadkach około jednej trzeciej i jednej ósmej pełnej ilości nasion; patrz mój artykuł w „Gardeners' Chronicle”, 1857, s. 225 i 1858, s. 828, a także „Annals and Mag. of Natural History”, seria 3, t. II, 1858, s. 462. Dr Ogle („Pop. Science Review”, 1870, s. 168) stwierdził całkowitą bezpłodność tej rośliny w razie jej osłonięcia. Owady nie odwiedzają jej kwiatów w Nikaragui i według p. Belta gatunek ten jest tam całkowicie bezpłodny (The Naturalist in Nicaragua”, s. 70).

Vicia faba (*Leguminosae*). Siedemnaście osłoniętych roślin wydało 40 ziarn, gdy tymczasem siedemnaście roślin nie osłoniętych i rosnących obok siebie wydało 135 ziarn; a więc te ostatnie rośliny były 3—4 razy płodniejsze od roślin osłoniętych. Bliższe szczegóły można znaleźć w „Gardeners' Chronicle”, 1858, s. 828.

Erythrina (sp.?) (*Leguminosae*). Sir W. MacArthur poinformował mnie, że w Nowej Południowej Walii (Australia) kwiaty nie zawiązują owoców, jeśli płatki nie zostaną poruszone w ten sam sposób, jak to czynią owady.

Lathyrus grandiflorus (*Leguminosae*). W Anglii jest mniej lub bardziej bezpłodny. Nigdy nie zawiązuje strąków, jeśli kwiaty nie są odwiedzane przez trzmiele (co się bardzo rzadko zdarza) lub też sztucznie zapładniane; patrz mój artykuł w „Gardeners' Chronicle”, 1858, s. 828.

Sarothamnus scoparius (*Leguminosae*). Wysoce bezpłodny, jeśli kwiatów nie odwiedzają pszczoły, ani nie obija ich wiatr o otaczającą siatkę.

Melilotus officinalis (*Leguminosae*). Nie osłonięta roślina odwiedzana przez pszczoły wydała co najmniej trzydzieści razy więcej nasion niż osłonięta. Na tej ostatniej roślinie kilkadziesiąt gron nie wydało ani jednego strąka, kilka gron wydało po jednym lub po dwa strąki, pięć gron — po trzy strąki; sześć — po cztery strąki, a jedno — sześć strąków. Na nie osłoniętej roślinie kilka gron wydało piętnaście strąków, dziewięć — od szesnastu do dwudziestu dwóch strąków, a jedno — trzydzieści strąków.

Lotus corniculatus (*Leguminosae*). Kilka osłoniętych roślin wydało tylko dwa puste strąki i ani jednego dobrze wykształconego nasienia.

Trifolium repens (*Leguminosae*). Kilka roślin osłonięto przed owadami i policzono nasiona w dziesięciu główkach kwiatowych tych roślin oraz dziesięciu główkach kwiatowych innych roślin rosnących poza siatką (i, jak widziałem, odwiedzanych przez pszczoły); nasiona tych ostatnich roślin były prawie dziesięciokrotnie liczniejsze od nasion roślin osłoniętych. Doświadczenie zostało powtórzone w roku następnym; dwadzieścia osłoniętych główek wydało wtedy tylko jedno niewykształcone nasienie, wówczas gdy dwadzieścia główek roślin poza obrębem siatki (odwiedzanych, jak widziałem, przez pszczoły) wydało 2290 nasion, co stwierdzono po zważeniu wszystkich nasion i obliczeniu, ile nasion mieści się w dwóch granach.

T. pratense. Sto główek kwiatowych na roślinach osłoniętych siatką nie wytworzyło ani jednego nasienia, natomiast sto główek na roślinach nie osłoniętych i odwiedzanych przez pszczoły wydało nasiona ważące 68 granów; ponieważ osiemdziesiąt nasion

ważyło dwa grany, to sto główek musiało wydać 2720 nasion. Obserwowałem często tę roślinę i nigdy nie widziałem, aby pszczoły wysysały nektar z kwiatów inaczej niż z zewnątrz przez otwory wygrzzione przez trzmiele lub całkiem nisko między kwiatami, jakby szukały jakiejś wydzieliny kielicha, prawie w taki sam sposób, jaki opisuje p. Farrer, mówiąc o *Coronilla* („Nature”, 2 lipca 1874, s. 169). Muszę jednak wyłączyć jeden wypadek, gdy sąsiednie pole esparcety (*Hedysarum onobrychis*) zostało dopiero co skoszone i pszczoły wydawały się zrozpaczone. W tym wypadku większość kwiatów koniczyzny przywiedła i zawierała niezwykłą ilość nektaru, który pszczoły mogły wysysać. Doświadczony pszczelarz, p. Miner, powiada, że w Stanach Zjednoczonych pszczoły nigdy nie wysysają czerwonej koniczyzny, a p. R. Colgate informuje mnie, że zaobserwował ten sam fakt w Nowej Zelandii po przywiezieniu pszczół na tę wyspę. Z drugiej strony H. Müller („Befruchtung”, s. 224) widział często pszczoły odwiedzające tę roślinę w Niemczech w poszukiwaniu zarówno pyłku, jak i nektaru, który zdobywają rozsuwając płatki. W każdym razie jest rzeczą pewną, że zwykłą czerwoną koniczynę zapładniają głównie trzmiele.

T. incarnatum. Główki kwiatowe zawierające dojrzałe nasiona na niektórych osłoniętych i nie osłoniętych roślinach wydawały się jednakowo dorodne, ale wygląd ten był zwodniczy; 60 główek na roślinach nie osłoniętych dało 349 granów nasion; wówczas gdy 60 główek na roślinach osłoniętych dało tylko 63 grany; w tej ostatniej serii było wiele nasion marnych i źle wykształconych. A zatem kwiaty odwiedzane przez pszczoły wytworzyły 5—6 razy więcej nasion niż kwiaty pod siatką. Osłonięte rośliny, nie wyczerpane przez owocowanie, zakwitły obficie po raz drugi, natomiast rośliny nie osłonięte nie kwitły powtórnie.

Cytisus laburnum (*Leguminosae*). Siedem gron kwiatowych prawie rozwiniętych zamknięto w dużej torbie z siatki w taki sposób, żeby nic to im nie zaszkodziło. Tylko trzy z nich wytworzyły po jednym strąku; strąki te zawierały jedno, cztery i pięć nasion. A więc tylko jeden strąk na siedem gron zawierał pełną liczbę nasion.

Cuphea purpurea (*Lythraceae*). Nie wytworzyła nasion. Inne kwiaty tej samej rośliny sztucznie zapłodnione pod siatką wydały nasiona.

Vinca major (*Apocynaceae*). Zwykle jest całkowicie bezpłodny, ale czasem zawiązuje nasiona, gdy jest sztucznie zapładniany krzyżowo; patrz moja notatka w „Gardeners' Chronicle”, 1861, s. 552.

V. rosea. Zachowuje się w ten sam sposób, co gatunek poprzedni; „Gardeners' Chronicle”, 1861, s. 699, 736, 831.

Tabernaemontana echinata (*Apocynaceae*). Całkowicie bezpłodna.

Petunia violacea (*Solanaceae*). Całkowicie bezpłodna, o ile mogłem zauważyć.

Solanum tuberosum (*Solanaceae*). Tinzmann powiada („Gardeners' Chronicle”, 1846, s. 183), że niektóre odmiany są całkowicie bezpłodne, jeśli nie zapłodni ich pyłek innej odmiany.

Primula scotica (*Primulaceae*). Gatunek niedwupostaciowy, płodny po zapłodnieniu własnym pyłkiem, ale wysoce bezpłodny, gdy owady nie mają dostępu; J. Scott w „Journal Linn. Soc. Bot.”, t. VIII, 1864, s. 119.

Cortusa matthioli (*Primulaceae*). Osłonięte rośliny są całkowicie płodne; J. Scott, ibidem, s. 84.

Cyclamen persicum (Primulaceae). W ciągu jednego sezonu kilka osłoniętych roślin nie wydało ani jednego nasienia.

Borago officinalis (Boraginaceae). Osłonięte rośliny wytworzyły mniej więcej o połowę nasion mniej niż nie osłonięte.

Salvia tenori (Labiatae). Całkowicie bezpłodna, lecz dwa lub trzy kwiaty na wierzchołkach trzech kwiatostanów, które dotykały siatki, gdy dął wiatr, wytworzyły kilka nasion. Bezpłodność nie była skutkiem szkodliwego wpływu siatki, gdyż zapłodniłem pięć kwiatów pyłkiem sąsiedniej rośliny i wszystkie one wydały normalne nasiona. Zdjąłem siatkę, gdy jedna gałązka miała jeszcze kilka niezupełnie zwiędłych kwiatów; były one odwiedzane przez pszczoły i wydały nasiona.

S. coccinea. Niektóre osłonięte rośliny wydały dużo owoców, ale nie sądzę, by to była połowa tego, co wydały rośliny nie osłonięte; dwadzieścia osiem owoców samorzutnie wytworzonych przez osłoniętą roślinę zawierało przeciętnie tylko 1,45 nasienia, wówczas gdy niektóre sztucznie samozapładniane owoce tej samej rośliny zawierały więcej niż dwa razy tyle nasion, a mianowicie 3,3.

Bignonia (gatunek nieznan) (Bignoniaceae). Całkowicie bezpłodna; patrz wyniki moich doświadczeń dotyczących roślin samobezpłodnych.

Digitalis purpurea (Scrophulariaceae). Wysoce bezpłodna, gdyż wytworzyła tylko kilka źle wykształconych torebek.

Linaria vulgaris (Scrophulariaceae). Wysoce bezpłodna.

Antirrhinum majus, odmiana czerwona (Scrophulariaceae). Pięćdziesiąt torebek zebranych z dużej osłoniętej rośliny zawierało 9,8 grana nasion, ale wiele (niestety, nie policzonych) z tych pięćdziesięciu torebek nie zawierało nasion. Pięćdziesiąt torebek rośliny całkowicie dostępnej dla trzmieli zawierało 23,1 grana nasion, to znaczy ciężar ich był więcej niż dwukrotnie większy, ale i w tym wypadku kilka z pięćdziesięciu torebek nie zawierało nasion.

A. majus (biała odmiana z różową gardzielą korony). Pięćdziesiąt torebek osłoniętej rośliny, z których tylko bardzo nieliczne były puste, zawierało 20 granów nasion, tak że odmiana ta wydaje się o wiele płodniejsza przy samozapłodnianiu od poprzedniej. Według dra W. Ogle'a („Pop. Science Review”, styczeń 1870, s. 52) roślina tego gatunku była o wiele bardziej bezpłodna przy braku dostępu dla owadów, niż to wynika z moich obserwacji, gdyż wytworzyła tylko dwie małe torebki. Dla zilustrowania działalności pszczoł mogę dodać, że p. Crocker wykastrował pewną ilość młodych kwiatów i pozostawił je bez osłony; wytworzyły one tyleż nasion, co kwiaty nie kastrowane.

A. majus (odmiana peloryczna). Odmiana ta jest całkowicie płodna, gdy ją sztucznie zapłodnimy jej własnym pyłkiem, lecz jest bezwzględnie bezpłodna, gdy ją pozostawimy samej sobie i bez osłony, ponieważ trzmiel nie mogą wpełzać w wąskie rurkowate kwiaty.

Verbascum phoeniceum (Scrophulariaceae). Całkowicie bezpłodna. Patrz wyniki moich doświadczeń dotyczących roślin samobezpłodnych.

V. nigrum. Całkowicie bezpłodna. Patrz wyniki moich doświadczeń dotyczących roślin samobezpłodnych.

Campanula carpathica (Lobeliaceae). Całkowicie bezpłodna.

Lobelia ramosa (Lobeliaceae). Całkowicie bezpłodna.

L. fulgens. Roślina ta nigdy nie jest odwiedzana w moim ogrodzie przez pszczoły i jest całkowicie bezpłodna, ale w szkółce oddalonej o kilka mil widziałem trzmielce odwiedzające te kwiaty; wytworzyły one wtedy kilka torebek.

Isotoma, odmiana kwitnąca białą (*Lobeliaceae*). Pięć nie osłoniętych roślin w mojej szklarni wytworzyło dwadzieścia cztery dorodne torebki zawierające razem 12,2 grana nasion i trzynaście innych bardzo marnych torebek, które odrzucono. Pięć roślin chronionych przed owadami, ale poza tym znajdujących się w tych samych warunkach, co wyżej wspomniane rośliny, wytworzyło szesnaście dorodnych i dwadzieścia innych bardzo marnych torebek, które odrzucono. Szesnaście dorodnych torebek zawierało nasiona w takiej proporcji, że dwadzieścia cztery torebki wydałyby 4,66 grana nasion. A więc nie osłonięte rośliny wydały nasiona ważące prawie trzy razy tyle, co nasiona roślin osłoniętych.

Leschenaultia formosa (*Goodeniaceae*). Całkowicie bezpłodna. Moje doświadczenia z tą rośliną wykazujące konieczność pomocy owadów są podane w „Gardeners' Chronicle”, 1871, s. 1166.

Senecio cruentus (*Compositae*). Całkowicie bezpłodny; patrz wyniki moich doświadczeń dotyczących samobezpłodnych.

Heterocentron mexicanum (*Melastomaceae*). Całkowicie bezpłodny; gatunek ten, podobnie jak inni niżej podani przedstawiciele tej grupy, wytwarza obficie nasiona przy sztucznym samozapładnianiu.

Rhexia glandulosa (*Melastomaceae*). Zawiała samorzutnie tylko dwie lub trzy torebki.

Centradenia floribunda (*Melastomaceae*). W ciągu kilku lat wytwarzała samorzutnie dwie lub trzy torebki, czasem ani jednej.

Pleroma (nieznany gatunek z Kew) (*Melastomaceae*). W ciągu kilku lat wytwarzała samorzutnie dwie lub trzy torebki, czasem ani jednej.

Monochoetum ensiferum (*Melastomaceae*). W ciągu kilku lat wytwarzała samorzutnie dwie lub trzy torebki, czasem ani jednej.

Hedychium (nieznany gatunek) (*Marantaceae*). Bez pomocy z zewnątrz prawie samobezpłodna.

Orchideae. Ogromna ilość gatunków jest bezpłodna, jeżeli nie mają do nich dostępu owady.

Lista roślin, które osłonięte przed owadami są albo całkowicie płodne, albo wydają więcej niż połowę liczby nasion wytworzonych przez rośliny nie osłonięte

Passiflora gracilis (*Passifloraceae*). Wydaje wiele owoców, lecz zawierają one mniej nasion niż owoce z krzyżowanych ze sobą kwiatów.

Brassica oleracea (*Cruciferae*). Wytwarza wiele torebek *, lecz zawierają one zwykle mniej nasion niż torebki na roślinach nie osłoniętych.

Raphanus sativus (*Cruciferae*). Dużą rozgałęzioną roślinę okryto siatką do połowy; pokryła się ona torebkami równie obficie, jak druga nie osłonięta połowa. Jednak dwadzieścia torebek tej ostatniej zawierało przeciętnie po 3,5 nasienia, natomiast

* Łuszczyn. (*Tlum.*)

dwadzieścia osłoniętych torebek zawierało tylko po 1,85 nasienia, to znaczy tylko trochę więcej, niż wynosi połowa poprzedniej liczby. Byłoby może rzeczą bardziej właściwą umieścić tę roślinę na pierwszej liście.

Iberis umbellata (*Cruciferae*). Wysoce płodna.

I. amara. Wysoce płodna.

Reseda odorata i *R. lutea* (*Resedaceae*). Niektóre osobniki całkowicie samopłodne.

Euryale ferox (*Nymphaeaceae*). Profesor Caspary informuje mnie, że roślina ta jest wysoce samopłodna przy braku dostępu dla owadów. W cytowanej przedtem pracy komunikuje on, że jego rośliny (podobnie jak *Victoria regia*) wydają tylko jeden kwiat na raz i że ponieważ gatunek ten jest jednoroczny oraz został importowany w 1809 r., musiał się sam zapłodniać przez ostatnie pięćdziesiąt sześć pokoleń; z drugiej jednak strony dr Hooker zapewnia mnie, że o ile mu wiadomo, roślinę tę importowano kilkakrotnie i że w Kew zarówno *Euryale*, jak *Victoria* wydają kilka kwiatów jednocześnie.

Nymphaea (*Nymphaeaceae*). Niektóre gatunki, jak informuje mnie prof. Caspary, są całkowicie samopłodne przy braku dostępu dla owadów.

Adonis aestivalis (*Ranunculaceae*). Według prof. H. Hoffmanna („Speciesfrage”, s. 11) wydaje nasiona obficie, gdy jest chroniony przed owadami.

Ranunculus acris (*Ranunculaceae*). Wydaje obficie nasiona pod siatką.

Papaver somniferum (*Papaveraceae*). Trzydzieści torebek roślin nie osłoniętych wydało 15,6 grana nasion, trzydzieści zaś torebek roślin osłoniętych rosnących na tym samym zagonie wydało 16,5 grana, a zatem te ostatnie rośliny były wydajniejsze od nie osłoniętych. Profesor H. Hoffmann („Speciesfrage”, 1875, s. 53) również przekonał się, że gatunek ten jest samopłodny, gdy owady nie mają dostępu.

P. vagum. Wytworzył w końcu lata dużo nasion, które dobrze kiełkowały.

P. argemonoides

Glaucium luteum (*Papaveraceae*)

Argemone ochroleuca (*Papaveraceae*).

} Według Hildebranda („Jahrbuch für w. Bot.”, t. VII, s. 466), kwiaty samorzutnie samozapłodnione nie są bynajmniej bezpłodne.

Adlumia cirrhosa (*Fumariaceae*). Zawiązuje dużo torebek.

Hypecoum procumbens (*Fumariaceae*). Hildebrand mówi (ibidem) o osłoniętych kwiatach, że „eine gute Fruchtbildung eintrete”.

Fumaria officinalis (*Fumariaceae*). Osłonięte i nie osłonięte rośliny wytworzyły, jak się zdaje, jednakową liczbę torebek *, a nasiona pierwszych wydawały się na oko równie dobrze wykształcone. Obserwowałem często tę roślinę, podobnie jak to czynił Hildebrand, i nie widziałem nigdy, by jakiś owad odwiedzał jej kwiaty. H. Müller był także zdziwiony tym, jak rzadko odwiedzają ją owady, choć widział czasem pszczoły przy pracy. Być może, kwiaty te odwiedzają małe ćmy, jak to zapewne ma miejsce również u następnego gatunku.

F. capreolata. Przez wiele dni obserwowałem kilka dużych grzęd tej rośliny dziko rosnącej, lecz owady nigdy nie odwiedzały kwiatów, choć zobaczyłem raz trzmieła, który je dokładnie oglądał. Byłem jednak przekonany, że są odwiedzane, prawdopodobnie przez ćmy, ponieważ miodniki, zwłaszcza wieczorem, zawierają dużo

* Niełupek. (*Tlum.*)

nektaru. W warunkach naturalnych płatki bynajmniej nie otwierają się, ani nie rozchylają; były jednak one u pewnej liczby kwiatów w jakiś sposób otwarte, zupełnie tak jakby do miodnika wepchnięto grubą szczecinkę, a więc pod tym względem przypominają kwiaty *Corydalis lutea*. Zbadano trzydzieści cztery kwiatostany, z których każdy zawierał wiele kwiatów; dwadzieścia kwiatostanów miało jeden do czterech kwiatów otwartych w wyżej podany sposób, wówczas gdy czternaście nie miało ani jednego takiego kwiatu. Jest zatem rzeczą jasną, że niektóre kwiaty były odwiedzane przez owady, natomiast większość kwiatów uniknęła tych wizyt; jednak prawie wszystkie wytworzyły torebki.

Linum usitatissimum (Linaceae). Wydaje się całkowicie płodny; H. Hoffmann, „Bot. Zeitung”, 1876, s. 566.

Impatiens barbiger (Balsaminaceae). Kwiaty, choć doskonale przystosowane do krzyżowego zapłodnienia przez chętnie odwiedzające je pszczoły, zawiązują obficie nasiona pod siatką.

I. noli-me-tangere (Balsaminaceae). Gatunek ten wytwarza kwiaty kleistogamiczne i kwiaty doskonałe. Jedna roślina została okryta siatką i kilka kwiatów doskonałych naznaczonych nitkami dało jedenaście samorzutnie samozapłodnionych torebek, które zawierały średnio 3,45 nasienia. Przez przeoczenie nie ustaliłem liczby nasion wytworzonych przez doskonałe kwiaty dostępne dla owadów, lecz sądzę, że nie przewyższa ona o wiele tej średniej. Pan A. W. Bennett opisał dokładnie budowę kwiatów *I. fulva* w „Journal Linn. Soc.”, t. XIII, Bot., 1872, s. 147. Ten ostatni gatunek ma być bezpłodny przy zapłodnieniu własnym pyłkiem („Gard. Chronicle”, 1868, s. 1286). Jeśli tak jest, stanowi to godny uwagi kontrast z *I. barbigerum* i *I. noli-me-tangere*.

Limnanthes douglasii (Geraniaceae). Wysoce płodny.

Viscaria oculata (Caryophyllaceae). Wytwarza dużo torebek z dobrze wykształconymi nasionami.

Stellaria media (Caryophyllaceae). Oslonięte i nie oslonięte rośliny wytworzyły jednakową liczbę torebek; nasiona w obu wypadkach okazały się równie liczne i zdrowe.

Beta vulgaris (Chenopodiaceae). Wysoce samopłodna.

Vicia sativa (Leguminosae). Oslonięte i nie oslonięte rośliny wytworzyły jednakową liczbę strąków i równie dorodne nasiona. Jeśli istniała jakaś różnica między tymi dwiema seriami, to na korzyść roślin oslonych, które były plenniejsze.

V. hirsuta. Gatunek ten daje najmniej kwiaty ze wszystkich brytyjskich roślin strączkowych. Oslonięcie roślin dało takie same rezultaty jak u poprzedniego gatunku.

Pisum sativum (Leguminosae). Całkowicie płodny.

Lathyrus odoratus (Leguminosae). Całkowicie płodny.

L. nissolia. Całkowicie płodny.

Lupinus luteus (Leguminosae). Dość plenny.

L. pilosus. Wytworzył dużo strąków.

Ononis minutissima (Leguminosae). Dwanaście doskonałych kwiatów oslonej rośliny oznaczonych nitkami wytworzyło osiem strąków zawierających średnio 2,38 nasienia. Strąki kwiatów odwiedzanych przez owady zawierałyby zapewne średnio 3,66 nasienia, sądząc z wyników sztucznego zapłodnienia krzyżowego.

Phaseolus vulgaris (Leguminosae). Całkowicie płodna.

Trifolium arvense (Leguminosae). Niezmiernie małe kwiaty są bezustannie odwie-

dzane przez pszczoły i trzmiele. Główki kwiatowe chronione przed owadami zdawały się wytwarzać równie liczne i dorodne nasiona, jak główki nie osłonięte.

T. procumbens. W jednym wypadku osłonięte rośliny dały, jak się zdawało, tyleż nasion co nie osłonięte. W drugim wypadku sześć nie osłoniętych główek kwiatowych wydało 9,1 grana nasion, wówczas gdy sześćdziesiąt główek na roślinach osłoniętych wydało nie mniej niż 17,7 grana, tak że te ostatnie rośliny były o wiele plenniejsze; przypuszczam jednak, że rezultat ten był przypadkowy. Obserwowałem często tę roślinę i nigdy nie widziałem, aby jej kwiaty były odwiedzane przez owady, ale podejrzewam, że kwiaty tego gatunku, a zwłaszcza kwiaty *Trifolium minus*, są odwiedzane przez małe ćmy, które, jak słyszałem od p. Bonda, często odwiedzają mniejsze koniczyny.

Medicago lupulina (Leguminośae). Ze względu na niebezpieczeństwo utraty nasion zmuszony byłem zbierać strąki, zanim całkowicie dojrzały; 150 główek kwiatowych na roślinach odwiedzanych przez pszczoły wydało strąki ważące 101 granów, wówczas gdy 150 główek na roślinach osłoniętych wydało strąki ważące 77 granów. Różnica ta byłaby zapewne większa, gdyby można było zebrać i porównać dojrzałe nasiona. Ig. Urban („Keimung, Bluthen etc. bei *Medicago*”, 1873) opisał sposoby zapłodniania u przedstawicieli tego rodzaju, podobnie jak uczynił to wieloletni G. Heñslow w „Journal of Linn. Soc. Bot.”, t. IX, 1866, s. 327 i 355).

Nicotiana tabacum (Solanaceae). Całkowicie samopłodny.

Ipomoea purpurea (Convolvulaceae). Wysoce samopłodny.

Leptosiphon androsaceus (Polemoniaceae). Rośliny umieszczone pod siatką wytworzyły dużo torebek.

Primula mollis (Primulaceae). Gatunek jednopostaciowy, samopłodny; J. Scott w „Journal Linn. Soc. Bot.”, t. VIII, 1864, s. 120.

Nolana prostrata (Nolanaceae). Stosunek wagowy nasion wydanych przez osłonięte rośliny w szklarni do nasion roślin nie osłoniętych, których kwiaty były odwiedzane przez liczne pszczoły, wynosił 100 : 61.

Ajuga reptans (Labiatae). Zawięzała sporo nasion, ale żaden pęd pod siatką nie wytworzył ich tyle, co kilka nie osłoniętych pędów roślin rosnących w pobliżu.

Euphrasia officinalis (Scrophulariaceae). Osłonięte rośliny wytworzyły dużo nasion; nie mógłbym powiedzieć czy dały ich mniej od roślin nie osłoniętych. Widziałem dwie małe muchówki (*Dolichopos nigripennis* i *Empis chioptera*) wielokrotnie wysysające nektar z kwiatów; gdy wpełzały w nie, ocierały się o szczecinki wystające z pylników i okrywały się pyłkiem.

Veronica agrestis (Scrophulariaceae). Osłonięte rośliny wytworzyły dużo nasion. Nie wiem, czy jakieś owady odwiedzają ich kwiaty, ale zauważyłem wielokrotnie *Syrphidae* pokryte pyłkiem, odwiedzające kwiaty *V. hederifolia* i *V. chamaedrys*.

Mimulus luteus (Scrophulariaceae). Wysoce samopłodny.

Calceolaria (odmiana szklarniowa). (Scrophulariaceae). Wysoce samopłodna.

Verbascum thapsus (Scrophulariaceae). Wysoce samopłodna.

V. lychnitis. Wysoce samopłodna.

Vandellia nummularifolia (Scrophulariaceae). Doskonałe kwiaty wydają dużo torebek.

Bartsia odontites (Scrophulariaceae). Osłonięte rośliny wytworzyły dużo nasion, ale niektóre nasiona były pomarszczone i było ich mniej niż nasion wytworzonych przez rośliny nie osłonięte odwiedzane ciągle przez pszczoły i trzmiele.

Specularia speculum (Lobeliaceae). Osłonięte rośliny wytworzyły prawie tyle torebek, co nie osłonięte.

Lactuca sativa (Compositae). Osłonięte rośliny wytworzyły trochę nasion, lecz było to podczas mokrego i nie sprzyjającego lata.

Galium aparine (Rubiaceae). Rośliny osłonięte wytworzyły tyleż nasion, co nie osłonięte.

Apium petroselinum (Umbelliferae). Rośliny osłonięte były, jak się zdaje, równie płenne jak nie osłonięte.

Zea mays (Gramineae). Pojedyncza roślina w szklarni wytworzyła dużo nasion.

Canna warszewiczii (Marantaceae). Wysoce samopłodna.

Orchidaceae. W Europie *Ophrys apifera* zapładnia się sama równie regularnie, jak każdy kwiat kleistogamiczny. W Stanach Zjednoczonych, Afryce Południowej i Australii istnieje kilka gatunków całkowicie samopłodnych. Te nieliczne przykłady są podane w wyd. 2 mojej pracy o zapładnianiu storczyków.

Allium cepa, odmiana krwistoczerwona (Liliaceae). Cztery główki kwiatowe zostały okryte siatką i wytworzyły torebki nieco mniejsze i mniej liczne od torebek w główkach nie osłoniętych. Na jednej nie osłoniętej główce naliczono 289 torebek, gdy tymczasem na dorodnej główce pod siatką było ich tylko 199.

Każda z tych list zawiera przypadkowo tę samą liczbę rodzajów, a mianowicie czterdzieści dziewięć¹.

Rodzaje na pierwszej liście obejmują sześćdziesiąt pięć gatunków, a rodzaje na drugiej liście — sześćdziesiąt gatunków, przy czym *Orchideae* są z obu list wykluczone. Gdyby włączono rodzaje tego ostatniego rzędu, podobnie jak rodzaje *Asclepiadae* i *Apocynaceae*, liczba gatunków, które są bezpłodne przy braku dostępu dla owadów, wzrosłaby znacznie. Listy te jednak ograniczają się do gatunków, z którymi rzeczywiście prze-

¹ Rośliny podane na tych dwóch listach są owadopylne, czyli przystosowane do zapładniania za pośrednictwem owadów, z wyjątkiem *Zea* i *Beta*, które są wiatropylne, czyli zapładniane za pośrednictwem wiatru. Mogę więc powtórzyć tutaj, że według Rimpana („Landwirth. Jahrbuch”, t. VI, 1877, s. 192—233 i s. 1073) żyto jest bezpłodne, jeśli pyłek z jednych roślin nie może dostać się na inne, natomiast pszenica i jęczmień są w tych warunkach całkowicie płodne. Rimpan twierdzi (s. 199), że różne odmiany pszenicy rozmaicie się zachowują, jeśli chodzi o zapładnianie pyłkiem obcym i własnym. Usunął on w młodym wieku wszystkie pylniki z kwiatków pewnej odmiany pszenicy, która jednak wytworzyła znaczną liczbę ziarn ponieważ została zapłodniona przez otaczające rośliny. Przytaczam ten fakt, gdyż p. A. S. Wilson wnioskuje na podstawie swoich doskonałych doświadczeń („Gardeners' Chronicle”, 1874, 21 marca, s. 375), że pszenica jest niezmiennie samozapładniana i bez wątpienia na ogół tak bywa. Pan Wilson sądzi, że cały pyłek wysypujący się z wystających na zewnątrz pylników jest zupełnie bezużyteczny. Trzeba byłoby bardzo ścisłego sprawdzenia tego wniosku, abym mógł go przyjąć.

prowadzano doświadczenia. Rezultaty można uważać za ściśle tylko w przybliżeniu, gdyż płodność jest cechą tak zmienną, że należałoby badać wielokrotnie każdy gatunek. Podana wyżej liczba gatunków, a mianowicie 125, jest niczym w porównaniu z mnogością istniejących roślin, lecz uderzający jest sam fakt, że więcej niż połowa ich jest w określonym stopniu bezpłodna przy braku owadów, ponieważ za każdym razem, gdy pyłek musi być przeniesiony z pylników na znamię dla zapewnienia całkowitej płodności, mamy co najmniej duże szanse krzyżowego zapłodnienia. Nie sądzę jednak, aby po zbadaniu w ten sposób wszystkich znanych roślin połowa z nich okazała się w pewnym stopniu bezpłodna, gdyż wiele kwiatów wybranych do doświadczenia miało coś szczególnego w budowie, a takie kwiaty potrzebują często pomocy owadów. Na przykład spośród czterdziestu dziewięciu rodzajów na pierwszej liście około trzydzieści dwa mają kwiaty grzbieciste lub posiadające jakąś szczególną właściwość, gdy tymczasem na drugiej liście obejmującej gatunki, które są całkowicie lub umiarkowanie płodne przy braku dostępu dla owadów, tylko mniej więcej dwadzieścia jeden na czterdzieści dziewięć rodzajów jest grzbiecistych lub posiada jakąś szczególną właściwość.

Czynniki ułatwiające zapłodnianie krzyżowe. Najczęściej przenoszą pyłek z pylników na znamię tego samego kwiatu lub z kwiatu na kwiat owady należące do rzędu *Hymenoptera*, *Lepidoptera* i *Diptera*, a w niektórych częściach świata ptaki¹.

¹ Podam tutaj wszystkie znane mi wypadki zapłodniania kwiatów za pośrednictwem ptaków. W południowej Brazylii kolibry z pewnością pośredniczą przy zapłodnieniu różnych roślin, które bez ich pomocy są bezpłodne (Fritz Müller, „Bot. Zeit.”, 1870, s. 274—5 i „Jen. Zeit. f. Naturwiss.”, t. VII, 1872, s. 24). Kolibry długodziobe odwiedzają kwiaty *Brugmansia*, wówczas gdy niektóre gatunki krótkodziobe przebijają jej wielką koronę, aby otrzymać nektar nieprawnie, w ten sam sposób, w jaki czynią to pszczoły we wszystkich częściach świata. Wydaje się w samej rzeczy, że dzioby kolibrów są specjalnie przystosowane do różnego rodzaju odwiedzanych przez nie kwiatów: w Kordylierach wysysają one *Salviae* i rozrywają kwiaty *Tacsoniae*; w Nikaragui p. Belt widział, jak wysysały kwiaty *Marcgravia* i *Erythrina* i przenosiły w ten sposób pyłek z kwiatu na kwiat. Podobno w Ameryce Północnej odwiedzają one kwiaty *Impatiens* (Gould, „Introduction to the Trochilidae”, 1861, s. 15, 120; „Gard. Chronicle”, 1869, s. 389; „The Naturalist in Nicaragua”, s. 129; „Journal of Linn. Soc. Bot.”, t. XIII, 1872, s. 151). Powinienem dodać, że często widziałem w Chile *Mimus*, którego głowa była zażółcona pyłkiem pochodzącym, jak sądzę, z *Cassia*. Zapewniano mnie, że na Przylądku Dobrej Nadziei *Strelitzia* jest zapładniana za pośrednictwem *Nectarinidae*. Nie ma prawie wątpliwości, że wiele australijskich kwiatów jest zapładnianych przez liczne wysysające miód ptaki tej krainy. Pan Wallace powiada („Address

Następnym z kolei czynnikiem, mającym jednak ograniczone znaczenie, jest wiatr, a dla niektórych roślin wodnych, według Delpino¹, prądy wodne. W wielu wypadkach do przenoszenia pyłku niezbędna jest pomoc z zewnątrz oraz istnieją liczne urządzenia służące do tego celu, co pozwala przypuszczać, że jest to dla roślin bardzo korzystne. Fakt, że rośliny powstałe po skrzyżowaniu mają silniejszy wzrost, większą bujność i płodność niż rośliny pochodzące z samozapłodnienia, potwierdza to przypuszczenie. Powinniśmy jednak zawsze pamiętać, że chodzi o osiągnięcie dwóch w pewnym stopniu przeciwstawnych celów; pierwszym z nich i ważniejszym jest wytworzenie w jakikolwiek sposób nasion, drugim zaś — krzyżowe zapłodnienie.

Korzyści wynikające z zapłodnienia krzyżowego wyjaśniają w pewnym stopniu większość głównych cech kwiatów. Pozwala to nam zrozumieć ich wielkie rozmiary i jaskrawe barwy, a w niektórych wypadkach jaskrawość przyległych części, np. szypulek, przylisków, a nawet właściwych liści, jak u *Poinsettia* itd. Dzięki temu stają się one widoczne dla owadów, tak samo jak owoce zjadane przez ptaki, zabarwione zwykle silnie kontrastowo w stosunku do zielonego listowia, aby mogły być dostrzeżone i aby ich nasiona zostały szeroko rozsiane. Niektóre kwiaty uzyskały widoczność nawet kosztem organów rozrodczych, jak np. kwiaty języczkowe wielu *Compositae*, zewnętrzne kwiaty *Hydrangea* i wierzchołkowe kwiaty *Muscari*. Są też powody do przypuszczenia, i taka była opinia Sprengla, że kwiaty różnią się barwą zależnie od rodzaju owadów, które je odwiedzają.

Do wabienia owadów służą nie tylko żywe barwy kwiatów, ale także często występujące ciemno zabarwione prążki i plamki, które, jak to już dawno utrzymywał Sprengel, wskazują drogę do miodników. Plamki te są rozmieszczone na płatkach wzdłuż żyłek lub znajdują się między nimi. Mogą one występować tylko na jednym płatkach lub na wszystkich górnych bądź dolnych (z wyjątkiem jednego lub kilku), mogą też tworzyć ciemny pierścień dokoła rurkowej części korony albo znajdować się tylko na wargach kwiatu grzbiecistego. U białych odmian wielu kwiatów, jak np. *Digitalis purpurea*, *Antirrhinum majus*, niektóre gatunki *Dianthus*, *Phlox*,

to the Biological Section Brit. Assoc.", 1876), że na „Wyspach Moluckich często widział u papug o szczotkowatych językach dzioby i przody głów pokryte pyłkiem”. W Nowej Zelandii wiele okazów *Anthornis melanura* miało głowy zabarwione pyłkiem kwiatów miejscowej odmiany *Fuchsia* (Potts, „Transact. New. Zealand Institute”, t. III, 1870, s. 72).

¹ Patrz również interesujący szkic dra Aschersona w „Bot. Zeitung”, 1871, s. 444.

Myosotis, *Rhododendron*, *Pelargonium*, *Primula* i *Petunia*, plamki te zwykle pozostają, chociaż reszta korony przybiera kolor czysto biały; może to być spowodowane po prostu tym, że ich barwa, jako bardziej intensywna, trudniej zanika. Pogląd Sprengla, że plamki te są znakami wskazującymi, wydawał mi się przez długi czas fantastyczny, gdyż owady i bez tej pomocy łatwo odnajdują miódnik i żeby się dostać do niego, przedziurawiają kwiat z zewnątrz. Znajdują one również drobne wydzielające nektar gruczołki na przylistkach i liściach pewnych roślin. Ponadto pewne nieliczne rośliny, np. niektóre maki nie produkujące nektaru, mają plamki; może jednak pewne nieliczne rośliny zachowują ślady tego, że wszystkie dawniej wytwarzały nektar. Z drugiej strony plamki te znacznie częściej występują na kwiatach grzbiecistych, do których owadom trudniej byłoby się dostać, niż na kwiatach promienistych. Sir J. Lubbock dowiódł również, że pszczoły łatwo rozróżniają barwy i że tracą dużo czasu, jeśli umiejscowienie nektaru, który już raz zbierały, jest choćby w najmniejszym stopniu zmienione¹. Jak sądzę, następujący wypadek daje najlepszy dowód rzeczywistej korelacji między rozwojem tych plamek a występowaniem miódników. Dwa główne płatki pospolitego *Pelargonium* mają takie plamki u swojej nasady; zauważyłem nieraz, że gdy kwiaty stają się peloryczne, czyli promieniste, tracą miódniki, a jednocześnie i ciemne znaki. Gdy miódnik jest tylko częściowo nie wykształcony, tylko jeden z górnych płatków traci swą plamkę. Występowanie więc miódnika i plamek pozostaje niewątpliwie w ścisłym ze sobą związku. Najprostszy jest pogląd, że rozwinęły się razem w specjalnym celu, a jedynym zrozumiałym celem jest wskazywanie przez znaki drogi do miódnika. Z tego co było już powiedziane, widać jednak, że owady mogą znaleźć miódnik bez pomocy znaków wskazujących. Oddają one roślinie tylko tę usługę, że pomagają owadom odwiedzać i wysysać nektar większej liczby kwiatów w danym czasie, niżby to w innych warunkach było możliwe; w ten sposób zwiększa się szansa zapłodnienia pyłkiem przeniesionym z innej rośliny, co ma, jak wiemy, pierwszorzędne znaczenie.

Zapach wydawany przez kwiaty nęci owady, jak to zaobserwowałem, gdy rośliny były okryte siatką. Nägeli przymocował do gałązek sztuczne kwiaty, przy czym perfumował niektóre z nich, pozostawiając inne bez zapachu; kwiaty perfumowane przyciągały owady w oczywisty sposób². Zdawałoby się, że owady muszą się posługiwać jednocześnie wzrokiem

¹ „British Wild Flowers in relation to Insects”, 1875, s. 44.

² Entstehung, etc., der Natur, hist. Art., 1865, s. 23.

i węchem, gdyż p. Plateau¹ przekonał się, iż doskonale zrobione, ale nie pachnące sztuczne kwiaty nigdy ich w błąd nie wprowadzały. W następnym rozdziale wykazemy, że kwiaty niektórych roślin w pełni rozwinięte przez całe dnie lub tygodnie nie przywabiają żadnego owada; nie są prawdopodobnie odwiedzane dlatego, że nie wydzielily jeszcze nektaru, ani nie nabrały zapachu. Można powiedzieć, że natura czasem wykonuje na wielką skalę to samo doświadczenie, jakie zrobił p. Plateau. Często kwiaty są zarówno widoczne, jak i pachnące. Biała barwa jest najbardziej ze wszystkich rozpowszechniona; w porównaniu z kwiatami innej barwy znacznie większy odsetek białych kwiatów ma przyjemny zapach, a mianowicie 14,6%; spośród czerwonych kwiatów pachnie mile tylko 8,2%². Fakt, że większy odsetek białych kwiatów ma przyjemny zapach, może częściowo wiązać się z tym, że kwiaty zapładniane przez ćmy muszą być zarówno pachnące, jak i widoczne w mroku. Większość kwiatów zapładnianych przez owady latające o zmierzchu lub nocą wydaje zapach głównie lub wyłącznie wieczorem, wskutek czego zmniejsza się prawdopodobieństwo odwiedzania ich i rabowania nektaru przez owady dzienne. Niektóre jednak mocno pachnące kwiaty są zapładniane wyłącznie dzięki tej jednej właściwości, np. wieczerzik (*Hesperis*) i niektóre gatunki *Daphne*; w tych rzadkich wypadkach kwiaty są zapładniane za pośrednictwem owadów, choć mają ciemne barwy.

Gromadzenie zapasu nektaru w ukrytym miejscu wiąże się wyraźnie z odwiedzinami owadów. To samo dotyczy położenia, które zajmują pręciki i słupki albo stałe, albo też w odpowiedniej porze dzięki swoim ruchom, gdyż w stanie dojrzałym stają one niezmiennie na drodze prowadzącej do miodnika. Kształt miodnika i sąsiednich części jest również uzależniony od gatunku owadów odwiedzających zazwyczaj kwiaty; wykazał to jasno H. Müller, porównując gatunki nizinne odwiedzane głównie przez pszczoły z należącymi do tych samych rodzajów gatunkami alpejskimi odwiedzanymi przez motyle³. Kwiaty mogą się także przystosować do pewnych rodzajów owadów przez wydzielanie nektaru szczególnie pożądanego dla nich, a niepożądanego dla innych rodzajów; najbardziej uderzającym znanym mi tego przykładem jest *Epipactis latifolia*, gdyż odwiedzają ją

¹ „Proceedings of the French Assoc. for the Advancement of Science”, 1876.

² Barwy i zapachy kwiatów 4200 gatunków zostały zarejestrowane przez Landgrabe'a, Schüblera i Köhlera. Nie widziałem ich oryginalnych prac, ale bardzo obszerny wyciąg jest podany w londyńskim „Gardeners' Mag.”, t. XIII, s. 367.

³ „Nature”, 1874, s. 110; 1875 s. 190; 1876, s. 210, 289.

wyłącznie osy. Istnieją także takie szczegóły budowy, jak włoski w koronie naparstnicy (*Digitalis*), które najwidoczniej uniemożliwiają dostęp owadom źle przystosowanym do przenoszenia pyłku z jednego kwiatu na drugi¹.

Nie potrzebuję tu mówić o niezliczonych właściwościach, takich jak lepkość gruczołów na pyłkownikach u *Orchideae* i *Asclepiadae*, lepkość albo szorstkość ziarn pyłku wielu roślin lub pobudliwość ich pręcików, które poruszają się za dotknięciem owadów itd. — gdyż wszystkie one w sposób oczywisty sprzyjają krzyżowemu zapłodnieniu lub je warunkują.

Wszystkie zwykłe kwiaty są na tyle otwarte, że owady mogą się w nie wcisnąć, mimo że niektóre kwiaty, jak np. lwia paszcza (*Antirrhinum*), różne *Papilionaceae* i *Fumariaceae*, są na pozór zamknięte. Nie można utrzymywać, że ich otwarcie jest konieczne do zapłodnienia, gdyż kwiaty kleistogamiczne, które są stale zamknięte, wydają pełną ilość nasion. Pyłek zawiera wiele azotu i fosforu — dwa pierwiastki najbardziej niezbędne dla rozwoju roślin — lecz wielka ilość pyłku z szeroko otwartych kwiatów jest używana jako pokarm przez żywiące się pyłkiem owady i wielka jego ilość ginie podczas długotrwałego deszczu. Wiele roślin broni się w miarę możliwości przed tą ostatnią szkodą otwierając pylniki tylko podczas słonecznej pogody²; rolę ochronną odgrywa też odpowiedni układ i kształt niektórych lub wszystkich płatków, obecność włosków itd., a ponadto, jak wykazał Kerner w swoim interesującym szkicu³, ruchy płatków lub całego kwiatu podczas chłodnej i wilgotnej pogody. Dla powetowania utraty pyłku, następującej w tak różny sposób, pylniki wytwarzają znacznie większą jego ilość, niż potrzeba do zapłodnienia danego kwiatu. Wiem

¹ Belt, „The Naturalist in Nicaragua”, 1874, s. 132. Kerner wykazał w swoim godnym podziwu szkicu „Die Schutzmittel der Blüthen gegen unerufene Gäste”, 1826, że wiele szczegółów budowy — włoski, lepkie gruczoły, wzajemny układ części kwiatu, itd. — chroni kwiaty przed pełzającymi lub bezskrzydłymi owadami, które rabowałyby nektar, nie przynosząc jednak gatunkowi żadnej korzyści, ponieważ nie przenoszą one zwykle pyłku z jednej rośliny na drugą, lecz tylko z jednego kwiatu tej samej rośliny na drugi.

² Pan Blackley zauważył, że dojrzałe pylniki żyta nie otwierały się, gdy je trzymano pod kloszem w wilgotnej atmosferze, wówczas gdy inne pylniki poddane działaniu tej samej temperatury pod otwartym niebem otwierały się łatwo. Przekonał się także, że znacznie więcej pyłku przykleja się do lepkich płytek, które były przywiązane do latawców i uniesione wysoko w powietrze, podczas pierwszych pięknych i suchych dni po dżdżystej pogodzie niż w jakimkolwiek innym czasie; „Experimental Researches on Hay Fever”, 1873, s. 127.

³ „Die Schutzmittel des Pollens”, 1873.

to z moich własnych doświadczeń nad *Ipomoea* podanych we wstępie, a jeszcze bardziej potwierdza to zdumiewająco mała ilość pyłku wytwarzanego przez kwiaty kleistogamiczne, które w ogóle nie są narażone na jego utratę, w porównaniu z ilością pyłku wytwarzanego przez kwiaty otwarte na tych samych roślinach. Jednak ta mała ilość pyłku wystarcza do zapłodnienia i wytworzenia tak licznych nasion. Pan Hassall zadał sobie trud obliczenia liczby ziarn pyłku wytworzonego przez jeden kwiat brodawnika (*Leontodon*) i przekonał się, że wynosi ona 243 600 ziarn, a u peonii — 3 654 000¹. Pojedyncza roślina *Typha* wytworzyła 144 grany pyłku, a ponieważ roślina ta jest wiatropylna i ma bardzo małe ziarna pyłku, liczba ich musiała być olbrzymia. Możemy o tym sądzić na podstawie następujących faktów. Dr Blackley ustalił² za pomocą pomysłowej metody, że u trzech niżej wymienionych wiatropylnych roślin jeden gran pyłku zawierał: u *Lolium perenne* — 6 032 000 ziarn, u *Plantago lanceolata* — 10 124 000 i u *Scirpus lacustris* 27 302 050. Następnie p. A. S. Wilson obliczył za pomocą mikromiary³, że jeden kwiatek żyta wydał 60 000 ziarn pyłku, gdy tymczasem jeden kwiatek jarej pszenicy wytworzył tylko 6 864 ziarna. Redaktor „Botanical Register” liczył zalążki w kwiatach *Wistaria sinensis*. Dokładnie określając liczbę ziarn pyłku przekonał się, że na każdy zalążek przypadało 7 000 ziarn⁴. U *Mirabilis* wystarczają 3 lub 4 bardzo duże ziarna pyłku do zapłodnienia zalążka, ale nie wiem, ile tych ziarn wytwarza jeden kwiat. Kölreuter przekonał się, że u *Hibiscus* potrzeba było sześćdziesięciu ziarn do zapłodnienia wszystkich zalążków jednego kwiatu i obliczył, że pojedynczy kwiat wytwarzał 4863 ziarna, czyli 81 razy za dużo. U *Geum urbanum* jednak według Gärtnera jest tylko 10 razy więcej pyłku niż go potrzeba⁵. Ponieważ otwieranie się wszystkich zwykłych kwiatów i wynikająca stąd utrata dużej ilości pyłku powodują konieczność wytwarzania tak ogromnego nadmiaru tej cennej substancji, możemy zadać sobie pytanie, dlaczego kwiaty są zawsze otwarte. Istnieje wiele roślin o kwiatach kleistogamicznych, nie ulega więc wątpliwości, że wszystkie otwarte kwiaty mogłyby się łatwo przemienić w zamknięte. Kolejne etapy tego procesu można obecnie

¹ „Annals and Mag. of Nat. Hist.”, t. VIII, 1842, s. 108.

² „New Observations on Hay Fever”, 1877, s. 14.

³ „Gardeners’ Chronicle”, marzec 1874, s. 376.

⁴ Cytowane w „Gard. Chron.”, 1846, s. 771.

⁵ Kölreuter, „Vorläufige Nachricht”, 1761, s. 9. Gärtner, „Beiträge zur Kenntniss” itd., s. 346.

stwierdzić u *Lathyrus nissolia*, *Biophytum sensitivum* i kilku innych roślin. Odpowiedź na wyżej postawione pytanie jest najprawdopodobniej taka, że stale zamknięte kwiaty nie mogą być krzyżowo zapłodniane.

Częstość, prawie regularność, z jaką owady przenoszą pyłek z kwiatu na kwiat, nieraz na znaczną odległość, zasługuje na baczną uwagę¹. Najlepiej świadczy o tym fakt stwierdzony w wielu wypadkach, że nie można utrzymać dwóch czystych odmian tego samego gatunku, jeśli rosną obok siebie (wróć jeszcze do tego tematu), oraz że często powstają mieszańce samorzutnie zarówno w ogrodach, jak i w warunkach naturalnych. Co do odległości, na jaką często pyłek jest przenoszony, to żaden doświadczony człowiek nie spodziewałby się np. otrzymać nasion czystej odmiany kapusty, gdyby w odległości 200 lub 300 jardów rosła inna odmiana. Dobry obserwator, nie żyjący już p. Masters z Canterbury, zapewniał mnie, że cały jego zapas nasion był raz „poważnie zanieczyszczony przez czerwone mieszańce”, gdyż kilka roślin czerwonej kapusty kwitło w wiejskim ogródku oddalonym o pół mili; ani jedna roślina tej odmiany nie rosła bliżej². Ale najbardziej zadziwiający jest wypadek zanotowany przez p. Godrona³, który na podstawie cech otrzymanych mieszańców dowiódł, że *Primula grandiflora* musiała być zapłodniona pyłkiem przeniesionym przez pszczoły z *P. officinalis* rosnącej w odległości przeszło dwóch kilometrów, czyli około 1¹/₄ mili angielskiej.

Wszyscy ci, którzy zajmowali się przez długi czas krzyżowaniem, podkreślają z wielkim naciskiem, że kastrowane kwiaty bywają łatwo zapłodniane pyłkiem przeniesionym z daleko rosnących roślin tego samego ga-

¹ Doświadczenie Kölreutera („Fortsetzung” itd., 1763, s. 69) dostarcza przekonujących danych na ten temat. *Hibiscus vesicarius* jest wybitnie dichogamiczny, ponieważ jego pyłek wysypuje się przed dojrzaniem znamion. Kölreuter naznaczył 310 kwiatów i codziennie przynosił pyłek innych kwiatów na ich znamiona, tak że były dobrze zapłodnione, a pozostawił owadom do zapłodnienia tę samą liczbę innych kwiatów. Następnie policzył nasiona obu serii: kwiaty, które tak troskliwie zapłodnił, wydały 10 886 nasion, to znaczy tylko o 351 mniej; tę drobną różnicę całkowicie wyjaśnia okoliczność, że owady nie pracowały przez kilka dni, gdy było chłodno i padał nieustanny deszcz.

² Pan W. C. Marshall złapał na wyspie w Derwentwater nie mniej niż siedem okazów ęmy (*Cucullia umbratica*) z pyłkowinami storczyka *Habenaria chlorantha* przylepionymi do ich oczu, a zatem znajdującymi się w odpowiedniej pozycji do zapłodniania kwiatów tego gatunku, w odległości pół mili od miejsca, gdzie mogła rosnąć ta roślina; „Nature”, 1872, s. 393.

³ „Revue des Sc. Nat.”, 1875, s. 331.

tunku¹. Bardzo wyraźnie świadczy o tym poniższy przykład. Gärtner, zanim zdobył duże doświadczenie, wykastrował i zapłodnił 520 kwiatów różnych gatunków pyłkiem innych rodzajów lub gatunków, lecz pozostawił je nie osłonięte, ponieważ, jak powiada, śmieszna wydawała mu się myśl, że pyłek mógłby być przeniesiony z kwiatów tego samego gatunku, gdyż żadna taka roślina nie rosła bliżej niż w odległości 500 do 600 jardów². W rezultacie 289 z tych 520 kwiatów nie wydało nasion lub dało nasiona niezdolne do kiełkowania; nasiona 29 kwiatów wydały mieszańce, jakich się należało spodziewać na podstawie właściwości użytego pyłku; nasiona pozostałych 202 kwiatów wytworzyły rośliny czysto rodzicielskiego typu, tak że kwiaty te musiały być zapłodnione pyłkiem przeniesionym przez owady na odległość 500 do 600 jardów³. Jest naturalnie rzeczą możliwą, że niektóre z tych 202 kwiatów mogły być zapłodnione pyłkiem pozostawionym w nich przypadkowo podczas kastrowania; jednak aby wykazać, jak nieprawdopodobne jest to przypuszczenie, powinienem dodać, że Gärtner w ciągu następnych osiemnastu lat wykastrował nie mniej niż 8042 kwiaty i krzyżował je w zamkniętym pokoju; jedynie nasiona siedemdziesięciu kwiatów, to znaczy znacznie mniej niż 1%, dały czyste, czyli niemieszańcowe potomstwo⁴.

Z różnych podanych tutaj faktów wynika jasno, że większość kwiatów jest doskonale przystosowana do krzyżowego zapładniania. Jednak wiele z nich jest również wyraźnie przystosowanych, choć nie w tak uderzający sposób, do samozapładniania. Głównym przystosowaniem jest hermafro-

¹ Patrz np. uwagi Herberta („Amaryllidaceae”, 1837, s. 349), a także zdecydowane wypowiedzi Gärtnera na ten temat w jego „Bastarderzeugung”, 1849, s. 670 i „Kenntniss der Befruchtung” 1844, s. 10, 573. Patrz również Lecog, „De la Fécondation” itd., 1845, s. 27. W ostatnich latach ogłoszono kilka komunikatów o niezwyklej skłonności mieszańców do powrotu ku formom rodzicielskim; ponieważ jednak nie mówi się, w jaki sposób chroniono kwiaty przed owadami, można podejrzewać, że często były one zapładniane pyłkiem przenoszonym z daleka z roślin gatunku rodzicielskiego.

² „Kenntniss der Befruchtung”, s. 539, 550, 575, 576.

³ Doświadczenia Henschela (przytoczone przez Gärtnera w „Kenntniss” itd., s. 574), które są bezwartościowe pod każdym innym względem, również wykazują, na jak wielką skalę zachodzi krzyżowanie kwiatów przez owady. Wykastrował on wiele kwiatów na trzydziestu siedmiu gatunkach należących do dwudziestu dwóch rodzajów i pozostawiał znamiona bez pyłku lub zapylał je pyłkiem innych rodzajów, jednakże wszystkie one wydały nasiona, a wszystkie otrzymane z nich siewki były naturalnie czysto rodzicielskiego typu.

⁴ „Kenntniss” itd., s. 555, 576.

dytyzm, to znaczy występowanie w obrębie tej samej korony zarówno męskich, jak i żeńskich organów rozrodczych. Stoją one często tuż obok siebie i dojrzewają jednocześnie, tak że pyłek tego samego kwiatu musi się znaleźć w odpowiednim czasie na jego znamieniu. Do samozapłodniania¹ bywają też przystosowane różne elementy budowy. Takie przystosowania najbardziej rzucają się w oczy wówczas, gdy gatunek istnieje w dwóch formach — jednej dającej widoczne kwiaty przystosowane do krzyżowego zapłodnienia i drugiej mającej mniejsze kwiaty przystosowane do samozapłodnienia, których liczne części są nieco zmodyfikowane specjalnie w tym celu². Ten ciekawy wypadek został odkryty przez H. Müllera. Ponieważ często chodzi o osiągnięcie dwóch sprzecznych pod wieloma względami celów, a mianowicie zapłodnienia krzyżowego i samozapłodnienia, możemy zrozumieć współistnienie w tak wielu kwiatach urządzeń, które wydają się na pierwszy rzut oka niepotrzebnie skomplikowane i ze sobą sprzeczne. Możemy również pojąć wielką różnicę w budowie między kwiatami kleistogamicznymi, przystosowanymi wyłącznie do samozapłodnienia, a zwykłymi kwiatami na tej samej roślinie, przystosowanymi przynajmniej do okolicznościowego zapłodnienia krzyżowego³. Pierwsze są zawsze drobne, całkowicie zamknięte, o płatkach w mniejszym lub większym stopniu szczątkowych, pozbawionych żywych barw; nigdy nie wydzielają one nektaru, ani nie wydają zapachu, mają bardzo małe pylniki wytwarzające tylko kilka ziarn pyłku, a ich znamiona są słabo rozwinięte. Jeśli pamiętamy, że niektóre kwiaty są zapładniane krzyżowo za pośrednictwem wiatru (wiatropylne — według nomenklatury Delpino), a inne za pośrednictwem owadów (owadopylne), możemy też zrozumieć, jak to zaznaczyłem kilka lat temu⁴, wielką różnicę w wyglądzie tych dwóch

¹ H. Müller, „Die Befruchtung” itd., s. 448.

² „Nature”, 1873, s. 44, 433.

³ Fritz Müller odkrył w świecie zwierząt („Jenaische Zeitschr.”, t. IV, s. 451) zjawisko dziwnie analogiczne do występowania roślin dających kwiaty doskonałe i kleistogamiczne. Znalazł on w gniazdach termitów w Brazylii samce i samice o niewykształconych skrzydłach, które nie opuszczają gniazd i rozmnażają gatunek w sposób kleistogamiczny, ale tylko w tym wypadku, gdy całkowicie rozwinięta królowa nie wejdzie po wyroju do starego gniazda. Całkowicie rozwinięte samce i samice są skrzydlate i osobniki z różnych gniazd muszą się często krzyżować ze sobą. W czasie wyroju olbrzymia ich liczba pada ofiarą mnóstwa nieprzyjaciół, tak że królowa może często nie wejść do starego gniazda; wtedy niezupełnie rozwinięte samce i samice rozmnażają i zachowują ród.

⁴ „Journal of Linn. Soc.”, t. VII, Bot., 1863, s. 77.

grup kwiatów. Kwiaty wiatropylne przypominają pod wieloma względami kwiaty kleistogamiczne, lecz znacznie różnią się od nich tym, że nie są zamknięte, wytwarzają nadzwyczaj wielką ilość pyłku, który się nigdy nie zlepia, a ich znamię jest często silnie rozwinięte lub piórkowate. Piękno i zapach naszych kwiatów oraz duże zapasy nektaru zawdzięczamy z pewnością istnieniu owadów.

O zależności między budową i widocznością kwiatów a odwiedzinami owadów oraz o korzystnym wpływie krzyżowego zapłodnienia. Dowiedliśmy już, że nie ma ścisłej zależności między ilością nasion wytwarzanych przez kwiaty po skrzyżowaniu lub samozapłodnieniu a stopniem, w jakim te dwa procesy wpływają na potomstwo. Podałem także dane świadczące o tym, że nieskuteczność własnego pyłku rośliny jest w większości wypadków przypadkowa, nie jest więc cechą specjalnie nabytą dla uniemożliwienia samozapłodnienia. Z drugiej strony nie może być wątpliwości, że dichogamia, która według Hildebranda¹ przeważa u większości gatunków, oraz różnosłupkowość niektórych roślin, jak również liczne urządzenia mechaniczne mają na celu zapobieganie samozapłodnieniu i sprzyjanie zapłodnieniu krzyżowemu. Wszystko to, co sprzyja krzyżowemu zapłodnieniu, musiało powstać wcześniej niż to, co zapobiega samozapłodnieniu, ponieważ dla rośliny byłoby rzeczą szkodliwą, gdyby na jej znamię nie mógł dostać się jej własny pyłek, chyba że byłoby ono już przystosowane do otrzymywania pyłku innego osobnika. Należy zauważyć, że wiele roślin posiada jeszcze w wysokim stopniu zdolność do samozapłodnienia, choć budowa ich kwiatów jest doskonale przystosowana do krzyżowego zapłodnienia, np. kwiaty wielu gatunków roślin motylkowych.

Można uznać za rzecz niemal pewną, że niektóre szczegóły budowy, jak np. wąski wydłużony miodnik lub długa rurkowata korona, rozwinęły się w tym celu, aby jedynie pewne gatunki owadów mogły pozyskiwać nektar z danych kwiatów. Owady te zatem znajdowałyby w nich zapas nektaru zabezpieczony przed wtargnięciem innych owadów, co skłoniłoby je do częstszego odwiedzania takich kwiatów i przenoszenia pyłku z jednego kwiatu na drugi². Można by się spodziewać, że dla roślin o tak szczególnie zbudowanych kwiatkach krzyżowanie jest bardziej korzystne niż dla roślin o zwykłych lub prostych kwiatkach, ale nie wydaje się, aby tak było w rzeczywistości. Na przykład *Tropaeolum minus* ma długi miodnik i grzbie-

¹ Die Geschlechter Vertheilung" itd., s. 32.

² Patrz interesujące omówienie tego tematu przez H. Müllera, „Die Befruchtung” itd., s. 431.

cistą koronę, wówczas gdy *Limnanthes douglasii* ma kwiat promienisty, a nie posiada rzeczywistego miodnika, jednakże u obu gatunków stosunek wysokości mieszańców do wysokości siewek pochodzących z samozapłodniania wynosi 100 do 79. *Salvia coccinea* ma kwiaty grzbieciste, zaopatrzone w ciekawy aparat, za pomocą którego owady obniżają pręciki, natomiast kwiaty *Ipomoea* są promieniste; stosunek wysokości mieszańców pierwszej rośliny do wysokości siewek pochodzących z samozapłodniania wynosi 100 do 76, wówczas gdy u *Ipomoea* stosunek ten wynosi 100 do 77. *Fagopyrum* jest rośliną różnosłupkową, *Anagallis collina* zaś ma słupki jednakowej długości; stosunek wysokości siewek krzyżowanych do wysokości siewek samozapłodnionych wynosi u obu tych roślin 100 do 69.

U wszystkich roślin europejskich, z wyjątkiem stosunkowo rzadkich gatunków wiatropylnych, możliwość krzyżowania różnych osobników zależy od odwiedzin owadów. H. Müller dzięki swoim obserwacjom dowiódł, że duże, widoczne kwiaty są odwiedzane o wiele częściej i przez znacznie większą liczbę owadów niż kwiaty małe, słabo widoczne. Zwraca on następnie uwagę, że kwiaty rzadko odwiedzane muszą być zdolne do samozapłodniania, w przeciwnym bowiem razie szybko by wyginęły¹. Można się jednak pomylić przy wydawaniu opinii w tej sprawie, ponieważ jest nadzwyczaj trudno upewnić się, czy kwiaty rzadko lub wcale nie odwiedzane w ciągu dnia (jak w wyżej podanym wypadku *Fumaria capreolata*) nie są odwiedzane przez drobne nocne *Lepidoptera*, które są tak liczne i dla których, jak wiadomo, cukier jest silną przynętą².

Dwie listy podane na początku niniejszego rozdziału potwierdzają wniosek Müllera, że małe, słabo widoczne kwiaty są całkowicie samopłodne, gdyż ze 125 gatunków podanych na tych dwóch listach tylko osiem lub dziewięć należy do tej grupy i wszystkie one okazały się wysoce płodne przy wykluczeniu owadów. Szczególnie słabo widoczne kwiaty *Ophrys muscifera*, jak wykazałem w innym miejscu, rzadko są odwiedzane przez owady; dziwnym przykładem niedoskonałości (przeczącej wyżej wspomnianej regule) jest fakt, że kwiaty te nie są samopłodne, tak że duży ich odsetek nie wytwarza nasion. Również twierdzenie, że w przeciwieństwie do roślin mających małe i słabo widoczne kwiaty, uważanych za samopłodne, rośliny

¹ „Befruchtung” itd., s. 426. „Nature”, 1873, s. 433.

² W odpowiedzi na moje zapytanie redaktor entomologicznego pisma pisze: „*Depressariae*, jak to wie każdy zbieracz *Noctuae*, zlatują się bardzo chętnie do cukru i bez wątplenia w warunkach naturalnych odwiedzają kwiaty”; „Entomologists' Weekly Intelligencer”, 1860, s. 103.

ny o wielkich i widocznych kwiatach są samobezpłodne, dalekie jest od prawdy, jak na to wskazuje nasza druga lista samorzutnie zapładniających się gatunków, gdyż obejmuje ona takie gatunki, jak *Ipomoea purpurea*, *Adonis aestivalis*, *Verbascum thapsus*, *Pisum sativum*, *Lathyrus odoratus*, niektóre gatunki *Papaver* i *Nymphaea* oraz inne.

Rzadkie odwiedzanie małych kwiatów przez owady nie jest skutkiem wyłącznie ich słabej widoczności, lecz także braku wystarczającej przynęty, gdyż kwiaty *Trifolium arvense* są nadzwyczaj małe, a jednak są bezustannie odwiedzane przez pszczoły i trzmiele, podobnie jak małe i niepozorne kwiaty szparaga. Kwiaty *Linaria cymbalaria* są małe i niezbyt widoczne, jednak w odpowiednim czasie są chętnie odwiedzane przez pszczoły. Powinienem dodać, że według p. Bennetta¹ istnieje inna i zupełnie odrębna grupa roślin, które często nie mogą być odwiedzane przez owady, gdyż kwitną zazwyczaj lub nawet wyłącznie zimą; rośliny te wydają się przystosowane do samozapładniania, ponieważ wysypują swój pyłek przed rozchyleniem się kwiatów.

Jest rzeczą wysoce prawdopodobną lub nawet pewną, że kwiaty stały się widoczne, aby wabić owady. Można jednak zadać sobie pytanie, czy inne kwiaty stały się słabo widoczne w celu uniknięcia odwiedzin owadów, czy też zachowały one po prostu dawny, pierwotny stan? Gdyby wielkość rośliny znacznie się zmniejszyła, to prawdopodobnie zmniejszyłyby się i kwiaty wskutek korelacji między ich wzrostem a wzrostem całej rośliny; w ten sposób można by wyjaśnić niektóre wypadki. Jednak korona, jak to wykazałem w innej pracy („Different Forms of Flowers”, 1877, s. 143), może się również wielce zmniejszyć pod wpływem nie sprzyjającego klimatu. Rozmiary i barwa korony są to cechy nadzwyczaj zmienne i nie ulega wątpliwości, że gdyby duże i żywo zabarwione kwiaty przynosiły korzyść jakiemuś gatunkowi, cechy te mogłyby się rozwinąć w wyniku doboru naturalnego w ciągu niezbyt długiego czasu. Budowa kwiatów motylkowych ma widoczny związek z odwiedzinami owadów i jeśli wziąć pod uwagę zwykłe cechy tej grupy, to wydaje się rzeczą mało prawdopodobną, aby przodkowie rodzajów *Vicia* i *Trifolium* mieli tak małe i niepozorne kwiaty, jakie spotykamy u *V. hirsuta* i *T. procumbens*. Musimy więc wyciągnąć wniosek, że niektóre rośliny albo nie powiększyły rozmiarów swoich kwiatów, albo zmniejszyły je i celowo uczyniły je niewidocznymi, wskutek czego są obecnie rzadko

¹ „Nature”, 1869, s. 11.

odwiedzane przez owady. W obu wypadkach musiał się także rozwinąć u nich lub zachować wysoki stopień samopłodności.

Jeśli zwiększenie zdolności do samozapłodniania stawało się z jakiegokolwiek powodu korzystne dla danego gatunku, nie trudno przypuścić, że mogło ono łatwo nastąpić. W moich niewielu doświadczeniach zdarzyły się trzy wypadki, kiedy rośliny stały się bardziej płodne przy zapyleniu własnym pyłkiem, niż były nimi pierwotnie; zauważyłem to mianowicie u *Mimulus*, *Ipomoea* i *Nicotiana*. Nie ma też żadnej wątpliwości, że wiele gatunków roślin może w sprzyjających warunkach rozmnażać się w ciągu wielu pokoleń w wyniku samozapłodniania. Odnosi się to do uprawianych w Anglii odmian *Pisum sativum* i *Lathyrus odoratus* oraz do *Ophrys apifera* i niektórych innych roślin rosnących dziko. Większość jednak tych roślin lub może wszystkie zachowują sprawnie działające urządzenia, które nie mogą się przydać do żadnego innego celu, jak tylko do krzyżowego zapłodnienia. Mamy także powody do podejrzenia, że samozapłodnianie daje jakieś specjalne korzyści pewnym roślinom; jeśli jednak tak jest rzeczywiście, wynikające z tego korzyści są znacznie mniejsze od pożytku, jaki daje skrzyżowanie z nowym rodem lub nieco różniącą się odmianą.

Mimo niektórych wyżej przytoczonych uwag wydaje mi się rzeczą wysoce nieprawdopodobną, aby rośliny mające drobne i słabo widoczne kwiaty mogły zapłodniać się swoim własnym pyłkiem w ciągu wielu minionych pokoleń lub by mogły kontynuować samozapłodnienie w ciągu wielu przyszłych pokoleń. Sądzę tak nie na podstawie ujemnego wpływu samozapłodniania przejawiającego się w wielu wypadkach nawet w pierwszym pokoleniu, np. u *Viola tricolor*, *Sarothamnus*, *Nemophila*, *Cyclamen* itd., ani też nie na podstawie prawdopodobieństwa zwiększenia się szkodliwego wpływu po kilku pokoleniach, gdyż przeprowadzone przeze mnie doświadczenia nie dostarczyły mi dostatecznych dowodów, jeśli chodzi o to zagadnienie. Lecz gdyby rośliny o małych i słabo widocznych kwiatach nie krzyżowały się czasem między sobą i nie odnosiły korzyści z tego procesu, wszystkie ich kwiaty stałyby się prawdopodobnie kleistogamiczne, ponieważ byłoby dla nich wielce dogodne wytwarzanie tylko małej ilości dobrze zabezpieczonego pyłku. Do tego wniosku doszedłem na podstawie obserwacji, z których wynikało, że rośliny należące do różnych rzędów bardzo często stają się kleistogamiczne. Nie znam jednak żadnego przykładu, aby wszystkie kwiaty danego gatunku były stale kleistogamiczne. *Leersia* jest najbardziej zbliżona do tego stanu, ale jak to już zaznaczyłem, stwierdzono, że wytwarza ona kwiaty doskonale w jednej z okolic Niemiec. Niektóre inne rośliny

z grupy kleistogamicznych, np. *Aspicarpa*, nie wytworzyły doskonałych kwiatów w szklarni przez kilka lat, ale nie wynika z tego, że zachowywałyby się tak samo w swojej ojczyźnie; odnosi się to również do *Vandellia* i *Viola*, które w ciągu kilku lat dały mi tylko kwiaty kleistogamiczne¹. Rośliny należące do tej grupy mają zwykle co roku kwiaty obu rodzajów; doskonałe kwiaty *Viola canina* wydają dorodne torebki tylko wtedy, gdy są odwiedzane przez pszczoły. Wiemy także, że siewki *Ononis minutissima* otrzymane z doskonałych kwiatów zapłodnionych pyłkiem innej rośliny były piękniejsze od siewek z kwiatów samozapłodnionych; to samo odnosi się w pewnej mierze do *Vandellia*. A zatem ponieważ u żadnego gatunku, który w pewnym okresie wydawał doskonałe chociaż małe i słabo widoczne kwiaty, nie przekształciły się one w kleistogamiczne, muszę sądzić, że rośliny mające obecnie małe i słabo widoczne kwiaty, które pozostają nadal otwarte, odnoszą korzyść z ich przypadkowego zapylania krzyżowego przez owady. Jednym z największych przeoczeń w mojej pracy było to, że nie przeprowadziłem doświadczeń z takimi kwiatami wskutek trudności ich zapładniania i dlatego, że nie doceniałem wagi tego zagadnienia².

Należy pamiętać że w dwóch spośród wypadków, w których między moimi doświadczalnymi roślinami pojawiły się wysoce samopłodne odmiany, a mianowicie u *Mimulus* i *Nicotiana*, skrzyżowanie z nowym rodem lub z nieco różniącą się odmianą wywierało wielce korzystny wpływ na takie odmiany; to samo odnosi się do uprawianych odmian *Pisum sativum* i *Lathyrus odoratus*, które rozmnażano przez długi czas przez samozapładnianie. Dlatego póki nie otrzymam wyraźnych dowodów przeczących tej tezie, muszę sądzić, iż jest to reguła ogólna, że małe i słabo widoczne kwiaty krzyżują się od czasu do czasu za pośrednictwem owadów oraz że po

¹ Przykłady te są podane w rozdz. VIII mojej pracy „Different Forms of Flowers”.

² Niektóre gatunki *Solanum* nadawałyby się do takich doświadczeń, ponieważ, jak mówi Müller („Befruchtung”, s. 434), nie nęca one owadów, gdyż nie wydzielają nektaru, nie wytwarzają wiele pyłku i nie są bardzo widoczne. Przypuszczalnie skutkiem tego odmiany oherzyny i pomidorów (gatunki *Solanum*) według Verlota (Production des Variétés”, 1865, s. 72) nie krzyżują się ze sobą, gdy są uprawiane blisko siebie, ale należy pamiętać, że nie są to gatunki miejscowe. Z drugiej strony kwiaty ziemniaka (*S. tuberosum*), choć nie wydzielają nektaru (Kurr, „Bedeutung der Nektarien”, 1833, s. 40), nie mogą być uważane za słabo widoczne i czasem są odwiedzane przez *Diptera* (Müller) oraz, jak zauważyłem, przez trzmiele. Tinzmann (cytowany w Gardeners’ Chronicle, 1846, s. 183) przekonał się, że niektóre odmiany nie zawiązywały nasion przy zapładnianiu pyłkiem tej samej odmiany, lecz były płodne przy zapładnianiu pyłkiem innej odmiany.

długim okresie samozapłodnienia wielce korzystne dla ich potomstwa jest zapłodnienie pyłkiem przeniesionym z rośliny rosnącej w nieco innych warunkach lub z jej potomstwa. Przy obecnym stanie naszej wiedzy nie można uznać, że samozapłodnienie kontynuowane w ciągu szeregu pokoleń jest zawsze najlepszą metodą rozmnażania.

Czynniki ułatwiające lub zapewniające zapłodnienie kwiatów pyłkiem innej rośliny. W czterech wypadkach zauważyliśmy, że siewki otrzymane po skrzyżowaniu kwiatów tej samej rośliny, a nawet roślin, które wydają się odrębnymi osobnikami, ponieważ zostały rozmnożone za pomocą rozłogów lub sadzonek, nie przewyższały pod żadnym względem siewek z kwiatów samozapłodnianych, a w piątym wypadku (*Digitalis*) wykazały przewagę tylko w nieznacznym stopniu. Moglibyśmy się zatem spodziewać, że u roślin rosnących dziko będzie zwykle lub często zachodzić przy udziale rozmaitych czynników krzyżowanie nie tylko między kwiatami tej samej rośliny, ale i między kwiatami różnych osobników. Fakt, że pszczoły i niektóre *Diptera* odwiedzają, póki mogą, kwiaty tego samego gatunku, zamiast odwiedzać bez różnicy rozmaite gatunki, sprzyja krzyżowaniu różnych jego roślin. Z drugiej strony owady przeszukują zwykle dużą ilość kwiatów na tej samej roślinie, zanim przelecą na drugą, co przeciwdziała krzyżowemu zapłodnieniu. Niezwykle wielka liczba kwiatów, którą pszczoły mogą spenetrować w ciągu krótkiego bardzo czasu, jak to wykazemy w następnym rozdziale, zwiększa szanse krzyżowego zapłodnienia, podobnie jak i fakt że pszczoły nie mogą zorientować się przed wejściem do kwiatu, czy inne pszczoły nie wybrały nektaru. Na przykład H. Müller przekonał się¹, że cztery piąte kwiatów *Lamium album*, które odwiedził trzmiel, były już pozbawione nektaru. Dla skrzyżowania różnych roślin jest naturalnie rzeczą konieczną, aby dwa lub więcej osobników rośło obok siebie i tak właśnie najczęściej bywa. Na przykład A. de Candolle zauważa, że w miarę wzrostu wysokości n.p.m. osobniki tego samego gatunku znikają w pobliżu górnej granicy swego zasięgu raczej nagle niż stopniowo. Trudno tłumaczyć ten fakt charakterem warunków, które zmieniają się stopniowo, prawie niedostrzegalnie; prawdopodobnie należy go przypisać w dużej mierze temu, że silne siewki wschodzą tylko do tej wysokości, na której wiele osobników może wspólnie egzystować.

Co się tyczy roślin dwupiennych, to poszczególne osobniki muszą się zawsze zapładniać nawzajem. Ponieważ u roślin jednopiennych pyłek musi

¹ „Die Befruchtung” itd., s. 311.

być przeniesiony z kwiatu na kwiat, istnieją zawsze duże szanse przeniesienia go z rośliny na roślinę. Delpino zaobserwował także¹ ciekawy fakt, że niektóre osobniki jednopiennego orzecha włoskiego (*Juglans regia*) są protandryczne, inne zaś protogyniczne i zapładniają się nawzajem. To samo zachodzi u leszczyny (*Corylus avellana*)² i, co jest najbardziej zadziwiające, u niektórych nielicznych roślin hermafrodytycznych, jak to zaobserwował H. Müller³. Te ostatnie rośliny niewątpliwie pozostają do siebie w takim samym stosunku jak dwupostaciowe lub trójpostaciowe gatunki różnosłupkowe, u których niezbędne jest połączenie się elementów płciowych dwóch osobników dla uzyskania całkowitej i normalnej płodności. U zwykłych gatunków hermafrodytycznych jednoczesne rozwijanie się kilku tylko kwiatów na roślinie jest jednym z najprostszych środków ułatwiających krzyżowanie się różnych osobników między sobą; wskutek tego jednak rośliny stają się mniej widoczne dla owadów, chyba że kwiaty mają duże rozmiary, jak u wielu roślin cebulkowych. Kerner sądzi⁴, że właśnie dlatego australijska *Villarsia parnassifolia* wytwarza dziennie tylko jeden kwiat. Pan Cheeseman⁵ zwraca również uwagę, że ponieważ pewne storczyki w Nowej Zelandii, wymagające pomocy owadów przy zapłodnieniu, mają tylko jeden kwiat, różne rośliny muszą się krzyżować ze sobą. To samo spotykamy u amerykańskiego gatunku *Drosera*⁶ i, jak słyszałem od profesora Caspary'ego, u lilii wodnych.

Dichogamia, która tak bardzo często występuje w świecie roślinnym, znacznie zwiększa szanse krzyżowania się różnych osobników między sobą. U gatunków protandrycznych, które są o wiele bardziej rozpowszechnione niż protogyniczne, młode kwiaty funkcjonują wyłącznie jako męskie, starsze zaś wyłącznie jako żeńskie; ponieważ zaś pszczoły siadają zwykle na niższej części kwiatostanów i pełzną w górę, zostają osypane pyłkiem z górnych kwiatów, który przenoszą na znamiona dolnych starszych kwiatów na następnym kwiatostanie, jaki odwiedzają. Częstość krzyżowego zapłodnienia u różnych roślin zależy od liczby w pełni rozkwitłych kwiatostanów znajdujących się jednocześnie na tej samej roślinie. U kwiatów protogynicznych

¹ „Ult. Osservazioni” itd., cz. II, z. II, s. 337.

² „Nature”, 1875, s. 26.

³ „Die Befruchtung” itd., s. 285, 339.

⁴ „Die Schutzmittel” itd., s. 23.

⁵ „Transact. New Zealand Institute”, t. V, 1873, s. 356.

⁶ Asa Gray w recenzji tej pracy, w „American Journal of Science”, t. XIII, luty 1877, s. 135.

i u roślin o zwieszających się gronach kolejność odwiedzania kwiatów przez owady powinna być odwrotna dla umożliwienia skrzyżowania różnych roślin. Całe to zagadnienie wymaga dalszych badań, ponieważ nie zdawano sobie dotąd sprawy, jak wielkie ma znaczenie krzyżowanie różnych osobników w porównaniu z krzyżowaniem różnych kwiatów tej samej rośliny.

W pewnych nielicznych wypadkach specjalne ruchy niektórych organów powodują prawie pewne przeniesienie pyłku z jednej rośliny na drugą. Tak np. u wielu storczyków pyłkowiny po przyłączeniu się do głowy lub trąbki owada nie przybierają pozycji odpowiedniej do zetknięcia się ze znamieniem, póki nie upłynie czas wystarczający owadowi do przelotu na drugą roślinę. U *Spiranthes autumnalis* pyłkowiny nie mogą być złożone na znamię, póki wargę i dziobek nie rozsuną się, a ruch ten jest bardzo powolny¹. U *Posoqueria fragrans* (*Rubiaceae*) ten sam cel zostaje osiągnięty dzięki ruchom specjalnie zbudowanego pręcika, jak to opisał Fritz Müller.

Przejdziemy teraz do omawiania znacznie ogólniejszych, a przeto ważniejszych czynników zapewniających krzyżowanie się różnych roślin, a mianowicie większej zdolności zapłodnienia, jaką posiada pyłek innej odmiany lub osobnika w porównaniu z własnym pyłkiem rośliny. Najprostszy i najlepiej znanym wypadkiem silniejszego działania pyłku — choć nie ma to bezpośredniego związku z naszym przedmiotem — jest przewaga pyłku tego samego gatunku nad pyłkiem innego gatunku.

Jeżeli na znamieniu wykastrowanego kwiatu umieścimy pyłek innego gatunku, a potem po kilku godzinach przeniesiemy na to znamię pyłek tego samego gatunku, działanie pierwszego zostanie całkowicie sparaliżowane, z wyjątkiem niektórych rzadkich wypadków. Jeśli potraktujemy w ten sposób dwie odmiany, rezultat będzie analogiczny, choć wręcz przeciwny, gdyż pyłek jakiegokolwiek innej odmiany często lub zwykle działa silniej niż pyłek tego samego kwiatu. Podam kilka przykładów. Pyłek *Mimulus luteus* wysypuje się z reguły na znamię tego samego kwiatu; roślina ta jest wysoce płodna przy braku dostępu dla owadów. Kilka kwiatów białawej, w wysokim stopniu ustalonej odmiany zapłodniono, bez uprzedniego wykastrowania, pyłkiem żółtawej odmiany; każda z dwudziestu ośmiu otrzymanych w ten sposób siewek miała żółtawe kwiaty, tak że pyłek żółtej odmiany zupełnie zniweczył wpływ pyłku rośliny macierzystej. U *Iberis umbellata*

¹ „The Various Contrivances by which British and Foreign Orchids are fertilised”, wyd. 1, s. 128; wyd. 2, 1877, s. 110.

występuje spontanicznie samozapłodnienie; widziałem na znamionach tej rośliny dużo pyłku z jej własnych kwiatów, jednak na trzydzieści siewek otrzymanych z nie kastrowanych kwiatów purpurowej odmiany, zapylonych pyłkiem odmiany różowej, dwadzieścia cztery miało kwiaty różowe, podobne do kwiatów rośliny ojcowskiej.

W tych dwóch wypadkach kwiaty zapładniano pyłkiem innej odmiany i przewaga tego pyłku ujawniła się u **potomstwa**. Podobne rezultaty otrzymuje się często, gdy dwom lub kilku **odmianom** samopylnym pozwala się rosnąć blisko siebie i gdy je odwiedzają owady. Zwyczajna kapusta wytwarza na tej samej łądzyce dużo kwiatów, które przy braku dostępu dla owadów zawiązują wiele łuszczyn niezbyt obfitujących w nasiona. Posadziłem obok siebie białą kalarepę, czerwoną kalarepę, brokuły z Portsmouth, brukselkę oraz cukrową kapustę głowiastą i pozostawiłem je bez osłony. Nasiona zebrane z każdej z tych roślin zostały wysiane na osobnych grzędach; większość siewek na wszystkich pięciu grzędach wykazywała skomplikowaną mieszaninę cech, przy czym niektóre były podobniejsze do jednej odmiany, a inne do drugiej. Wpływ kalarepy przejawiał się szczególnie wyraźnie w zgrubieniu łodyg wielu siewek. Razem otrzymano 233 rośliny, z których 155 było wyraźnymi mieszańcami, a z pozostałych 78 nawet połowa nie była absolutnie czystego typu. Powtórzyłem to doświadczenie, sadząc obok siebie dwie odmiany kapusty, jedną o liściach fioletowozielonych i drugą o liściach białozielonych, wycinanych; na 325 siewek otrzymanych z fioletowozielonej odmiany 165 miało liście białozielone, a 160 — fioletowozielone. Na 466 siewek otrzymanych z białozielonej odmiany 220 miało liście fioletowozielone, a 246 białozielone. Przykłady te wykazują, **jak silnie** pyłek sąsiedniej odmiany niweczy **działanie** własnego pyłku rośliny. Powinniśmy pamiętać, że pszczoły muszą **przenosić** pyłek w **dużo** większej ilości z kwiatu na kwiat na tej samej dużej, rozgałęzionej łądzyce niż z rośliny na roślinę. U roślin, których kwiaty są w pewnym stopniu dichogamiczne, kwiaty na tej samej łądzyce byłyby w różnym wieku, a zatem byłyby tak samo gotowe do wzajemnego zapłodnienia, jak kwiaty na różnych roślinach, gdyby pyłek jednej odmiany nie działał silniej¹.

Wiele odmian rzodkiewki (*Raphanus sativus*), która jest umiarkowanie samopłodna przy braku dostępu dla owadów, kwitło jednocześnie w moim

¹ Pewien autor powiada w „Gardeners' Chronicle” (1855, s. 730), że wysiał nasiona zebrane z grzędy rzepy (*Brassica rapa*) rosnącej obok grzędy brukwi (*B. napus*). W rezultacie zaledwie jedna siewka utrzymała się w typie, a wiele siewek zdradzało wielkie podobieństwo do brukwi.

ogrodzie. Zebrano nasiona z jednej z nich; na dwadzieścia dwie otrzymane w ten sposób siewki tylko dwanaście utrzymało się w typie ¹.

Cebula wytwarza wielką ilość kwiatów, które są zebrane w dużą, okrągłą główkę, przy czym każdy kwiat ma sześć pręcików, tak że znamiona otrzymują bardzo dużo pyłku z pylników tego samego kwiatu i z sąsiednich kwiatów. Dlatego roślina ta jest w dużym stopniu samopłodna, gdy chronimy ją przed owadami. Posadzono obok siebie cebulę krwistoczerwoną, srebrzystą, okrągłą i hiszpańską; siewki pochodzące od każdej odmiany umieszczono na czterech osobnych grzędach. Na wszystkich grzędach otrzymano liczne mieszańce różnych odmian z wyjątkiem dziesięciu siewek krwistoczerwonej cebuli, wśród których były tylko dwa mieszańce. Razem otrzymano czterdzieści sześć siewek, z których trzydzieści jeden powstało niewątpliwie ze skrzyżowania.

Wiadomo, że otrzymamy podobne rezultaty, jeśli pozwolimy kwitnąć obok siebie roślinom wielu innych odmian. Mam na myśli tutaj tylko gatunki zdolne do samozapłodnienia, gdyż w przeciwnym razie mogłyby się one naturalnie skrzyżować z jakąkolwiek inną odmianą rosnącą w pobliżu. Ogrodnicy nie rozróżniają zazwyczaj skutków zmienności od skutków krzyżowania, ale zebrałem dowody naturalnego krzyżowania się odmian tulipana, hiacyntu, zawilca, jaskra, truskawki, *Leptosiphon androsaceus*, pomarańczy, rododendronu i rabarbaru; wszystkie te rośliny są, jak sądzę, samopłodne ². Można by podać wiele innych pośrednich dowodów częstoci samorzutnego krzyżowania się odmian tego samego gatunku.

Ogrodnicy produkujący nasiona na sprzedaż, kierując się drogo opłaconym doświadczeniem, stosują nadzwyczajne środki ostrożności, aby za-

¹ Duhamel (cytowany przez Godrona, „De l'Espèce”, t. I, s. 50) wysuwa analogiczne twierdzenie w stosunku do tej rośliny.

² W sprawie tulipanów i niektórych innych kwiatów patrz Godron, „De l'Espèce”, t. I, s. 252. O zawilcach — „Gard. Chron.”, 1859, s. 98. O truskawkach patrz Herbert w „Transact. of Hort. Soc.”, t. IV, s. 17. Ten sam obserwator mówi w innym miejscu o samorzutnym krzyżowaniu się rododendronów. Gallesio stwierdza to samo w stosunku do pomarańczy. Skonstatowałem sam, że u rabarbaru krzyżowanie odbywa się na dużą skalę. O *Leptosiphon* — Verlot „Des Variétés”, 1865 s. 20. Nie włączyłem do mojej listy *Dianthus*, *Nemophila* lub *Antirrhinum*, których odmiany, jak wiadomo, krzyżują się łatwo, ponieważ rośliny te nie są zawsze samopłodne. Nic mi nie wiadomo o samopłodności *Trollius* (Lecoq, „De la Fécondation,” 1862, s. 93), *Mahonia* i *Crinum* — rodzajów, których gatunki w dużym stopniu krzyżują się ze sobą. Co się tyczy *Mahonia*, to otrzymanie w Anglii czystych okazów *M. aquifolium* lub *M. repens* jest obecnie prawie niemożliwe. Różne gatunki *Crinum* posłane przez Herberta („Amaryllidaceae”, s. 32) do Kalkutty krzyżowały się tam tak łatwo, że nie można było zebrać czystych nasion.

pobiec krzyżowaniu się roślin. Na przykład firma Sharp „posiada grunty, na których produkuje nasiona w nie mniej niż ośmiu parafiach”. Sam fakt, że wielka ilość roślin należących do tej samej odmiany rośnie obok siebie, stanowi poważną ochronę, gdyż istnieją wtedy duże szanse krzyżowego zapylania się roślin tej samej odmiany; głównie dzięki temu niektóre wioski wślawiły się produkcją czystych nasion poszczególnych odmian¹. Wykonałem tylko dwa doświadczenia w celu ustalenia, po jakim czasie pyłek innej odmiany zniweczy mniej lub bardziej całkowicie działanie własnego pyłku rośliny. Znamiona dwóch świeżo rozwiniętych kwiatów odmiany kapusty noszącej nazwę Ragged Jack zostały obficie posypane pyłkiem tej samej rośliny. Po dwudziestu trzech godzinach umieszczono na obu znamionach pyłek rosnącej w pewnej odległości odmiany kapusty Early Barnes, a ponieważ roślina pozostała nie osłonięta, pszczoły z pewnością pozostawiały na tych samych znamionach w ciągu następnych dwóch lub trzech dni pyłek z innych kwiatów Ragged Jack. W tym wypadku wydawało się rzeczą bardzo nieprawdopodobną, aby pyłek kapusty Early Barnes mógł wywrzeć jakiś wpływ; lecz na piętnaście roślin otrzymanych z dwóch luszczyn trzy były na pewno mieszańcami, a niewątpliwie obcy pyłek wpłynął i na dwanaście pozostałych roślin, gdyż rosły one znacznie silniej niż posadzone jednocześnie w tych samych warunkach siewki otrzymane z samozapłodnienia kwiatów odmiany Ragged Jack. W drugim doświadczeniu umieściłem na kilku znamionach długosłupkowej formy pierwiosnki (*Primula veris*) dużą ilość pyłku tej samej rośliny, a po dwudziestu czterech godzinach dodałem nieco pyłku krótkosłupkowej formy ciemnoczerwonej odmiany pierwiosnki — Polyanthus. Z potraktowanych w ten sposób kwiatów otrzymano trzydzieści siewek, wszystkie bez wyjątku o czerwonych kwiatach. A więc działanie własnego pyłku rośliny, aczkolwiek umieszczonego na znamionach o dwadzieścia cztery godziny wcześniej, zostało całkowicie zniweczone przez pyłek czerwonej odmiany. Należy jednak zaznaczyć, że rośliny te są różnosłupkowe i że drugie skrzyżowanie było prawowite, gdy tymczasem pierwsze było nieprawowite. Jednak kwiaty nieprawowicie zapłodnione swoim własnym pyłkiem wydają dość pokaźną ilość nasion.

Rozpatrywaliśmy dotąd tylko większą zdolność zapładniania pyłku innej odmiany w porównaniu ze zdolnością zapładniania własnego pyłku

¹ O firmie Sharp patrz „Gardeners’ Chronicle”, 1856, s. 823; „Theory of Horticulture” Lindleya, s. 319.

rośliny, gdy oba rodzaje pyłku znajdują się na tym samym znamieniu. O wiele bardziej godny uwagi jest fakt, że pyłek innego osobnika tej samej odmiany działa silniej od własnego pyłku rośliny. Świadczy o tym przewaga, jaką wykazują siewki otrzymane w wyniku takiego krzyżowania nad siewkami otrzymanymi z kwiatów samozapłodnianych. W tabelach A, B i C mamy przynajmniej piętnaście gatunków samopłodnych przy wykluczeniu owadów, co oznacza, że ich znamiona muszą otrzymywać pyłek z tego samego kwiatu; niemniej większość siewek otrzymanych w wyniku zapłodniania nie kastrowanych kwiatów tych piętnastu gatunków pyłkiem innej rośliny przewyższała pod względem wzrostu, ciężaru i płodności potomstwo otrzymane z samozapłodnienia¹. Na przykład u *Ipomoea purpurea* każda roślina ze skrzyżowania przewyższała wzrostem swego samozapłodnianego odpowiednika aż do szóstego pokolenia; to samo obserwowano u *Mimulus luteus* aż do czwartego pokolenia. U sześciu par roślin kapustnych pochodzących bądź ze skrzyżowania, bądź z samozapłodniania każda roślina krzyżowana była znacznie cięższa od swego samozapłodnianego odpowiednika. U piętnastu par roślin *Papaver vagum* wszystkie rośliny krzyżowane z wyjątkiem dwóch były wyższe od samozapłodnianych odpowiedników. W ośmiu parach *Lupinus luteus* wszystkie rośliny krzyżowane z wyjątkiem dwóch były wyższe, w ośmiu parach *Beta vulgaris* — wszystkie prócz jednej, a w piętnastu parach *Zea mays* wszystkie były wyższe z wyjątkiem dwóch. W piętnastu parach *Limnanthes douglasii* i w siedmiu parach *Lactuca sativa* każda roślina krzyżowana była wyższa od swego samozapłodnianego odpowiednika. Należy także zauważyć, że w tych doświadczeniach nie starano się specjalnie zapłodniać krzyżowo kwiatów bezpośrednio po ich rozwinięciu się; dlatego jest rzeczą niemal pewną, że w wielu wypadkach nieco pyłku z tego samego kwiatu zdążyło już spaść i podzielać na znamię.

Nie może być prawie wątpliwości, że kilka innych podanych w tabelach A, B i C gatunków — poza wspomnianymi wyżej piętnastoma, których siewki krzyżowane są bujniejsze niż samozapłodniane, musiało otrzymać swój własny pyłek i pyłek innej rośliny prawie jednocześnie. Jeśli tak jest, podane powyżej uwagi mogą się stosować również do nich. Żaden wynik moich doświadczeń nie zadziwił mnie tak bardzo, jak przewaga pyłku

¹ Do tych piętnastu gatunków należą: *Brassica oleracea*, *Reseda odorata* i *R. lutea*, *Limnanthes douglasii*, *Papaver vagum*, *Viscaria oculata*, *Beta vulgaris*, *Lupinus luteus*, *Ipomoea purpurea*, *Mimulus luteus*, *Calceolaria*, *Verbascum thapsus*, *Vandellia nummularifolia*, *Lactuca sativa* i *Zea mays*.

innego osobnika nad własnym pyłkiem rośliny ujawniająca się w silniejszej konstytucji roślin krzyżowanych. O tej przewadze świadczy tutaj porównanie siły wzrostu dwóch serii siewek, a w wielu wypadkach także znacznie większa płodność nie kastrowanych kwiatów na roślinie macierzystej wówczas, gdy otrzymywały one jednocześnie swój własny pyłek i pyłek innej rośliny, w porównaniu z płodnością kwiatów, które otrzymywały tylko swój własny pyłek.

Z podanych już faktów dotyczących samorzutnego krzyżowania się rosnących obok siebie odmian oraz skutków krzyżowania kwiatów, które są samopłodne i nie zostały wykastrowane, możemy wywnioskować, że pyłek przeniesiony przez wiatr lub owady z innej rośliny zwykle zapobiega działaniu pyłku z tego samego kwiatu, choćby własny pyłek rośliny dostał się na znamię wcześniej niż pyłek obcy. Ułatwia to lub zapewnia krzyżowanie się roślin w warunkach naturalnych.

Istnienie wielkich drzew okrytych niezliczonymi hermafrodytycznymi kwiatami zdaje się na pierwszy rzut oka przeczyć częstemu krzyżowaniu się różnych osobników. Kwiaty rosnące na przeciwległych stronach takiego drzewa znajdują się w trochę odmiennych warunkach i krzyżowe zapłodnienie ich może być do pewnego stopnia korzystne, ale jest rzeczą niewiarogodną, aby było choć w przybliżeniu tak korzystne, jak krzyżowanie się kwiatów na różnych drzewach. Możemy o tym wnioskować na podstawie nieskuteczności pyłku przy wzajemnym zapłodnianiu roślin rozmnożonych wegetatywnie z jednego osobnika rosnących na oddzielnych korzeniach. Ilość pszczół odwiedzających pewne gatunki drzew w okresie kwitnienia jest bardzo wielka i można zauważyć, że przelatują one z drzewa na drzewo częściej, niżbyśmy się spodziewali. Jeśli jednak rozważymy, jak liczne są kwiaty na wielkim drzewie, dojdziemy do przekonania, że nieporównanie większa liczba kwiatów musi być zapładniana pyłkiem przeniesionym z innych kwiatów tego samego drzewa niż z kwiatów innego drzewa. Powinniśmy jednak pamiętać, że u wielu gatunków tylko nieliczne kwiaty w tym samym kwiatostanie wytwarzają nasiona i że te nasiona są często rezultatem rozwoju tylko jednego z wielu zalążków zawartych w zalążni. Wiemy obecnie z doświadczeń Herberta i innych¹, że jeśli jeden kwiat zostanie zapłodniony pyłkiem bardziej skutecznym niż ten, który padnie na znamiona innych kwiatów znajdujących się w tym samym kwiatostanie, to ostatnie kwiaty często opadają. Jest rzeczą możliwą, że przydarzyłoby się

¹ „Variation under Domestication”, rozdz. XVII, wyd. 2, t. II, s. 120.

to wielu samozapłodnionym kwiatom na wielkim drzewie, gdyby inne, sąsiednie kwiaty zostały zapłodnione krzyżowo. Wiemy prawie na pewno, że duża liczba spośród kwiatów powstających co roku na wielkim drzewie będzie samozapłodniana. Jeśli założymy, że to drzewo wytworzyło tylko 500 kwiatów i że ta liczba nasion potrzebna jest do zachowania rodu, ponieważ wtedy przynajmniej jedna siewka osiąga dojrzałość, to w tym wypadku znaczny odsetek siewek będzie z konieczności pochodził z nasion otrzymanych w wyniku samozapłodnienia. Gdyby jednak to drzewo wytwarzało co roku 50 000 kwiatów, z których wszystkie samozapłodnione opadałyby nie zawiązując nasion, wówczas kwiaty zapłodnione krzyżowo mogłyby wydać nasiona w ilości dostatecznej do utrzymania rodu, a większość siewek odznaczałaby się bujnością, ponieważ powstałyby w wyniku skrzyżowania się różnych osobników. A więc wytwarzanie wielkiej liczby kwiatów, poza tym że służy do wabienia licznych owadów i rekompensuje przypadkowe straty wielu kwiatów wskutek przymrozków lub z innych przyczyn, jest dla gatunku wielce korzystne. Gdy wiosną widzimy nasze drzewa owocowe okryte białą szatą kwiatów, nie powinniśmy niesłusznie oskarżać natury o rozrzutność, choć jesienią będzie stosunkowo mało owoców.

Rośliny wiatropylne. O naturze i wzajemnych stosunkach roślin zapładnianych za pośrednictwem wiatru napisali znakomite prace Delpino¹ i H. Müller. Poczyniłem już kilka uwag o budowie kwiatów tych roślin porównując je z kwiatami gatunków owadopylnych. Mamy poważne powody, aby przypuszczać, że pierwsze rośliny, które pojawiły się na ziemi, były skrytopłciowe. Sądząc na podstawie stanu obecnego, męskie elementy zapładniające musiały albo mieć zdolność do samodzielnego ruchu w wodzie lub po wilgotnej powierzchni, albo też były przenoszone przez prądy wody do organów żeńskich. Nie ma wątpliwości, że niektóre z najdawniejszych roślin, jak np. paprocie, posiadały prawdziwe organy płciowe; stąd widzimy, jak pisze Hildebrand², że rozdział płci nastąpił we wczesnym okresie. Gdy tylko rośliny stały się jawнопłciowe i zaczęły rosnąć na lądzie, okazało się

¹ Delpino, „Ult. Osservazioni sulla Dicogamia”, cz. II, z. I, 1870, oraz „Studi sopra un Lignaggio anemofilo” itd., 1871. H. Müller, „Die Befruchtung” itd., s. 412, 442. Obaj ci autorzy uważają, że rośliny musiały być wiatropylne, zanim stały się owadopylne. H. Müller omawia oprócz tego bardzo interesująco, w jaki sposób kwiaty wiatropylne przekształciły się w kwiaty zawierające nektar oraz osiągnęły stopniowo swoją obecną budowę dzięki kolejnym korzystnym zmianom.

² Die Geschlechter-Vertheilung”, 1867, s. 84—90.

konieczne dla krzyżowego zapładniania przenoszenie męskiego zapładniającego elementu w jakiś sposób w powietrzu, mianowicie przez wiatr. Musiał również być kiedyś okres, w którym nie istniały jeszcze skrzydlate owady i rośliny nie mogły wtedy stać się owadopylnymi. Nawet w nieco późniejszym okresie nie było bardziej wyspecjalizowanych owadów należących do takich rzędów jak *Hymenoptera*, *Lepidoptera* i *Diptera*, które teraz biorą największy udział w przenoszeniu pyłku. Dlatego najwcześniejsze znane nam rośliny lądowe, a mianowicie *Coniferae* i *Cycadeae*, były niewątpliwie wiatropylne, podobnie jak istniejące obecnie gatunki należące do tych grup. Ślady tego dawniejszego stanu rzeczy są dostrzegalne również u innych grup roślin wiatropylnych, gdyż na ogół wykazują one niższy stopień rozwoju niż gatunki owadopylne.

Nie trudno zrozumieć, w jaki sposób roślina wiatropylna mogła się stać owadopylną. Pyłek jest pokarmem, który musiał być wcześniej odkryty i zjadany przez owady; jeśli pewna jego ilość przylepiała się do ich ciała, musiała być przenoszona z pylników na znamię tego samego kwiatu lub z jednego kwiatu na drugi. Jedną z głównych cech pyłku roślin wiatropylnych jest jego sypkość; lecz tego rodzaju pyłek może przylepiać się do kosmatych ciał owadów, tak jak to się dzieje u niektórych *Leguminosae*, *Ericaceae* i *Melastomaceae*. Mamy jednak jeszcze inne dowody potwierdzające możliwość przenoszenia pyłku w podany wyżej sposób u pewnych roślin zapładnianych obecnie częściowo za pośrednictwem wiatru, a częściowo przez owady. Do takich roślin należy zwykły rabarbar (*Rheum rhaponticum*); widziałem wiele *Diptera* wysysających jego nektar i pokrytych wielką ilością przylepionego do ich ciał pyłku, a jednak pyłek ten jest tak sypki, że jeśli w słoneczny dzień potrząsnąć z lekka rośliną, podnoszą się chmury pyłku, którego część opada na duże znamiona sąsiednich kwiatów. Według Delpino i H. Müllera¹ do takich roślin należą także niektóre gatunki *Plantago*.

Chociaż jest rzeczą możliwą, że pierwotnie jedyną przynętą dla owadów był pyłek i chociaż obecnie istnieje wiele roślin, których kwiaty są odwiedzane wyłącznie przez zjadające pyłek owady, to jednak ogromna większość kwiatów wabi owady głównie dzięki wydzielaniu nektaru. Wiele lat temu poddałem myśl, że początkowo cukier znajdujący się w nektarze był wydzielany² jako produkt uboczny przy przemianach chemicznych zachodzących w soku; gdy produkt ten przypadkowo wydzieliał się wewnątrz okryw

¹ Die Befruchtung" itd., s. 342.

² Nektar był uważany przez De Candolle'a i Dunala za wydzielinę, jak twierdzi Martinet w „Annal. des Sc. Nat.”, t. XIV, 1872, s. 211.

kwiatu, był wykorzystywany przy zapłodnianiu krzyżowym, mającym duże znaczenie dla roślin, przy czym w następstwie ilość jego znacznie się zwiększyła i zaczął się gromadzić w różny sposób. Wydzielanie w pewnych warunkach klimatycznych przez liście niektórych drzew bez pomocy specjalnych gruczołów słodkiego płynu, zwanego często rosą miodową, czyni ten pogląd prawdopodobnym. Zjawisko to obserwujemy na liściach lipy. Chociaż niektórzy autorzy poddawali je w wątpliwość, bardzo kompetentny znawca, doktor Maxwell Masters, informuje mnie, że po wysłuchaniu dyskusji na ten temat w Towarzystwie Ogrodniczym nie ma żadnych wątpliwości pod tym względem. Prof. H. Hoffmann opisał niedawno (1876), jak liście młodej kamelii wydawały obficie wydzielinę bez żadnej interwencji mszyc. Zarówno liście, jak ścięte łodygi jesionu mannowego (*Fraxinus ornus*) wydzielają słodki płyn¹. Według Treviranusa górne powierzchnie liści *Carduus arctioides* zachowują się podczas upału tak samo. Można by podać wiele analogicznych przykładów². Istnieje jednak dużo roślin zaopatrzonych w gruczołki³ na liściach, ogonkach liściowych, liściakach, przylistkach, przykwiatkach, szypułkach kwiatowych lub na zewnętrznej powierzchni kielicha; gruczoły te wydzielają drobne kropelki słodkiego płynu poszukiwanego gorliwie przez owady lubiące cukier, jak np. mrówki, pszczoły i osy. Wydzielanie przez gruczoły znajdujące się na przylistkach *Vicia*

¹ „Gard. Chron.”, 1876, s. 242.

² Kurr, „Untersuchungen über die Bedeutung der Nektarien”, 1833, s. 115.

³ Delpino podaje w „Bulletino Entomologico”, rok VI, 1874, dużo przykładów, do których można przyłączyć przykłady podane w niniejszej pracy. Stwierdzono również wydzielanie słodkiego płynu przez zewnętrzne działki okwiatu dwóch gatunków *Iris* i przez przykwiatki niektórych storczyków; patrz Kurr, „Bedeutung der Nektarien”, 1833, s. 25, 28. Belt również wspomina („Nicaragua”, s. 224) o podobnym wydzielaniu u wielu epifitycznych storczyków i kwiatów *Passiflora*. Pan Rodgers stwierdził, że nasady szypulek kwiatowych *Vanilla* wydzielają dużą ilość nektaru. Link powiada, że jedynym znanym mu przykładem podplatkowego miodnika jest miodnik umieszczony na zewnątrz u nasady kwiatów *Chironia decussata*; patrz „Reports on Botany, Ray Society”, 1846, s. 355. Ostatnio ukazała się na ten temat ważna rozprawa Reinkego („Göttingen Nachrichten”, 1873, s. 825), wykazująca, że u wielu roślin końce ząbków liści w pączku posiadają gruczoły wydzielające tylko w bardzo młodym wieku, mające taką samą budowę morfologiczną jak prawdziwe gruczoły wydzielające nektar. Dalej autor wykazuje, że wydzielające nektar gruczoły na ogonkach liściowych *Prunus avium* nie rozwijają się w bardzo młodym wieku, lecz wędzną na starych liściach. Są one homologiczne do gruczołów na ząbkach blaszek tych samych liści, na co wskazują ich budowa oraz ich formy przejściowe, gdyż najniższe ząbki blaszek większości liści wydzielają nektar zamiast żywicy.

sativa wyraźnie zależy od zmian zachodzących w soku pod wpływem bezpośredniego promieniowania słonecznego. Wielokrotnie zauważyłem, że gdy tylko słońce kryło się za chmury, wydzielanie ustawało i pszczoły opuszczały pole, lecz gdy tylko słońce ukazywało się znowu, wracały one do swojej uczty¹. Zaobserwowałem analogiczny fakt przy wydzielaniu prawdziwego nektaru przez kwiaty *Lobelia erinus*.

Delpino utrzymuje jednak, że zdolność do wydzielania słodkiej cieczy przez organy pozakwiatowe została we wszystkich wypadkach nabyta specjalnie w celu przywabienia os i mrówek mających bronić roślinę przed jej wrogami. Na podstawie obserwacji trzech gatunków, a mianowicie *Prunus laurocerasus*, *Vicia sativa* i *V. faba*, nie miałem jednak nigdy powodu, aby sądzić, że tak jest istotnie. Żadna roślina w Anglii nie jest tak mało atakowana przez jakikolwiek rodzaj nieprzyjaciół jak orlica pospolita (*Pteris aquilina*); a jednak, jak odkrył mój syn Franciszek, duże gruczoły u nasady liści wydzielają, ale tylko w młodym wieku, znaczne ilości słodkiej cieczy, gorliwie poszukiwanej przez niezliczone ilości mrówek, należących głównie do rodzaju *Myrmica*. Mrówki te z pewnością nie bronią rośliny przed wrogami. Jednak w południowej Brazylii mrówki zwabione wydzieliną tej rośliny chronią ją, według Fritza Müllera² przed innymi mrówkami, pożerającymi liście i wyrządzającymi wielkie szkody; jeśli więc ta paproć pochodzi z tropikalnej Ameryki Południowej, mogła rozwinąć swoją zdolność wydzielania w tym właśnie specjalnym celu. Delpino dowodzi, że gruczoły wydzielające cukier nigdy nie powinny być uważane za zwykłe organy wydzielnicze, gdyż w tym wypadku występowałyby u wszystkich gatunków. Jednak argument ten nie wydaje mi się mocny, liście bowiem niektórych roślin wydzielają cukier tylko przy pewnym stanie pogody. Dzięki obserwacjom Delpino, a zwłaszcza dzięki obserwacjom p. Belta nad *Acacia sphaerocephala* i nad kwiatami *Passiflora*, nie mam najmniejszej wątpliwości, że w niektórych wypadkach wydzielanie służy

¹ Ogłosiłem krótką wzmiankę o tym wypadku w „Gard. Chronicle”, 21 lipca 1855, s. 487, a potem poczyniłem dalsze obserwacje. Oprócz pszczoły miodnej krople płynu na przylistkach wysysały mrówki, jeszcze jeden gatunek pszczoły, pewna ćma i dwa gatunki much. Większe krople miały słodki smak. Pszczoły miodne nawet nie patrzyły na rozwinięte w tym samym czasie kwiaty, natomiast dwa gatunki trzmieli nie zwracały uwagi na przylistki i odwiedzały jedynie kwiaty.

² Patrz „Nature”, czerwiec 1877, s. 100, list mego syna Franciszka z interesującymi wyjątkami z listu Fritza Müllera.

do zwabiania owadów mających bronić roślinę i mogło się bardzo rozwinąć w tym właśnie celu. Wspomniana akacja wytwarza również, jako dodatkową przynętę dla mrówek, drobne utwory zawierające dużo tłuszczu i protoplazmy; Fritz Müller opisał analogiczne utwory wytwarzane w tym samym celu przez *Cecropia*¹.

Wydzielanie słodkiej cieczy przez gruczoły znajdujące się poza kwiatem rzadko jest czynnikiem mającym na celu zapewnienie krzyżowego zapłodnienia za pośrednictwem owadów. Ma ono jednak takie znaczenie u kilku gatunków *Euphorbia* i u *Marcgraviaceae*, jak mnie poinformował na podstawie swoich obserwacji w Indiach zachodnich nie żyjący już dr Crüger. Do tego samego wniosku doszedł Delpino po zbadaniu z wielką wnikliwością położenia poszczególnych części kwiatów tych roślin względem siebie². Pan Farrer wykazał³ również, że kwiaty *Coronilla* są tak ciekawie zmodyfikowane, że pszczoły mogą je zapylać podczas wysysania cieczy wydzielanej na zewnętrznej stronie kielicha. U jednej z *Malpighiaceae* pszczoły przegryzają gruczoły na kielichu zbierając w tym czasie na swoje odwłoki pyłek, który przenoszą na inne kwiaty⁴. Na podstawie obserwacji wiel. W. A. Leightona wydaje się rzeczą prawdopodobną, że tak obfite wydzielanie płynu przez gruczoły na liściakach australijskiej *Acacia magnifica* znajdujących się przy kwiatkach ma związek z ich zapłodnieniem⁵.

Ilość pyłku wytwarzanego przez rośliny wiatropylne i odległość, na jaką

¹ Pan Belt podał nadzwyczaj interesujący komunikat („The Naturalist in Nicaragua”, 1874, s. 218) o doniosłym znaczeniu mrówek jako obrońców wyżej wspomnianej *Acacia*. Co się tyczy *Cecropia* patrz „Nature” 1876, s. 304. Mój syn Franciszek opisał budowę mikroskopową i rozwój tych zadziwiających utworów odżywczych w referacie odczytanym w Towarzystwie im. Linneusza („Journ. of Linn. Soc. Bot.”, t. XV, s. 398).

² „Ult. Osservaz. Dicogamia”, 1868—69, s. 188.

³ „Nature”, 1874, s. 169.

⁴ Opis Fritza Müllera w „Nature”, listopad 1877, s. 28.

⁵ „Annals and Mag. of Nat. Hist.”, t. XVI, 1865, s. 14. W mojej pracy „Fertilisation of Orchids” i w rozprawie ogłoszonej później w „Annals and Mag. of Nat. History” wykazałem, że chociaż pewne gatunki storczyków posiadają miodniki, w rzeczywistości nie wydzielają nektaru, lecz owady wysysają płyn zawarty w przestworach międzykomórkowych przez ich ścianki wewnętrzne. Następnie wypowiedziałem przypuszczenie, że u niektórych innych storczyków nie wydzielających nektaru owady nadgryzają wargę; przypuszczenie to okazało się potem prawdziwe. H. Müller i Delpino dowiedli, że niektóre inne rośliny mają zgrubiałe płatki, które owady wysysają lub ogryzają, a jednocześnie pośredniczą w zapłodnieniu kwiatów. Wszystkie fakty dotyczące tego tematu zostały zebrane przez Delpino w jego pracy „Ult. Osserv.”, cz. II, z. II, 1875, s. 59—63.

jest on często przenoszony przez wiatr, są zdumiewająco wielkie. Pan Hassall przekonał się, jak to już podaliśmy, że ciężar pyłku wytworzonego przez pojedynczą roślinkę pałki (*Typha*) wynosił 144 grany. Z pokładów okrętów będących w pobliżu wybrzeży Ameryki Północnej zmiatano pełne kubły pyłku, głównie *Coniferae* i *Gramineae*, a p. Riley widział w okolicach St. Louis (Missouri) ziemię pokrytą pyłkiem tak obficie, jakby ją posypano siarką. Istniało duże prawdopodobieństwo, że pyłek ten pochodził z lasów sosnowych znajdujących się przynajmniej w odległości 400 mil na południe. Podobnie Kerner widział pokryte pyłkiem pola śnieżne w Alpach, a pan Blackley znalazł liczne ziarna pyłku (w jednym wypadku 1200 ziarn) przyklejone do lepkich płytek, które zostały wysłane za pomocą latawca na wysokość 500 do 1000 stóp i tam odsłonięte za pomocą specjalnego mechanizmu. Jest rzeczą godną uwagi, że doświadczenia te ujawniły przeciętnie dziewiętnaście razy większą liczbę ziarn pyłku w atmosferze na większych wysokościach niż na niższych¹. Jeśli weźmiemy pod uwagę te fakty, nie wyda się już nam tak dziwne jak na początku, że na wszystkie lub prawie wszystkie znamiona roślin wiatropylnych pada pyłek przyniesiony na nie przypadkowo przez wiatr. W pierwszej połowie lata każdy przedmiot jest obsypany pyłkiem; np. badałem w innym celu wargi wielu kwiatów *Ophrys muscifera* (rzadko odwiedzanej przez owady) i znalazłem na nich wszystkich bardzo dużo pochodzących z innych roślin ziarn pyłku, które zatrzymały się na ich aksamitnej powierzchni.

Zarówno niezwykle wielka ilość, jak i lekkość pyłku są bez wątpienia dla roślin wiatropylnych niezbędne; ich pyłek musi być zwykle przenoszony na znamiona innych kwiatów znajdujących się często w znacznej odległości, gdyż jak się przekonamy wkrótce, większość roślin wiatropylnych jest rozdzielno płciowa. Zapładnianie tych roślin ułatwiają zwykle duże rozmiary znamion lub ich piórkowatość, a w wypadku *Coniferae* — wydzielanie przez nagie zalążki kropli płynu, jak to zauważył Delpino. Chociaż liczba gatunków wiatropylnych jest mała, jak zaznacza tenże autor, liczba ich osobników jest duża w porównaniu z liczbą osobników gatunków owado-

¹ W sprawie obserwacji p. Hassalla patrz „Annals and Mag. of Nat. Hist.”, t. VIII, 1842, s. 108. W „North American Journal of Science”, styczeń 1842, znajduje się doniesienie o pyłku zmiecionym z pokładu okrętu. Riley, „Fifth Report on the Noxious Insects of Missouri”, 1873, s. 86. Kerner, „Die Schutzmittel des Pollens”, 1873, s. 6. Autor ten widział także w Tyrolu jezioro tak pokryte pyłkiem, że woda jego nie wydawała się błękitna. Pan Blackley, „Experimental Researches on Hay fever”, 1873, s. 132, 141—152.

pylnych. Odnosi się to w szczególności do strefy zimnej i umiarkowanej, gdzie owady są mniej liczne niż w klimacie cieplejszym i gdzie wskutek tego rośliny owadopylne znajdują się w mniej sprzyjających warunkach. Można to stwierdzić w odniesieniu do naszych lasów iglastych, drzew liściastych, np. dębów, buków, brzoź, jesionów itd., jak również do *Gramineae*, *Cyperaceae* i *Juncaceae*, które pokrywają nasze łąki i bagna; wszystkie te rośliny są zapładniane za pośrednictwem wiatru. Ponieważ wielka ilość pyłku roślin wiatropylnych marnuje się, jest rzeczą zdumiewającą, że tyle silnych gatunków należących do tej grupy i mających ogromną liczbę osobników istnieje w dalszym ciągu we wszystkich częściach świata; gdyby bowiem stały się one owadopylnymi, pyłek ich byłby przynoszony przez owady dzięki ich zmysłom i apetytowi z nieporównanie większą pewnością niż przez wiatr. To co wiemy o istnieniu form pośrednich, nie pozwala wątpić w możliwość takiej przemiany; na przykład najwidoczniej dokonała się ona w grupie wierzb, jak możemy wnioskować na podstawie charakteru najbliższych spokrewnionych z nimi roślin¹.

Na pierwszy rzut oka jeszcze bardziej zadziwiający wydaje się fakt, że kwiaty, które stały się owadopylne, mogłyby kiedykolwiek znowu stać się wiatropylne. Zdarzało się to jednak czasem, choć rzadko, np. u zwykłej *Poterium sanguisorba*, jak o tym można wywnioskować na podstawie jej przynależności do *Rosaceae*. Wypadki takie są jednak zrozumiałe, gdyż niemal wszystkie rośliny wymagają od czasu do czasu krzyżowania się między sobą. Gdyby jakiś owadopylny gatunek owady całkiem przestały odwiedzać, zginąłby zapewne, chyba że stałby się wiatropylny lub uzyskał pełną zdolność do samozapłodniania, choć możemy podejrzewać, że w tym ostatnim wypadku długotrwały brak krzyżowego zapładniania odbijałby się niekorzystnie na nim. Owady nie zwracałyby uwagi na roślinę, gdyby przestała wydzielać nektar, chyba że posiadałaby duży zapas przyciągającego je pyłku. Nie możemy uważać, że przerwanie wydzielania jest nieprawdopodobne, ponieważ wiemy, że wydzielanie słodkiej cieczy przez liście i gruczoły zależy w dużej mierze w wielu wypadkach od wpływu klimatu oraz że nieliczne kwiaty nie wydzielające obecnie nektaru zachowały jeszcze barwne znaki wskazujące. To samo obserwowalibyśmy z pewnością wówczas, gdyby w jakiejś okolicy skrzydlate owady wyginęły lub stały się bardzo rzadkie. Istnieje obecnie tylko jedna roślina wiatropylna w wielkim rzędzie *Cruciferae**, a mianowicie *Pringlea*. Roślina ta wy-

¹ H. Müller, „Die Befruchtung” itd., s. 149.

* Rodzina *Cruciferae*. (Tłum.)

stępuje na Archipelagu Kerguelen¹, gdzie prawie nie ma skrzydlatych owadów prawdopodobnie dlatego, że, jak już napomknąłem mówiąc o Maderze, mogą być znoszone przez wiatr na morze i ginąć.

Na uwagę zasługuje fakt, że rośliny wiatropylne są często rozdzielnopłciowe, to znaczy są albo jednopienne (kwiaty męskie i żeńskie na tej samej roślinie), albo dwupienne (kwiaty męskie i żeńskie na różnych roślinach).

Delpino wykazuje², że w linneuszowskiej klasie roślin jednopiętnych gatunki należące do dwudziestu ośmiu rodzajów są wiatropylne, a gatunki należące do siedemnastu rodzajów — owadopylne. W klasie dwupiętnych gatunki ugrupowane w dziesięciu rodzajach są wiatropylne, a gatunki ugrupowane w dziewiętnastu rodzajach — owadopylne. Większy procent rodzajów owadopylnych w tej ostatniej klasie jest prawdopodobnie pośrednim wynikiem tego, że owady bardziej niezawodnie niż wiatr przenoszą pyłek na inną, często znajdującą się w dużej odległości roślinę. W wymienionych dwóch klasach jest razem trzydzieści osiem rodzajów wiatropylnych i trzydzieści sześć owadopylnych, wówczas gdy wśród mnóstwa roślin hermafrodytycznych liczba rodzajów wiatropylnych w stosunku do owadopylnych jest znikomo mała. Przyczyną tej godnej uwagi różnicy może być to, że rośliny wiatropylne w większym stopniu niż owadopylne zachowały się w stanie pierwotnym, dla którego charakterystyczny jest rozdział płci oraz zapłodnienie za pośrednictwem wiatru. Zgodnie z opinią cieszącego się wielkim autorytetem Nägeliego³ najdawniejsi i najprymitywniejsi przedstawiciele świata roślinnego byli rozdzielnopłciowi, co jest aktualne w dużej mierze i obecnie. Trudno jest uniknąć tego wniosku, jeśli przyjmiemy pogląd, który wydaje się wysoce prawdopodobny, że koniugacja u glonów i niektórych najprostszych zwierząt jest pierwszym krokiem prowadzącym do rozmnażania płciowego, zwłaszcza jeśli ponadto pamiętamy, że można prześledzić stopniowy wzrost zróżnicowania komórek koniugacyjnych, prowadzący najwidoczniej do rozwoju dwóch form płciowych⁴. Wiemy także, że gdy rośliny zaczęły rosnąć na lądzie i uzyskały

¹ Wielebny A. E. Eaton w „Proc. Royal Soc.”, t. XXIII, 1875, s. 351.

² „Studi sopra un Lignaggio anemofilo delle Compositae”, 1871.

³ „Entstehung und Begriff der naturhist. Art.”, 1865, s. 22.

⁴ Patrz interesujące rozważanie całego tego zagadnienia przez O. Bütschliego w jego „Studien ueber die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle” itd., 1876, s. 207—219, a także dr A. Dodel, „Die Kraushaar-Alge”, „Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot.”, t. X i Engelmann, „Ueber Entwicklung von Infusorien”, „Morphol. Jahrbuch”, t. I, s. 573. Skrót tej ważnej rozprawy ukazał się w „Archives de Zoolog. experimen-

wyższy stopień rozwoju, wskutek czego stały się jawnopłciowe, musiały stać się wiatropylnie, aby móc krzyżować się między sobą. A zatem wszystkie rośliny, które niewiele się zmieniły od tego czasu, powinny wykazywać nadal tendencję do rozdzielności i wiatropylności; w ten sposób możemy zrozumieć związek między tymi dwoma stanami, choć wydają się one na pierwszy rzut oka zupełnie nie związane z sobą. Jeśli ten pogląd jest słuszny, rośliny musiały się stać hermafrodytyczne w późniejszym, choć jeszcze bardzo wczesnym okresie, a mianowicie po pojawieniu się skrzydlatych owadów. Tak więc zależność między hermafrodytycznością a zapłodnieniem przez owady jest również do pewnego stopnia zrozumiała.

Dlaczego potomkowie roślin, które były pierwotnie dwupienne i dla których korzystne było stałe krzyżowanie się z innymi osobnikami, stali się hermafrodytami? Można to chyba wytłumaczyć w ten sposób, że potomkowie ci, dopóki byli wiatropylni, byli narażeni na to, iż nie zawsze zostaną zapłodnieni i w rezultacie nie pozostawią potomstwa. To ostatnie niebezpieczeństwo, największe ze wszystkich dla każdego organizmu, zmniejszyłoby się bardzo dzięki obupłciowości mimo ujemnego wpływu częstego samozapłodnienia. Nie wiemy, poprzez jakie stopnie przejściowe rośliny osiągnęły stan hermafrodytyczny. Możemy jednak przypuścić, że gdyby nisko uorganizowana forma, u której przedstawicielami obu płci są nieco różniące się osobniki, miała się rozmnażać za pomocą pączkowania czy to przed, czy też po sprzężeniu, zątki obu płci mogłyby się pojawić wskutek zmienności pączkowej na tym samym osobniku, jak to się dzieje obecnie z różnymi cechami. Organizm byłby wtedy jednopienny, i to byłby zapewne pierwszy krok ku hermafrodytyczności; gdyby bowiem bardzo proste męskie i żeńskie kwiaty na tym samym osobniku, z których każdy składałby się z jednego pręcika lub słupka, były zebrane razem i otoczone wspólną okrywą prawie w ten sposób co kwiaty *Compositae*, mielibyśmy kwiat hermafrodytyczny¹.

tale", t. V, 1876, s. XXXIII. Engelmann dochodzi do wniosku, że koniugacja różnych wymoczków stała lub czasowa (nazwana przez niego w tym ostatnim wypadku kopulacją) prowadzi nie do rozwoju prawdziwych jaj, lecz do reorganizacji, czyli odmłodzenia osobnika. Rezultat ten jest ściśle analogiczny do rezultatu połączenia męskich i żeńskich elementów płciowych różnych roślin, gdyż można powiedzieć, że znacznie silniejsza konstytucja otrzymanych w ten sposób siewek jest objawem odrodzenia lub odmłodzenia.

¹ Pan W. Thiselton Dyer w bardzo dobrej recenzji niniejszej pracy („Nature”, luty 1877, s. 329) wyraża wręcz przeciwne zdanie i wysuwa poważne argumenty na korzyść mniemania, że wszystkie rośliny były pierwotnie hermafrodytami. Zaznaczę tylko,

Zmiany, którym ulegają organizmy w zmieniających się warunkach życia, są, jak się zdaje, nieograniczone. Jest więc możliwe, że u niektórych roślin hermafrodytycznych, pochodzących, jak skłonny jestem sądzić, od roślin pierwotnie rozdzielнопłciowych, nastąpił ponowny rozdział płci. Możemy to wywnioskować na podstawie obecności szczątkowych pręcików w kwiatach jednych osobników i szczątkowych słupków w kwiatach innych osobników, np. u *Lychnis dioica*. Ale przemiana tego rodzaju nie nastąpiłaby, gdyby nie było już uprzednio zapewnione zapładnianie krzyżowe, zazwyczaj za pośrednictwem owadów. Nie jest jednak bynajmniej rzeczą jasną, dlaczego wytworzenie męskich i żeńskich kwiatów na oddzielnych roślinach miałoby być korzystne dla gatunku, skoro zostało już przedtem zapewnione krzyżowe zapładnianie. Roślina mogłaby wytwarzać dwa razy więcej nasion, niż potrzeba do utrzymania się odpowiedniej liczby jej osobników w nowych lub zmienionych warunkach życia; gdyby liczba jej kwiatów nie zmniejszyła się, natomiast zmieniłby się stan jej organów rozrodczych (jak to się często zdarza pod wpływem uprawy), przekształcenie kwiatów w rozdzielнопłciowe zapobiegłoby marnotrawieniu nasion i pyłku.

Warto zwrócić uwagę na pewien szczegół związany z tym zagadnieniem. W moim „Powstawaniu gatunków” zauważyłem, że w Wielkiej Brytanii istnieje znacznie większy odsetek rozdzielнопłciowych drzew i krzewów niż roślin zielnych; według Asa Graya i Hookera to samo dotyczy Ameryki Północnej i Nowej Zelandii¹.

że miałem na myśli organizmy stojące na znacznie niższym stopniu rozwoju od paproci lub *Selaginella*. Pan Dyer dodaje, że w stosunku do mojej koncepcji zebranych razem i otoczonych wspólną okrywą kwiatów męskich i żeńskich można mieć dużo zastrzeżeń z morfologicznego punktu widzenia.

¹ W „London Catalogue of British Plants” przeczytałem, że w Wielkiej Brytanii istnieją trzydzieści dwa krajowe drzewa i krzewy należące do dziewięciu rodzin; dla uniknięcia pomyłki wziąłem pod uwagę tylko sześć gatunków wierzb. Z tych trzydziestu dwóch drzew i krzewów dziewiętnaście, czyli więcej niż połowa, jest rozdzielнопłciowych; jest to ogromny odsetek w porównaniu z innymi roślinami brytyjskimi. Nowa Zelandia obfituje w rośliny rozdzielнопłciowe; dr Hooker oblicza, że spośród około 756 jawнопłciowych roślin występujących na tych wyspach nie mniej niż 108 to drzewa należące do trzydziestu pięciu rodzin. Z tych 108 drzew 52, czyli prawie połowa, są w mniejszym lub większym stopniu rozdzielнопłciowe. Krzewów jest 149, w tym 61 w mniejszym lub większym stopniu rozdzielнопłciowych; natomiast z pozostałych 500 roślin zielnych tylko 121, czyli mniej niż jedna czwarta, jest rozdzielнопłciowych. Wreszcie prof. Asa Gray komunikuje mi, że w Stanach Zjednoczonych istnieją 132 krajowe drzewa (należące do dwudziestu pięciu rodzin), z których 95 (należących do

Jest jednak rzeczą wątpliwą, czy jest to reguła ogólna, a z pewnością nie odnosi się ona do roślin w Australii. Zapewniono mnie jednak, że kwiaty drzew, które przeważają w Australii, a mianowicie *Myrtaceae*, roją się od owadów i jeśli są dichogamiczne, powinny być praktycznie rozdzielnopłciowe¹. Co się tyczy roślin wiatropylnych, to wiemy, że wykazują one skłonność do rozdzielnopłciowości; możemy również zrozumieć, że byłoby dla nich rzeczą niekorzystną rozwijać kwiaty bardzo blisko ziemi, gdyż chodzi o to, aby pyłek mógł być unoszony przez wiatr wysoko w powietrze². Ponieważ jednak źdźbła traw są wystarczająco wysokie, nie tłumaczy nam to, czemu rozdzielnopłciowość jest tak częsta u drzew i krzewów. Z poprzednich rozważań możemy wywnioskować, że drzewo mające liczne kwiaty hermafrodytyczne rzadko krzyżowałoby się z innym drzewem, chyba że pyłek innego osobnika działałby silniej niż jego własny pyłek. Otóż rozdział płci, bez względu na to czy roślina jest wiatropylna, czy owadopylna, najskuteczniej zapobiegałby samozapłodnianiu, i to mogłoby być przyczyną rozdzielnopłciowości tylu drzew i krzewów. Inaczej mówiąc, roślina rozdzielnopłciowa miałaby większą zdolność rozwinienia się w drzewo niż roślina hermafrodytyczna, gdyż w tym pierwszym wypadku jej liczne kwiaty byłyby mniej narażone na ciągłe samozapłodnianie. Należy jednak także zaznaczyć, że u długo żyjących drzew lub krzewów rozdział płci związany jest ze znacznie mniejszym ryzykiem niezapłodnienia i niewydania nasion niż u roślin krótko żyjących. Dlatego prawdopodobnie, jak zauważa Lecoq, rośliny roczne rzadko są dwupienne.

A więc istnieją dane pozwalające sądzić, że rośliny wyższe powstały z nadzwyczaj nisko uorganizowanych form rozmnażających się przez koniugację i że koniugujące osobniki różniły się nieco od siebie, przy czym jeden z nich odgrywał rolę osobnika męskiego, a drugi żeńskiego, tak że rośliny były pierwotnie dwupienne. W bardzo wczesnym okresie takie nisko uorganizowane rośliny dwupienne dały zapewne początek — w wyniku zmienności pączkowej — roślinom jednopiennym, u których organy obu siedemnastu rodzin) „jest w mniejszym lub większym stopniu rozdzielnopłciowych, a u większości rozdział płci jest zupełnie wyraźny”.

¹ Jeśli chodzi o *Proteaceae* w Australii, p. Bentham zwraca uwagę („Journal Linn. Soc. Bot.”, t. XIII, 1871, s. 58, 64) na różne urządzenia chroniące znamię u niektórych rodzajów przed działaniem pyłku tego samego kwiatu. Np. u *Synaphea* „znamię jest chronione przez tzw. eunucha (tzn. pręcik płonny) przed wszelkim zetknięciem z pylnikami tego samego kwiatu i zachowane w czystości dla pyłku, który mogą przenieść owady i inne czynniki”.

² Kerner, „Schutzmittel des Pollens”, 1873, s. 4.

płci znajdują się na tym samym osobniku; wskutek jeszcze ściślejzego połączenia płci dały początek roślinom hermafrodytycznym, które są teraz formą najpospolitszą¹. Gdy tylko rośliny zaczęły żyć na lądzie, zaistniała konieczność przenoszenia ich pyłku w jakiś sposób z kwiatu na kwiat; z początku prawie na pewno rolę tę spełniał wiatr, potem zaś owady zjadające pyłek, a następnie owady poszukujące nektaru. W następnych wiekach niektóre nieliczne rośliny owadopylne stały się znów wiatropylne, a u niektórych roślin hermafrodytycznych nastąpił znowu rozdział płci. Korzyści wynikające z takich wtórnych zmian zachodzących w pewnych warunkach nie są dla nas sprawą zupełnie jasną.

Rośliny dwupienne, niezależnie od sposobu ich zapłodnienia, mają przewagę nad innymi roślinami dzięki zapewnionemu krzyżowemu zapłodnieniu. Ale rośliny wiatropylne uzyskują tę przewagę kosztem wytwarzania ogromnego nadmiaru pyłku, przy czym zarówno one, jak i gatunki owadopylne są narażone na to, że zapłodnienie może czasem nie nastąpić. Prócz tego połowa osobników, a mianowicie osobniki męskie, nie wytwarza nasion, co może być niekorzystne. Delpino zaznacza, że rośliny dwupienne nie mogą rozmnażać się tak łatwo jak gatunki jednopienne i hermafrodytyczne, gdyż jeden osobnik, który by dotarł przypadkowo do jakiejś nowej miejscowości, nie mógłby się rozmnażać, można jednak powątpiewać, czy rzeczywiście stanowi to poważną szkodę. Jednopienne rośliny wiatropylne muszą w dużej mierze funkcjonować jako dwupienne ze względu na lekkość ich pyłku i boczny kierunek wiatru, a prócz tego czerpią dodatkową korzyść z częstego lub przygodnego wytwarzania samozapłodnionych nasion. Gdy są również dichogamiczne, funkcjonują z konieczności jako dwupienne. Wreszcie rośliny hermafrodytyczne mogą zwykle wytworzyć przynajmniej pewną ilość samozapłodnionych nasion, a jednocześnie mają możliwość zapłodnienia krzyżowego dzięki różnym przystosowaniom omówionym w niniejszym rozdziale. Jeżeli ich budowa całkowicie uniemożliwia samozapłodnienie, pozostają w tym samym do siebie stosunku co rośliny jedno- lub dwupienne, a mają nad nimi tę przewagę, że każdy kwiat jest zdolny do wydania nasion.

¹ Dużo dowodów wskazuje na to, że wszystkie wyższe zwierzęta są potomkami hermafrodytów; wylania się tu interesujące zagadnienie, czy taki hermafrodytyzm nie mógł być rezultatem sprzężenia dwóch nieco odmiennych osobników reprezentujących obie zaczątkowe płcie. Zgodnie z tym poglądem zwierzęta wyższe zawdzięczałyby swoją dwuboczną budowę wraz z podwojeniem wszystkich ich organów we wczesnym okresie embrionalnym złąciu się, czyli sprzężeniu, dwóch pierwotnych osobników.

Rozdział XI

ZWYCZAJE OWADÓW ZWIĄZANE Z ZAPŁADNIANIEM KWIATÓW

Owady odwiedzają kwiaty tego samego gatunku tak długo, dopóki jest to możliwe — Przyczyna tego zwyczaju — W jaki sposób pszczoły rozpoznają kwiaty tego samego gatunku — Nagłe wydzielanie nektaru — Nektar pewnych kwiatów nie przyciąga pewnych owadów — Pracowitość pszczół i liczba kwiatów odwiedzanych przez nie w krótkim okresie czasu — Przedziurawianie korony przez pszczoły — Zręczność okazywana przy tej operacji — Pszczoły korzystają z otworów zrobionych przez trzmiele — Skutki tego zwyczaju — Celem przedziurawiania kwiatów jest chęć zaoszczędzenia czasu — Dziurawione są najczęściej kwiaty rosnące zwartą masą.

Pszczoły i różne inne owady muszą instynktownie szukać w kwiatach nektaru i pyłku, ponieważ postępują w ten sposób bez żadnych wskazówek, gdy po przepoczwarczeniu się wychodzą z okrywy. Instynkty ich nie są jednak wyspecjalizowane, gdyż odwiedzają one liczne kwiaty obcego pochodzenia równie chętnie jak gatunki miejscowe i szukają często nektaru w kwiatach, które go nie wydzielają; można obserwować, jak próbują one wysysać nektar z miodników tak wysokich, że nie mogą się do nich dostać¹. Wszystkie gatunki pszczół i niektóre inne owady odwiedzają zwykle tak długo kwiaty tego samego gatunku, zanim przejdą do drugiego, jak długo jest to możliwe. O fakcie tym, zaobserwowanym przez Arystotelesa u pszczoły przed przeszło 2000 laty, pisze Dobbs w komunikacie ogłoszonym w 1736 r. w „Philosophical Transactions”. Każdy może to zaobserwować zarówno u pszczół, jak i u trzmieli w ogrodzie kwiatowym; nie jest to jednak zwyczaj niezmienny. Pan Bennett przyglądał się przez

¹ Na ten temat patrz H. Müller, „Befruchtung” itd., s. 427 i sir J. Lubbock, „British Wild Flowers” itd., s. 20. Müller przytacza ważne dowody na poparcie swego poglądu, że pszczoły i liczne inne *Hymenoptera* odziedziczyły po jakimś dalekim wysysającym nektar przodku większą umiejętność ograbiania kwiatów niż ta, którą wykazują owady należące do innych rzędów („Bienen Zeitung”, czerwiec 1876, s. 119).

kilka godzin¹ wielu roślinom wargowym, jak *Lamium album*, *L. purpureum* i *Nepeta glechoma*, rosnącym razem na wale w pobliżu kilku uli i przekonał się, że każda pszczoła ograniczała się do odwiedzania tego samego gatunku. Pyłek tych trzech roślin różni się barwą, tak że mógł on sprawdzić swoje obserwacje badając pyłek, który przyłgnął do schwytanych pszczoł; na każdej pszczole znalazł tylko jeden rodzaj pyłku.

Trzmiele i pszczoły są dobrymi botanikami, ponieważ wiedzą, że odmiany mogą się wielce różnić barwą swoich kwiatów, mimo że należą do tego samego gatunku. Widziałem nieraz, jak trzmiele latały prosto z rośliny zwykłego czerwonego *Dictamnus fraxinella* do jego białej odmiany, od jednej odmiany *Delphinium consolida* i *Primula veris* do drugiej zupełnie inaczej zabarwionej, od ciemnopurpurowej do jasnożółtej odmiany *Viola tricolor*; podobnie u dwóch gatunków *Papaver* latały od jednej odmiany do drugiej bardzo różniące się barwą, lecz w tym ostatnim wypadku niektóre pszczoły odwiedzały bez różnicy kwiaty jednego i drugiego gatunku, choć przelatywały obok innych rodzajów, a zatem postępowały tak, jakby te dwa gatunki były tylko odmianami. H. Müller widział również pszczoły przelatujące z kwiatu na kwiat od *Ranunculus bulbosus* do *R. arvensis* i od *Trifolium fragiferum* do *T. repens*, a nawet od niebieskich hiacyntów do niebieskich fiołków².

Niektóre gatunki *Diptera*, czyli muchówek, odwiedzają kwiaty tego samego gatunku prawie tak regularnie jak pszczoły, a jeśli je schwycić, okazuje się, że są okryte pyłkiem. Widziałem, że *Rhingia rostrata* zachowuje się w ten sposób wobec kwiatów *Lychnis dioica*, *Ajuga reptans* i *Vicia sepium*. *Volucella plumosa* i *Empis cheiroptera* przelatywały od razu z jednego kwiatu *Myosotis silvatica* na drugi. *Dolichopus nigripennis* zachowywał się w ten sam sposób wobec *Potentilla tormentilla*, a inne *Diptera* — wobec *Stellaria holostea*, *Helianthemum vulgare*, *Bellis perennis*, *Veronica hederifolia* i *V. chamaedrys*; niektóre jednak muchy odwiedzały bez różnicy kwiaty dwóch ostatnich gatunków. Widziałem parokrotnie, jak mały *Thrips* oblepiony pyłkiem przelatywał z jednego kwiatu tego samego gatunku na drugi; zauważyłem też, że jeden *Thrips* pełzał w kielichu powoju, mając na głowie cztery ziarna pyłku, które następnie znalazły się na znamieniu.

Fabricius i Sprengel twierdzą, że muchy wchodzące do kwiatów *Aristolochia* nigdy nie mogą się z nich wydostać; nie mogłem w to uwierzyć,

¹ „Nature”, 4 czerwca 1874, s. 92.

² „Bienen Zeitung”, lipiec 1876, s. 183.

gdyż w tym wypadku owady nie przyczyniałyby się do krzyżowego zapłodnienia roślin. Obecnie Hildebrand wykazał błędność tego twierdzenia. Ponieważ pochwy kwiatostanowe *Arum maculatum* są zaopatrzone w szczecinki mające najwidoczniej nie dopuścić do wyjścia owadów, przypominają one pod tym względem kwiaty *Aristolochia*; po zbadaniu kilku pochew znaleziono w niektórych z nich od trzydziestu do sześćdziesięciu drobnych *Diptera* należących do trzech gatunków; wiele z tych owadów leżało martwych na dnie, jak gdyby zostały uwięzione na stałe. Aby dowiedzieć się, czy żywe muchy mogłyby się wydostać i przenieść pyłek na inną roślinę, wiosną 1842 roku zawiązałem mocno woreczek z cienkiego muślinu dokoła pochwy; gdy wróciłem w godzinę później, kilka muszek pełzało po wewnętrznej powierzchni worka. Zerwałem wtedy pochwę i silnie w nią dmuchnąłem; od razu wypełzło z niej kilka much — wszystkie bez wyjątku były obsypane pyłkiem obrazków. Muchy te szybko uleciały i widziałem wyraźnie, że trzy z nich poleciały do innej rośliny oddalonej o jakiś jard *, zatrzymały się na wewnętrznej, czyli wklęsłej powierzchni pochwy, a potem wleciały nagle do wnętrza. Rozchyliłem wtedy pochwę tego kwiatostanu i choć ani jeden pylnik nie był otwarty, na dnie leżało kilka ziarn pyłku, który musiał być przeniesiony z innej rośliny przez jedną z tych much lub przez jakiegoś innego owada. W innym kwiatostanie pełzały muszki i widziałem, że zostawiały pyłek na znamionach.

Nie wiem, czy *Lepidoptera* odwiedzają zwykle kwiaty tego samego gatunku, ale widziałem raz, jak liczne drobne ćmy (zdaje się *Lampronia* (*Tinea*) *calthella*) najwidoczniej zjadały pyłek *Mercurialis annua* i cała przednia część ich ciała była okryta pyłkiem. Poszedłem wtedy do rośliny żeńskiej rosnącej o kilka jardów dalej i zobaczyłem, że w ciągu piętnastu minut trzy takie ćmy usiadły na znamionach. Odwiedzanie kwiatów tego samego gatunku jest zapewne często nęcące dla *Lepidoptera*, gdy te kwiaty mają wysoki i wąski miodnik, ponieważ w tym wypadku inne owady nie mogą wysysać nektaru, który pozostaje dla owadów mających wydłużony narząd pyszczkowy. Bez wątpienia ćma krępli (*Yucca*)¹ odwiedza tylko kwiaty tej rośliny, której zawdzięcza swoją nazwę, gdyż zadziwiający instynkt skłania tę ćmę do składania pyłku na znamieniu, aby mogły się rozwinąć zalążki, którymi żywią się jej larwy. Co się tyczy *Coleoptera*, to widziałem okrytego pyłkiem *Meligethes* przelatującego z jednego kwiatu

* Jard równa się w przybliżeniu 91 cm. (*Thum.*)

¹ Opisana przez p. Riley'a w „*American Naturalist*”, t. VII, październik 1873.

na drugi tego samego gatunku; musi się to zdarzać często, ponieważ według p. Brisout „liczne gatunki owadów mają tylko po jednym ulubionym gatunku rośliny”¹.

Nie trzeba przypuszczać na podstawie tych kilku stwierdzeń, że owady ograniczają się ściśle do odwiedzania kwiatów tego samego gatunku. Odwiedzają one często rośliny innych gatunków, gdy tylko niewiele roślin tego samego gatunku rośnie obok siebie. W ogrodzie kwiatowym, w którym rośło kilka roślin *Oenothera* o pyłku łatwym do rozpoznania, znalazłem nie tylko pojedyncze ziarna, lecz masy tego pyłku wewnątrz wielu kwiatów *Mimulus*, *Digitalis*, *Antirrhinum* i *Linaria*. W tych samych kwiatach znalazłem również inne rodzaje pyłku. Zbadano wiele znamion w kwiatach tymianku, u którego pylniki były zupełnie niewykształcone; znamiona te, choć nie większe w przekroju od igły, były okryte nie tylko pyłkiem tymianku przeniesionym z innych kwiatów przez pszczoły, lecz również pyłkiem różnych innych roślin.

Dla rośliny jest rzeczą bardzo ważną, aby owady odwiedzały kwiaty tego samego gatunku tak długo, jak długo jest to możliwe, ponieważ sprzyja to krzyżowemu zapładnianiu różnych osobników tego samego gatunku; nikt nie może jednak przypuszczać, że owady postępują w ten sposób dla dobra rośliny. Przyczyna tkwi prawdopodobnie w tym, że owady mogą w ten sposób szybciej pracować, ponieważ nauczyły się, jak zajmować najlepsze miejsce na kwiecie oraz jak głęboko i w jakim kierunku wprowadzać swoje narządy pyszczkowe². Postępują one w myśl tej samej zasady co rzemieślnik, który ma zbudować pół tuzina maszyn i który zaoszczędza sobie czasu wyrabiając kolejno każde koło i każdą część do nich wszystkich. Owady, a wśród nich przynajmniej pszczoły, zdają się kierować głównie zwyczajem w swoich różnorodnych czynnościach; zobaczymy, że odnosi się to również do ich występnego nawyku przedziurawiania korony.

Ciekawe jest zagadnienie, w jaki sposób pszczoły rozpoznają kwiaty tego samego gatunku. Bez wątplenia barwa korony jest dla nich głównym wskaźnikiem. Pewnego pięknego dnia, gdy pszczoły oblatywały bez ustanku małe niebieskie kwiaty *Lobelia erinus*, obciąłem niektórym kwiatom wszyst-

¹ Przytoczone w „American Nat.”, maj 1873, s. 270.

² Już po napisaniu tych uwag przekonałem się, że H. Müller doszedł do prawie tego samego wniosku, jeśli chodzi o przyczynę skłaniającą owady do odwiedzania tak długo, jak długo jest to możliwe, kwiatów tego samego gatunku; „Bienen Zeitung”, lipiec 1876, s. 182.

kie płatki, a innym tylko dolne płatki prążkowane i od tej chwili pszczoły nie wysysały ani razu nektaru z tych kwiatów, choć kilka tych owadów faktycznie pełzało po nich. Usunięcie dwóch małych płatków górnych nie odstręczyło pszczół od odwiedzin. Pan J. Anderson twierdzi również, że gdy usunął korony *Calceolaria*, pszczoły nigdy nie odwiedzały kwiatów¹. Z drugiej strony w gęstych zaroślach *Geranium phaeum* sięgających poza granice ogrodu zaobserwowałem niezwykle fakt wydzielania przez kwiaty obficie nektaru po opadnięciu wszystkich płatków; kwiaty w tym stanie były nadal odwiedzane przez trzmiele. Być może, że owady odwiedzały te kwiaty mimo całkowitej utraty płatków dzięki temu, że znajdowały nektar w kwiatach pozbawionych tylko jednego lub dwóch płatków. Sama barwa korony może stanowić pewien wskaźnik; tak np. przyglądałem się przez pewien czas trzmielom, które odwiedzały wyłącznie biało kwitnące rośliny *Spiranthes autumnalis* rosnące w niskiej trawie w znacznej odległości od siebie; trzmiele te często przelatywały o parę cali od różnych innych roślin o białych kwiatach, a potem bez dalszego ich zbadania leciały dalej, szukając *Spiranthes*. Liczne pszczoły ograniczające się do odwiedzania pospolitego wrzosu (*Calluna vulgaris*) kierowały się wielokrotnie ku *Erica tetralix*, najwidoczniej zwabione prawie identycznym odcieniem ich kwiatów, a potem natychmiast leciały dalej, szukając *Calluna*.

Sześć wyżej przytoczonych wypadków, kiedy pszczoły wielokrotnie przelatywały w prostej linii od roślin jednej odmiany tego samego gatunku do drugiej, choć kwiaty ich były zupełnie odmiennie zabarwione, świadczy wyraźnie o tym, że barwa kwiatów nie jest jedynym wskaźnikiem. Obserwowałem również, jak pszczoły leciały w prostej linii od jednego skupienia żółto kwitnącej *Oenothera* do wszystkich innych skupień tej samej rośliny w ogrodzie, nie zbaczając ani na cal ze swej drogi, aby odwiedzić rośliny

¹ „Gardeners' Chronicle”, 1853, s. 534. Kurr wyciął miodniki z wielu kwiatów różnych gatunków i przekonał się, że większość z nich wydała nasiona; ale owady nie zauważyłyby zapewne braku miodnika, póki nie wprowadziłyby swoich narządów pyszczkowych w utworzone w ten sposób dziury, a czyniąc to zapylilyby kwiaty. Usunął on także całą koronę z wielu kwiatów i te ostatnie również wydały nasiona. Kwiaty samopylne wydałyby naturalnie nasiona w tych warunkach, lecz dziwi mnie wielce, że *Delphinium consolida*, podobnie jak inny jeszcze gatunek *Delphinium* oraz *Viola tricolor*, mogły wytworzyć sporą ilość nasion po takiej operacji; ale nie wydaje się, aby ten autor porównywał ilość wytworzonych w ten sposób nasion z ilością nasion wydanych przez nie okaleczone kwiaty, do których owady miały swobodny dostęp; „Bedeutung der Nektarien” 1833, s. 123—135.

Eschscholtzia i inne o żółtych kwiatach odległe tylko o stopę lub dwie z jednej lub drugiej strony. W tych wypadkach pszczoły doskonale знаły miejsce każdej rośliny w ogrodzie, jak to możemy wywnioskować z kierunku ich lotu, tak że kierowały się pamięcią i doświadczeniem. Ale w jaki sposób odkryły z początku, że wyżej wspomniane odmiany o rozmaicie zabarwionych kwiatach należały do tego samego gatunku? Jakkolwiek może się to wydać rzeczą nieprawdopodobną, pszczoły, podobnie jak i my, rozpoznają widocznie rośliny, przynajmniej czasem, nawet z daleka po ich ogólnym wyglądzie. Trzy razy obserwowałem, jak trzmiele leciały po idealnie prostej linii od wysokiej ostróżki (*Delphinium*) będącej w pełni rozkwitu do innej rośliny tego samego gatunku oddalonej o piętnaście jardów, która nie miała ani jednego rozwiniętego kwiatu i której pączki były tylko z lekka niebiesko zabarwione. Tutaj ani zapach, ani wspomnienie poprzednich odwiedzin nie mogły odgrywać żadnej roli, a niebieski odcień był tak słaby, że nie mógłby służyć za wskaźnik¹.

Widoczność korony nie wystarcza do skłonienia owadów do częstych odwiedzin, jeśli kwiat równocześnie nie wydziela nektaru, a także nie wydaje zapachu. Przyglądałem się w ciągu dwóch tygodni wiele razy na dzień ścianie okrytej rozkwitłą w pełni *Linaria cymbalaria* i nigdy nie widziałem, żeby jaka pszczoła choć spojrziała na nią. Potem nastąpił bardzo gorący dzień i nagle na kwiatkach znalazło się wiele gorliwie pracujących pszczoł. Zdaje się, że ciepło jest w pewnym stopniu konieczne do wydzielania nektaru, gdyż zaobserwowałem u *Lobelia erinus*, że jeśli słońce skrywało się za chmury tylko na pół godziny, odwiedziny pszczoł stawały się rzadsze i wkrótce ustawały. Podałem już analogiczny fakt dotyczący słodkiej wydzieliny przylistków *Vicia sativa*. Podobnie jak u *Linaria*, obserwowałem dzień po dniu kwiaty *Pedicularis silvatica*, *Polygala vulgaris*, *Viola tricolor* i niektórych gatunków *Trifolium*, nie widząc na nich ani jednej pracującej pszczoły, a potem nagle wiele pszczoł zaczęło odwiedzać wszystkie kwiaty. W jaki sposób tyle pszczoł odkryło od razu, że kwiaty wydzielają nektar? Przypuszczam, że kierowały się zapachem i że gdy tylko kilka pszczoł zaczęło wysysać kwiaty, inne owady tego samego gatunku oraz innych gatunków zauważyły ten fakt i skorzystały z niego.

¹ Pewien fakt wspomniany przez H. Müllera („Die Befruchtung” itd., s. 347) wskazuje, że pszczoły mają bystry wzrok i wybitną zdolność rozróżniania, gdyż pszczoły zajęte zbiorem pyłku *Primula elatior* niezmiennie przelatywały obok kwiatów formy długosłupkowej, u której pylniki są umieszczone nisko w rurkowatej koronie, nie zwracając na nie uwagi. Różnica w wyglądzie między formą długosłupkową a krótkosłupkową jest jednak znikomo mała.

Zobaczmy wkrótce przy omawianiu zagadnienia przedziurawiania korony, że pszczoły potrafią wykorzystywać pracę innych gatunków owadów. Wchodzi tu w grę również pamięć, gdyż jak już zauważyliśmy, pszczoły znają miejsce każdej grupy kwiatów w ogrodzie. Widziałem nieraz, jak robiły okrążenia (zresztą po możliwie najprostszej linii), lecąc od jednej rośliny *Fraxinella* lub *Linaria* do drugiej oddalonej rośliny tego samego gatunku, choć wskutek tego, że między tymi dwiema roślinami rosły inne, nie można było z jednej z nich widzieć drugiej.

Zdawałoby się, że albo smak, albo zapach nektaru pewnych kwiatów odstręcza pszczoły lub trzmiele, czy też zarówno jedno, jak i drugie, gdyż nie ma, jak się zdaje, innego powodu omijania przez nie niektórych otwartych kwiatów wydzielających nektar. Trudno uważać, że przyczyną tego jest mała ilość nektaru wydzielana przez niektóre z tych kwiatów; wszak pszczoły gorliwie poszukują drobnych kropelek wydzieliny na gruczołach liści *Prunus laurocerasus*. Niekiedy, jak to opisuje p. Grant, nawet pszczoły z różnych ulów odwiedzają różne gatunki kwiatów, np. *Polyanthus* i *Viola tricolor*¹. Dowiedziałem się, że trzmiele odwiedzały kwiaty *Lobelia fulgens* w jednym ogrodzie, a nie odwiedzały ich w drugim odległym tylko o parę mil. Pszczoły lub trzmiele nigdy nie tykają napełnionego nektarem miodnika w wardze *Epipactis latifolia*, choć widziałem, że przelatywały tuż obok tego storczyka; a jednak jego nektar ma przyjemny dla nas smak i jest zwykle spijany przez pospolitą osę. Według moich obserwacji w Anglii osy szukają nektaru tylko w kwiatach *Epipactis*, *Scrophularia aquatica*, *Hedera helix*, *Symphoricarpus racemosa*² i *Tritoma*, przy czym trzy pierwsze są roślinami rodzimymi, a dwie ostatnie — obcego pochodzenia. Ponieważ osy bardzo lubią cukier oraz wszelkie słodkie ciecze i ponieważ nie gardzą drobnymi kropelkami na gruczołach *Prunus laurocerasus*, jest dziwną rzeczą, że nie wysysają nektaru, do którego mogłyby dotrzeć w wielu otwartych kwiatach bez pomocy wydłużonego narządu pyszczkowego. Pszczoły odwiedzają kwiaty *Symphoricarpus* i *Tritoma*, co jest tym dziwniejsze, że nie odwiedzają kwiatów *Epipactis* lub, według tego co widziałem, kwiatów *Scrophularia aquatica*, choć odwiedzają one kwiaty *Scrophularia nodosa*, przynajmniej w Ameryce Północnej³.

¹ „Gard. Chron.”, 1844, s. 374.

² Ten sam fakt zachodzi widocznie we Włoszech, gdyż Delpino powiada, że kwiaty tych trzech roślin są odwiedzane jedynie przez osy; „Nettarii Estranziali, Bullettino Entomologico”, anno VI.

³ „Silliman's American Journal of Science”, sierpień 1871.

Nadzwyczajna pracowitość pszczół oraz to że odwiedzają one dużo kwiatów w ciągu krótkiego czasu, badając wielokrotnie każdy z nich, muszą bardzo zwiększać szanse każdego kwiatu otrzymania pyłku innej rośliny. Gdy nektar jest w jakikolwiek sposób ukryty, pszczoły nie mogą stwierdzić przed wprowadzeniem swoich języczków, czy nie został on niedawno pobrany przez inne pszczoły i ta niewiedza, jak zauważyłem w jednym z poprzednich rozdziałów, zmusza je do odwiedzania większej liczby kwiatów, niżby to uczyniły w przeciwnym razie. Starają się jednak przy tym tracić możliwie najmniej czasu, a więc np. jeśli w kwiatach posiadających kilka miodników przekonają się, że jeden z nich jest suchy, nie badają innych, lecz jak to często obserwowałem, przelatują na inny kwiat. Pracują tak pilnie i sprawnie, że nawet jeśli chodzi o rośliny występujące gromadnie, których setki tysięcy rosną razem (np. różne gatunki wrzosu), odwiedzają każdy kwiat, na co podam wkrótce dowody. Nie tracą one czasu i przelatują bardzo szybko z rośliny na roślinę, nie znam jednak szybkości lotu pszczół. Trzmiele latają z szybkością dziesięciu mil na godzinę, jak mogłem ustalić dla samców dzięki ich ciekawemu zwyczajowi zatrzymywania się w pewnych określonych punktach; ułatwiło to mierzenie czasu zużywanego na przelot z jednego miejsca na drugie.

Co do liczby kwiatów odwiedzanych przez pszczolowate w ciągu określonego czasu, to zauważyłem, że pewien trzmiel odwiedził dwadzieścia cztery zamknięte kwiaty *Linaria cymbalaria* dokładnie w ciągu jednej minuty; inny trzmiel w tym samym czasie odwiedził dwadzieścia dwa kwiaty *Symphoricarpus racemosa*; a jeszcze inny — siedemnaście kwiatów na dwóch roślinach *Delphinium*. Kilka trzmieli odwiedziło pojedynczy kwiat na wierzchołku rośliny *Oenothera* osiem razy w ciągu kwadransa; śledziłem ostatniego z tych trzmieli, gdy odwiedzał on w ciągu kilku dalszych minut każdą roślinę tego gatunku w dużym ogrodzie kwiatowym. W ciągu dziewiętnastu minut owady odwiedziły dwa razy każdy kwiat na małej roślinie *Nemophila insignis*. Pszczoła zbierająca pyłek weszła w ciągu minuty do sześciu kwiatów *Campanula*, a pszczoły zajęte tą robotą pracują wolniej niż przy wysysaniu nektaru. Wreszcie w dniu 15 czerwca 1841 r. obserwowano w ciągu dziesięciu minut siedem pędów kwiatowych rośliny *Dictamnus fraxinella*; odwiedziło je trzynaście trzmieli, z których każdy wchodził do wielu kwiatów. W dniu 22 tegoż miesiąca jedenaście trzmieli odwiedziło te same pędy kwiatowe w ciągu tego samego czasu. Roślina ta miała razem 280 kwiatów; na podstawie wyżej przy-

toczonych danych, biorąc pod uwagę, że trzmiele pracują do późnego wieczora, można sądzić, iż owady odwiedzały każdy kwiat przynajmniej trzydzieści razy dziennie, a ten sam kwiat pozostaje otwarty w ciągu kilku dni. Częstość odwiedzin pszczoł można stwierdzić czasem także na podstawie stopnia podrapania kwiatków przez haczykowate odnóża tych owadów; widziałem duże grzędy *Mimulus*, *Stachys* i *Lathyrus*, których piękne kwiaty były w ten sposób poważnie zeszpecone.

Przedziurawianie koron przez pszczoły. Wspominałem już o tym, że pszczoły wygryzają dziury w kwiatach, aby dotrzeć do nektaru. Postępują one często w ten sposób zarówno w stosunku do roślin gatunków miejscowych, jak i obcego pochodzenia, w wielu częściach Europy, w Stanach Zjednoczonych i w Himalajach, a prawdopodobnie także we wszystkich częściach świata. Rośliny, których zapłodnianie zależy od wejścia owadu do wnętrza kwiatu, nie wydadzą nasion, jeśli ich nektar zostanie zrabowany z zewnątrz; natomiast u tych gatunków, które są zdolne do samorzutnego samozapłodnienia, nie może nastąpić krzyżowe zapłodnienie, co, jak wiemy, jest w większości wypadków w poważnym stopniu szkodliwe dla rośliny. Wygryzanie dziur przez trzmiele jest zdumiewająco częste: zaobserwowałem godny uwagi wypadek w pobliżu Bournemouth, gdzie były dawniej rozległe wrzosowiska. Udałem się na długi spacer i od czasu do czasu zrywałem gałązkę *Erica tetralix*, a gdy miałem ich garść, obejrzałem wszystkie kwiaty przez lupę. Postępowałem w ten sposób wiele razy, ale chociaż zbadałem wiele setek kwiatów, nie udało mi się znaleźć ani jednego, który by nie był przedziurawiony; przez te otwory trzmiele wysysały nektar z kwiatów. Następnego dnia zbadano wielką liczbę kwiatów na innym wrzosowisku i uzyskano ten sam rezultat, ale tutaj pszczoły wysysały nektar przez otwory. Wypadek ten tym bardziej zasługuje na uwagę, że te niezliczone otwory zostały zrobione w ciągu dwóch tygodni; przedtem widziałem, jak pszczoły wysysały wszędzie nektar w należyty sposób, przez gardziel korony. W rozległym ogrodzie kwiatowym na dużych grzędach *Salvia grahami*, *Stachys coccinea* i *Pentstemon argutus* (?) każdy kwiat był przedziurawiony, a zbadano ich wielką liczbę. Widziałem całe pola koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense*) w takim samym stanie. Dr Ogle przekonał się, że 90% kwiatów *Salvia glutinosa* było przedziurawionych¹. Pan Bailey powiada, że w Stanach Zjednoczonych trudno znaleźć nie przedziurawiony kwiat *Gerardia*

¹ Dr Ogle, „Pop. Science Review”, lipiec 1869, s. 267; Bailey, „American Nat.”, listopad 1873, s. 690; Gentry, ibidem, maj 1875, s. 264.

pedicularia (roślina miejscowa), a p. Gentry, mówiąc o wprowadzonej do Ameryki *Wistaria sinensis*, powiada, „że prawie każdy jej kwiat jest przedziurawiony”.

Według moich obserwacji trzmiele zawsze pierwsze wygryzają otwory, mają bowiem dobrze przystosowane do tej pracy swoje potężne szczęki, pszczoły zaś korzystają ze zrobionych w ten sposób otworów. Dr H. Müller pisze mi jednak, że pszczoły czasem wygryzają otwory w kwiatach *Erica tetralix*. Żadne owady poza pszczołami (jedyne wyjątek stanowią osy w odniesieniu do *Tritoma*) nie mają, o ile zaobserwowałem, dosyć rozsądku, aby skorzystać ze zrobionych już otworów. Nawet trzmiele nie zawsze odkrywają, że przedziurawienie pewnych kwiatów przyniosłoby im korzyść. W miodniku *Tropaeolum tricolor* jest obfity zapas nektaru, a jednak w niejednym ogrodzie znajdowałem tę roślinę nietkniętą, wówczas gdy kwiaty innych roślin były mocno podziurawione; lecz kilka lat temu ogrodnik sir J. Lubbocka zapewnił mnie, że widział trzmiele robiące otwory w miodniku tego *Tropaeolum*. W Stanach Zjednoczonych kwiaty zwykłego ogrodnego *Tropaeolum*, jak dowiaduję się od p. Bailey, są często przedziurawiane. Müller obserwował, jak trzmiele usiłowały wysysać miód przez gardziel korony kwiatów *Primula elatior* i *Aquilegia*, a nie mogąc tego dopiąć, przegryzały koronę; wygryzają one jednak często otwory, choć mogłyby bez wielkiego trudu zdobyć nektar w normalny sposób przez gardziel korony.

Dr W. Ogle opowiedział mi o ciekawym wypadku. Zebrał on w Szwajcarii 100 pędów kwiatowych pospolitej niebieskiej odmiany tojadu (*Aconitum napellus*), której ani jeden kwiat nie był przedziurawiony; następnie zebrał 100 pędów białej odmiany rosnącej w bliskim sąsiedztwie i okazało się, że każdy otwarty kwiat był przedziurawiony. Tę zadziwiającą różnicę w stanie kwiatów można z dużym prawdopodobieństwem przypisać temu, że pszczoły nie lubią smaku kwiatów niebieskiej odmiany z powodu cierpkiej substancji występującej zwykle u *Ranunculaceae*, której jednak nie ma w białej odmianie w związku z utratą niebieskiego zabarwienia. Według Sprengla¹ roślina ta jest wybitnie przedprątna, a przeto byłaby w mniejszym lub większym stopniu bezpłodna, gdyby pszczoły nie przenosiły pyłku z młodszych kwiatów na starsze. Wskutek tego biała odmiana, której kwiaty pszczoły zawsze przegryzają zamiast je normalnie odwiedzać, nie może wydawać pełnej liczby nasion i musi stawać się

¹ „Das Entdeckte” itd., s. 278.

rośliną stosunkowo rzadką; jak informuje mnie dr Ogle, tak jest rzeczywiście.

Pszczoły okazują wiele zręczności w swojej pracy, gdyż robią zawsze otwory z zewnątrz tuż przy miejscu, w którym znajduje się ukryty w koronie nektar. Wszystkie kwiaty na dużej grzędzie *Stachys coccinea* miały jedno lub dwa podłużne cięcia na górnej części korony w pobliżu jej podstawy. Kwiaty *Mirabilis* i *Salvia coccinea* były podziurawione w ten sam sposób, natomiast kwiaty *Salvia grahamsi*, u których kielich jest bardzo wydłużony, miały z reguły otwory zarówno na kielichu, jak i na koronie. Kwiaty *Pentstemon argutus* są szersze od kwiatów dopiero co wymienionych roślin i tutaj owady robiły zawsze dwa otwory obok siebie tuż nad kielichem. W tych kilku wypadkach otwory znajdowały się na górnej części, ale u *Antirrhinum majus* jeden lub dwa otwory były zrobione na dolnej części, tuż przy małej wypukłości utworzonej przez miodnik, a przeto w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca, gdzie wydziela się nektar.

Ale najbardziej godnym uwagi przejawem zręczności i rozsądku jest przedziurawianie kwiatów *Lathyrus silvestris*, opisane przez mego syna Franciszka¹. Nektar u tej rośliny jest zamknięty w utworzonej przez zrosnięte pręciki rurce, która otacza słupek tak szczelnie, że pszczoła musi wprowadzić swój języczek z zewnątrz rurki. U jej podstawy jednak pozostawione są dwa naturalne zaokrąglone przejścia lub otwory w celu umożliwienia pszczołom dotarcia do nektaru. Otóż syn mój skonstatował, że w szesnastu na dwadzieścia cztery kwiaty tej rośliny i w jedenastu na szesnaście kwiatów uprawnego lędźwianu szerokolistnego (który stanowi albo odmianę tego samego gatunku, albo gatunek blisko spokrewniony) lewe przejście jest większe niż prawe. I tu następuje rzecz godna uwagi — trzmiele wygryzają otwory w żagielku korony zawsze z lewej strony nad przejściem, które jest zwykle większe. Syn mój robi następującą uwagę: „Trudno powiedzieć, w jaki sposób pszczoły nabrały tego zwyczaju: czy odkryły różnicę w wymiarach otworów prowadzących do nektaru podczas wysysania kwiatów we właściwy sposób, a potem skorzystały z tej wiedzy dla określenia miejsca, gdzie należy wygryźć otwór, czy też wynalazły najlepsze miejsce przegryzając żagielek w różnych punktach, a potem przypominały sobie to miejsce podczas odwiedzania innych kwiatów. Ale w obu wypadkach wykazują one godną uwagi zdolność do korzystania z tego, czego ich nauczyło doświadczenie”. Wydaje się rzeczą prawdopodobną, iż pszczoły zawdzięczają swoją biegłość w wygryzaniu otworów

¹ „Nature”, 8 stycznia 1874, s. 189.

we wszelkiego rodzaju kwiatach temu, że od dawna dzięki instynktowi lepią komórki i pomieszczenia z wosku lub rozszerzają swoje stare kokony za pomocą rurek woskowych, obrabiając ten sam przedmiot z zewnątrz i od wewnątrz.

Na początku lata 1857 r. miałem możność obserwować w ciągu kilku tygodni kilka rzędów fasoli wielokwiatowej (*Phaseolus multiflorus*), gdy badałem zapłodnienie u tej rośliny i widziałem co dzień, że trzmiele i pszczoły wysysały nektar z gardzieli kwiatów. Ale jednego dnia napotkałem kilka trzmieli zajętych przedziurawianiem jednego kwiatu po drugim; następnego dnia wszystkie bez wyjątku pszczoły zamiast usiąść na lewym skrzydełku korony i wysysać kwiat we właściwy sposób leciały bez najmniejszego wahania prosto do kielicha i wysysały nektar przez otwory zrobione tylko jeden dzień wcześniej przez trzmiele; czyniły to w dalszym ciągu przez wiele następnych dni¹. Pan Belt opowiadał mi (28 lipca 1874 r.) o podobnym wypadku z tą jedynie różnicą, że trzmiele przedziurawiły mniej niż połowę kwiatów; niemniej wszystkie pszczoły przestały wysysać nektar przez gardziel kwiatów i odwiedzały wyłącznie przegrzyzione kwiaty. W jaki sposób pszczoły odkrywają tak szybko, że otwory zostały zrobione? Instynkt zdaje się nie odgrywać tutaj żadnej roli, gdyż roślina, o której mowa, jest obcego pochodzenia. Pszczoły nie mogą widzieć otworów, gdy znajdują się na skrzydełkach korony, gdzie zawsze przedtem siadały. Sądząc z łatwości, z jaką pszczoły dawały się zwieść za pomocą obcinania płatków *Lobelia erinus*, jest rzeczą jasną, że w tym wypadku szukając nektaru nie kierowały się jego wonią; można też wątpić, czy przyciągał je do otworów w kwiatach *Phaseolus* przedostający się przez nie zapach. Czy stwierdzają obecność tych otworów za pomocą zmysłu dotyku w trakcie wysysania kwiatów we właściwy sposób, a następnie rozumują, że zaoszczędziłyby sobie czasu, gdyby usiadły na zewnątrz kwiatów i korzystały z otworów? Rozumowanie takie wydaje się zbyt zawile dla pszczoł; jest rzeczą bardziej prawdopodobną, że widząc trzmiele przy pracy i rozumując, o co chodzi, idą za ich przykładem i korzystają z krótszej drogi do nektaru. Nawet gdyby chodziło o zwierzęta stojące na wysokim stopniu rozwoju, jak np. małpy, byłibyśmy zdziwieni słysząc, że wszystkie osobniki jednego gatunku w ciągu dwudziestu czterech godzin zrozumiały czynność wykonaną przez osobniki innego gatunku i wyciągnęły z niej korzyść.

¹ „Gard. Chron.”, 1857, s. 725.

Zauważyłem wielokrotnie u różnych gatunków kwiatów, że wszystkie pszczoły i trzmiele, które wysysały nektar przez otwory, leciały ku nim bez najmniejszego wahania niezależnie od tego, czy otwory te znajdowały się na górnej, czy też na dolnej części korony. Fakt ten świadczy o tym jak szybko ta sama wiadomość szerzy się wśród osobników zamieszkujących daną miejscowość. Jednak nawyk odgrywa tu pewną rolę, podobnie jak w tylu innych pracach pszczół. Dr Ogle, p. Farrer i p. Belt zaobserwowali u *Phaseolus multiflorus*¹, że pewne osobniki kierowały się wyłącznie do otworów, gdy tymczasem inne osobniki tego samego gatunku odwiedzały tylko gardziele kwiatów. W 1861 r. zauważyłem ten sam fakt u *Trifolium pratense*. Siła przyzwyczajenia jest tak wielka, że gdy pszczoła odwiedzająca przedziurawione kwiaty dochodzi do kwiatu, który nie został przegryziony, nie udaje się do gardzieli, lecz natychmiast odlatuje, szukając innego przegryzionego kwiatu. Jednak raz widziałem, jak trzmiel odwiedzający mieszańca *Rhododendron azaloides* wchodził w gardziele niektórych kwiatów, w innych zaś wycinał otwory. Dr H. Müller informuje mnie, że widział w tej samej miejscowości, jak jedne osobniki *Bombus mastrucatus* przedziurawiały kielich i koronę *Rhinanthus alectorolophus*, a inne tylko koronę. Można jednak czasem zaobserwować różne gatunki pszczół zachowujące się odmiennie w tym samym czasie na tej samej roślinie. Widziałem pszczoły wysysające nektar przez gardziel kwiatów zwykłej fasoli, trzmiele jednego gatunku wysysające nektar przez otwory wygrzyzione w kielichu i trzmiele innego gatunku wysysające drobne kropelki płynu wydzielanego przez przylistki. Pan Beal z Michigan informuje mnie, że kwiaty porzeczki (*Ribes aureum*) w stanie Missouri tak obfitują w nektar, że dzieci często je wysysają. Widział on pszczoły wysysające nektar z tych kwiatów przez otwory zrobione przez ptaka — wilgę, a jednocześnie trzmiele wysysające nektar we właściwy sposób przez gardziel kwiatów². Jeśli chodzi o wilgę, fakt ten przypomina nam to, co już mówiłem o pewnych gatunkach kolibrów przedziurawiających kwiaty *Brugmansia*, wówczas gdy inne gatunki spijają nektar przez gardziel. Pobudką do przedziurawiania korony przez pszczoły jest, jak się zdaje, chęć zaoszczędzenia czasu, który tracą na wpełzanie i wypłzanie z dużych kwiatów oraz na

¹ Dr Ogle, „Pop. Science Review”, kwiecień 1870, s. 167. Pan Farrer, „Annals and Mag. of Nat. Hist.”, seria 4, t. II, 1868, s. 258. Pan Belt w liście do mnie.

² Kwiaty *Ribes* są jednak czasem dziurawione przez trzmiele; p. Bundy powiada, że te ostatnie mogą przegryźć siedem kwiatów i ograbić je z nektaru w ciągu jednej minuty; „American Naturalist”, 1876, s. 238.

wciskanie głowy do kwiatów zamkniętych. O ile mogłem stwierdzić, zdołały one odwiedzić prawie dwa razy więcej kwiatów *Stachys* i *Pentstemon*, gdy siadały na górnej powierzchni korony i wysysały nektar przez wycięte otwory, niż gdy wchodziły w normalny sposób. Niemniej każda pszczoła, zanim dojdzie do wprawy, musi stracić nieco czasu na wygryzienie każdego nowego otworu, szczególnie wtedy, gdy otwór przebija zarówno kielich, jak i koronę. A więc czynność ta łączy się z przewidywaniem, właściwością, której liczne dowody spotykamy w budowlanych pracach pszczół; ponadto czyż nie możemy sądzić, że jakiś ślad ich instynktu społecznego, to znaczy potrzeby wykonywania pracy dla dobra innych członków społeczności, odgrywa tu również pewną rolę?

Przed wielu laty uderzył mnie fakt, że trzmiele z reguły przedziurawiają tylko kwiaty rosnące masowo obok siebie. W ogrodzie, w którym było kilka bardzo dużych grzęd *Stachys coccinea* i *Pentstemon argutus*, każdy kwiat był przedziurawiony, ale znalazłem dwie rośliny pierwszego gatunku rosnące całkiem oddzielnie, których mocno podrapane płatki świadczyły o częstych odwiedzinach owadów, a jednak ani jeden kwiat nie był przedziurawiony. Znalazłem także oddzielnie rosnącą roślinę *Pentstemon*, której ani jeden kwiat nie był przedziurawiony, widziałem natomiast, jak pszczoły wchodziły w gardziel korony. W następnym roku (1842) odwiedziłem ten sam ogród kilkakrotnie: 19 lipca trzmiele wysysały nektar z kwiatów *Stachys coccinea* i *Salvia grahami* we właściwy sposób; żadna korona nie była przedziurawiona; 7 sierpnia wszystkie kwiaty były przedziurawione, nawet kwiaty nielicznych roślin *Salvia* rosnących w niewielkiej odległości od dużej grzędy; 21 sierpnia pozostało tylko kilka nie tkniętych kwiatów na wierzchołkach kwiatostanów obu gatunków i żaden z nich nie został już przedziurawiony. W moim własnym ogrodzie każda roślina w kilku rzędach zwykłej fasoli miała wiele kwiatów przedziurawionych. W oddalonych jednak od siebie częściach ogrodu znalazłem trzy rośliny, które tam weszły przypadkowo; nie miały one ani jednego przedziurawionego kwiatu. Generał Strachey widział kiedyś w jednym z ogrodów w Himalajach wiele przedziurawionych kwiatów. Napisał on do właściciela ogrodu, aby się dowiedzieć, czy i tam istnieje związek między masowym występowaniem roślin a przedziurawianiem ich przez pszczoły i otrzymał twierdzącą odpowiedź. Pan Bailey informuje mnie, że zarówno *Gerardia pedicularia*, która jest w tak wielkim stopniu dziurawiona, jak i *Impatiens fulva* są obficie kwitnącymi roślinami. Wynika stąd, że kwiaty koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense*) i zwykłej

fasoli, gdy rośliny te są uprawiane masowo na polach, *Erica tetralix* rosnącej w wielkiej ilości na wrzosowiskach, fasoli tureckiej sianej w rzędy w ogrodzie warzywnym i wszelkich gatunków występujących masowo w ogrodzie kwiatowym — wszystkie bywają zwykle przedziurawiane.

Nie trudno wyjaśnić ten fakt. Kwiaty rosnące w wielkiej liczbie dostarczają pszczołom bogatej zdobyczy, są widoczne z daleka i dlatego są odwiedzane przez roje tych owadów; naliczyłem raz od dwudziestu do trzydziestu pszczoł krążących nad grzędą *Pentstemon*. Rywalizacja pobudza je do szybkiej pracy, a przy tym, co ważniejsze, znajdują one, jak sugeruje mój syn¹, duży odsetek kwiatów z całkowicie wyssanymi miodnikami. W ten sposób tracą dużo czasu na przeszukiwanie wielu pustych kwiatów, co je skłania do wygryzania otworów, aby się jak najprędzej przekonać, czy jest nektar, i zdobyć go, jeśli się w kwiecie znajduje.

Kwiaty, które są częściowo lub całkowicie bezpłodne, jeśli owady nie odwiedzają ich we właściwy sposób, np. kwiaty większości gatunków *Salvia*, *Trifolium pratense*, *Phaseolus multiflorus* itd., przestają w mniejszym lub większym stopniu wydawać nasiona, gdy pszczoły ograniczają swoje czynności do przedziurawiania ich kwiatów. Przedziurawione kwiaty gatunków zdolnych do samozapłodniania wydadzą tylko samozapłodnione nasiona i w rezultacie siewki będą słabsze. Wszystkie więc rośliny tracą w pewnym stopniu na tym, gdy pszczoły zdobywają nektar w rozbójniczy sposób, wygryzając otwory w koronie; można by sądzić, że wiele gatunków powinno wskutek tego wyginąć. Ale podobnie jak to się zwykle dzieje w przyrodzie, istnieje tutaj dążenie do przywrócenia równowagi. Jeśli roślina cierpi wskutek przedziurawiania kwiatów, wyda mniej osobników, a jeśli jej nektar jest bardzo ważny dla pszczoł, odbije się to z kolei ujemnie na nich i liczebność ich będzie się zmniejszać. Ale o wiele większe znaczenie ma okoliczność, że gdy roślina stanie się rzadką i przestanie rosnąć w zwartej masie, pszczoły nie będą już miały podniety do wygryzania otworów w kwiatach, lecz będą wchodzić do nich we właściwy sposób. Wytworzy się wtedy więcej nasion, siewki powstałe z krzyżowego zapłodnienia będą silniejsze, tak że gatunek będzie licznie wzrastał, a potem znowu zostanie zahamowany w rozwoju, gdy tylko zaczną ponownie rosnąć w zwartych masach.

¹ „Nature”, 8 stycznia 1874, s. 189.

Rozdział XII

WNIOSKI OGÓLNE

Zapładnianie krzyżowe jest korzystne, a samozapładnianie szkodliwe — Blisko spokrewnione gatunki różnią się bardzo właściwościami ułatwiającymi krzyżowe zapładnianie i przeciwdziałającymi samozapłodnieniu — Dodatni i szkodliwy wpływ tych dwóch procesów zależy od stopnia zróżnicowania elementów płciowych — Szkodliwe skutki nie wynikają z połączenia chorobliwych skłonności rodziców — Warunki, którym podlegają rośliny rosnące blisko siebie w stanie dzikim lub w uprawie i skutki działania takich warunków — Rozważania teoretyczne nad wzajemnym oddziaływaniem zróżnicowanych elementów płciowych — Wskazówki praktyczne — Pochodzenie obu płci — Ścisła zależność między skutkami zapładniania krzyżowego i samozapładniania a skutkami prawowitego i nieprawowitego kojarzenia u różnosłupkowych roślin w porównaniu z kojarzeniem mieszańcowym.

Pierwszym i najważniejszym z wniosków, jakie można wyciągnąć z obserwacji podanych w niniejszej książce, jest to, że zapładnianie krzyżowe jest zwykle korzystne, a samozapładnianie jest często szkodliwe, przynajmniej u roślin, z którymi dokonywałem eksperymentów. Czy długotrwale samozapładnianie szkodliwe jest dla wszystkich roślin — to zupełnie inne i trudne zagadnienie. Różnice dotyczące wysokości, ciężaru, siły konstytucjonalnej i płodności potomstwa krzyżowanych i samozapładnianych kwiatów oraz liczby nasion wytwarzanych przez rośliny rodzicielskie dowodzą słuszności tych wniosków. Jeśli chodzi o drugie z tych dwóch twierdzeń, a mianowicie o szkodliwy często wpływ samozapładniania, mamy na to liczne dowody. Budowa kwiatów takich roślin, jak *Lobelia ramosa*, *Digitalis purpurea* itd., jest tego rodzaju, że pomoc owadów stanowi prawie nieodzowny warunek ich zapłodnienia. Jeśli pamiętamy o tym, że pyłek innego osobnika działa silniej niż pyłek tego samego osobnika, dojdziemy do wniosku, że podobne rośliny musiały się prawie na pewno krzyżować w ciągu wielu lub wszystkich poprzednich pokoleń. Dzięki silniejszemu działaniu obcego pyłku tak się sprawa przedstawia u kapusty i różnych innych roślin, których odmiany prawie zawsze krzyżują się ze sobą, gdy rosną razem. To samo odnosi się z jeszcze większą pewnością do takich roślin,

jak *Reseda* i *Eschscholtzia*, które są bezpłodne po zapyleniu własnym pyłkiem, lecz płodne pod wpływem pyłku innego osobnika. Różne te rośliny musiały się krzyżować w ciągu bardzo wielu pokoleń i sztuczne krzyżowanie w moich doświadczeniach nie mogło uczynić potomstwa silniejszym od jego rodziców. Dlatego różnicy między otrzymanymi przeze mnie roślinami samozapłodnionymi i krzyżowanymi nie można przypisywać korzystnemu wpływowi krzyżowania, lecz temu, że samozapłodnione siewki są gorsze wskutek szkodliwego wpływu samozapłodnienia.

Mimo szkodliwego wpływu wywieranego przez samozapłodnianie na liczne rośliny, mogą one rozmnażać się w ten sposób w sprzyjających warunkach przez wiele pokoleń. Wskazują na to niektóre moje doświadczenia, a w szczególności fakt utrzymywania się przy życiu w ciągu przynajmniej pół wieku tych samych odmian zwykłego grochu i groszku pachnącego. To samo odnosi się prawdopodobnie do różnych innych roślin obcego pochodzenia, które w Anglii bardzo rzadko są zapładniane krzyżowo lub też nie dochodzi do tego nigdy. Dla wszystkich jednak tych roślin, o ile można sądzić z dokonywanych nad nimi doświadczeń, jest bardzo korzystne skrzyżowanie z innym rodem. Liczne gatunki mające małe i niewidoczne kwiaty nigdy nie są odwiedzane w ciągu dnia przez owady lub odwiedzin te są bardzo rzadkie. Na tej podstawie Herman Müller wnioskuje, że rośliny te muszą być zawsze lub prawie zawsze samozapładniane. Dowody na to wydają mi się jednak niedostateczne, póki nie będzie można wykazać, że kwiaty takie nie są odwiedzane w nocy przez któryś z niezliczonych gatunków motyli nocnych. Ponieważ wiadomo, że te małe kwiaty otwierają się i niektóre z nich wydzielają nektar, być może są one przynajmniej czasami odwiedzane i krzyżowo zapładniane przez nocne owady. Byłoby wielce pożądane, aby ktoś zapłodnił takie rośliny krzyżowo oraz ich własnym pyłkiem i porównał wzrost, ciężar i płodność potomstwa. Wielebny G. Henslow¹ robi uwagę, że rośliny, które najbardziej się rozpowszechniły dzięki człowiekowi w nowych krajach i rozmnożyły się tam najbujniej, mają zwykle małe i słabo widoczne kwiaty; zakładając zaś, że te kwiaty są zawsze samozapładniane, wnioskuje, że samozapłodnienie nie może bynaj-

¹ Pan Henslow ogłosił szczegółową recenzję niniejszej pracy w „Gardeners' Chronicle” od 13 stycznia do 5 maja 1877 r., a także w „Science and Art”, 1 maja 1877, s. 77; cytat jest wzięty z tego ostatniego czasopisma. Zmienilem niektóre ustępy w niniejszej książce i postarałem się uczynić inne jaśniejszymi wskutek krytyki p. Henslowa, ale nie mogę w żaden sposób zgodzić się z wieloma jego wnioskami. Skorzystałem także z dobrej recenzji Hermana Müllera w „Kosmos”, kwiecień 1877, s. 57.

mniej szkodzić roślinom. Sądzi on, że „póki u rośliny zachodzi samozapłodnienie, pozostaje ona w tym samym stanie i zachowuje swoją przeciętną normę, lecz nie wyradza się pod żadnym względem. Nie może osiągać żadnej korzyści, ponieważ nie wprowadza nic nowego do swego ustroju, dopóki żyje w tym samym miejscu; dlatego rezultaty są negatywne. Gdyby jednak samozapładniające się rośliny mogły wywędrować i w ten sposób zyskać nowe właściwości w innym środowisku, w ówczas uzyskałyby zdumiewającą bujność, a nawet mogłyby wyrugować miejscową roślinność kraju, do którego by wtargnęły”. Według tego poglądu męskie i żeńskie elementy płciowe muszą się w tych wypadkach zróżnicować pod wpływem nowych warunków, co wydaje się rzeczą prawdopodobną, sądząc na podstawie znacznego wpływu zmienionych warunków na organy rozrodcze *Abutilon* i *Eschscholtzia*.

Nieliczne rośliny, jak np. *Ophrys apifera*, dzięki swojej budowie prawie na pewno rozmnażały się w stanie dzikim w ciągu tysięcy pokoleń bez żadnego krzyżowania się i nie wiadomo, czy odniosłyby korzyść ze skrzyżowania z nowym rodem. Podobne wypadki nie powinny jednak poddawać w wątpliwość ogólnej reguły, że zapładnianie krzyżowe wpływa korzystnie, samozapładnianie zaś — szkodliwie, tak jak istnienie roślin, które w stanie dzikim rozmnażają się bezpłciowo, to znaczy wyłącznie za pomocą kłączy, rozłogów itd.¹ (ponieważ kwiaty ich nigdy nie wytwarzają nasion), nie powinno poddawać w wątpliwość tego, że rozmnażanie za pomocą nasion musi dawać jakąś wielką korzyść, gdyż jest ogólnym prawem natury. Nie można oczywiście stwierdzić, czy jakikolwiek gatunek rozmnażał się bezpłciowo od bardzo dawnych czasów. Wyrobień sobie sądu na ten temat jest możliwe jedynie wtedy, gdy weźmie się pod uwagę długość okresu istnienia odmian naszych drzew owocowych, które w ciągu wielu lat rozmnażano przez szczepienie lub oczkowanie. Andrzej Knight utrzymywał dawniej, że w tych warunkach stają się one coraz słabsze, inni jednak gorąco ten wniosek zbijali. Współczesny znawca w tej dziedzinie, prof. Asa Gray², przechyla się na stronę Andrzeja Knighta, którego pogląd wydaje mi się na podstawie danych, jakie zdołałem zebrać, bardziej prawdopodobny pomimo wielu przeczących mu faktów.

Jeżeli chodzi o słuszność pierwszego z dwóch twierdzeń podanych na początku niniejszego rozdziału, a mianowicie o dodatni wpływ wywierany

¹ Podałem kilka przykładów w mojej pracy „Variation under Domestication”, rozdz. XVIII, wyd. 2, t. II, s. 152.

² „Darwiniana: Essays and Review pertaining to Darwinism”, 1876, s. 338.

zwykle przez krzyżowe zapłodnianie, mamy na to poważne dowody. Rośliny *Ipomoea* krzyżowano między sobą w ciągu dziewięciu kolejnych pokoleń; potem znowu skrzyżowano je między sobą, a jednocześnie skrzyżowano z rośliną nowego rodzaju, to znaczy z rośliną przeniesioną z innego ogrodu. Stosunek wysokości potomstwa otrzymanego ze skrzyżowania z nowym rodem do wysokości skrzyżowanych między sobą roślin dziesiątego pokolenia wynosił 100 do 78, stosunek zaś płodności — 100 do 51. Analogiczne doświadczenie z *Eschscholtzia* dało podobne rezultaty, jeśli chodzi o płodność. W obu tych wypadkach żadna roślina nie powstała w wyniku samozapłodnienia. Rośliny *Dianthus* były samozapłodniane w ciągu trzech pokoleń, co bez wątpienia wpłynęło na nie szkodliwie. Gdy jednak zapłodniono je pyłkiem nowego rodzaju i pyłkiem skrzyżowanych ze sobą roślin tego samego rodzaju, ujawniła się duża różnica w płodności i pewna różnica w wysokości tych dwóch serii siewek. Prawie identyczne wyniki daje *Petunia*. Tabela C przedstawia zadziwiające skutki skrzyżowania różnych innych roślin z nowym rodem. Ogłoszono również kilka komunikatów o niezwykle wysokim wzroście siewek otrzymanych ze skrzyżowania dwóch odmian tego samego gatunku¹. Niektóre z tych odmian nigdy nie zapładniały się własnym pyłkiem, tak że ani samozapłodnianie, ani pokrewieństwo, choćby w dalekim stopniu, nie mogło tu wchodzić w grę. Możemy więc wnioskować, że oba twierdzenia, o których mówiliśmy wyżej są prawdziwe, a zatem krzyżowe zapłodnianie ma zwykle dodatni wpływ na potomków, samozapłodnianie zaś jest często dla nich szkodliwe.

Jest rzeczą zadziwiającą, że pewne rośliny, jak np. *Viola tricolor*, *Digitalis purpurea*, *Sarothamnus scoparius*, *Cyclamen persicum* itd., które krzyżowały się w sposób naturalny w ciągu wielu lub wszystkich poprzednich pokoleń, bardzo silnie reagują ujemnie już na jednorazowe samozapłodnienie. Szkodliwy wpływ nie wiąże się w żadnej mierze ze zdolnością pyłku samozapłodnionych rodziców do zapłodniania znamion w kwiatach, z których pyłek pochodzi, gdyż u *Ipomoea*, *Mimulus*, *Digitalis*, *Brassica* itd. samozapłodnione rośliny wydawały nasiona w obfitości; rośliny jednak wyrosłe z tych nasion były wyraźnie gorsze pod wielu względami od swojego rodzeństwa pochodzącego z krzyżowego zapłodnienia. U *Reseda* i *Eschscholtzia* bardziej samobezpłodne osobniki osiągnęły mniejszą korzyść z zapłodniania krzyżowego niż osobniki bardziej samopłodne. U zwierząt nie

¹ Patrz „Variation under Domestication”, rozdz. XIX, wyd. 2, t. II, s. 159.

zaobserwowano w ciągu kilku pierwszych pokoleń chowu wsobnego żadnego widocznego ujemnego wpływu, ale musimy pamiętać, że najściślejszy chów krewniaczy możliwy u zwierząt, to znaczy krzyżowanie ze sobą sióstr i braci, nie może być uważany nawet w przybliżeniu za skojarzenie tak bliskie, jak połączenie się pyłku i zalążków tego samego kwiatu. Nie wiadomo jeszcze, czy u roślin szkodliwy wpływ samozapłodniania wzmacnia się w ciągu kolejnych pokoleń; na podstawie jednak moich doświadczeń możemy wywnioskować, że jeśli tak jest, to proces ten nie jest bynajmniej szybki. Roślinom rozmnażanym przez samozapłodnianie w ciągu kilku pokoleń już jednorazowe skrzyżowanie z nowym rodem przywraca pierwotną bujność; w hodowli zwierząt domowych otrzymujemy zupełnie analogiczne rezultaty¹. Korzystne skutki zapłodniania krzyżowego przekazują rośliny następnemu pokoleniu, sądząc zaś na podstawie doświadczeń z odmianami zwykłego grochu — wielu następnym pokoleniom. Może jednak wynik ten tłumaczy się po prostu tym, że pierwsze pokolenie mieszańców jest nadzwyczaj bujne i przekazuje swoją bujność, podobnie jak każdą inną cechę, swoim potomkom.

Ogromnie różnorodne są właściwości ułatwiające krzyżowe zapłodnienie i przeciwdziałające samozapłodnieniu lub, odwrotnie, ułatwiające samozapłodnienie i przeciwdziałające w pewnej mierze krzyżowemu zapłodnieniu; jest rzeczą godną uwagi, że różnią się one wielce u blisko spokrewnionych roślin² — u gatunków tego samego rodzaju, a czasem u osobników tego samego gatunku. Nierzadko w obrębie tego samego rodzaju spotykamy rośliny hermafrodytyczne i rozdzielnopłciowe; często też się zdarza, że niektóre z tych gatunków są dichogamiczne, inne zaś mają równocześnie dojrzewające elementy płciowe. Dichogamiczny rodzaj *Saxifraga* zawiera gatunki protandryczne i protogyniczne³. Kilka rodzajów obejmuje zarówno gatunki różnosłupkowe (formy dwupostaciowe lub trójpostaciowe), jak i równosłupkowe. *Ophrys* jest godnym uwagi przykładem rodzaju, w którym jeden gatunek ma budowę wyraźnie przystosowaną do samozapłodniania, inne zaś gatunki są równie wyraźnie przystosowane do zapłodniania krzyżowego. Niektóre z należących do tego samego rodzaju gatunków są zupełnie bezpłodne, a inne całkowicie płodne po zapyleniu własnym pyłkiem. Z tych różnych powodów znajdujemy często w obrębie tego samego

¹ „Variation under Domestication”, wyd. 2, t. II, rozdz. XIX, s. 159.

² Hildebrand silnie to podkreśla w swoich cennych obserwacjach nad zapłodnianiem *Gramineae*; „Monatsbericht K. Akad. Berlin”, październik 1872, s. 763.

³ Dr Engler, „Bot. Zeitung”, 1868, s. 833.

rodzaju gatunki nie wytwarzające nasion przy braku dostępu dla owadów oraz inne gatunki wytwarzające w tych warunkach dużo nasion. Niektóre gatunki mają zarówno kwiaty kleistogamiczne, których nie można krzyżować, jak i kwiaty doskonałe, gdy tymczasem inne gatunki tego samego rodzaju nigdy nie wytwarzają kwiatów kleistogamicznych. Niektóre gatunki wytwarzają dwie formy, z których jedna ma widoczne kwiaty przystosowane do krzyżowego zapłodniania, a druga — słabo widoczne kwiaty przystosowane do samozapłodniania, wówczas gdy inne gatunki tego samego rodzaju występują tylko w jednej formie. Nawet u osobników tego samego gatunku stopień samobezpłodności jest bardzo różny, czego przykładem jest *Reseda*. U roślin wielopłciowych różny bywa rozdział płci u osobników tego samego gatunku. U poszczególnych odmian *Pelargonium* elementy płciowe w tym samym kwiecie dojrzewają w różnym czasie; Carrière podaje kilka przykładów¹, które wskazują na to, że szybkość ich dojrzewania zmienia się w zależności od temperatury działającej na rośliny.

Ta nadzwyczajna różnorodność czynników mających sprzyjać lub zapobiegać krzyżowemu zapłodnieniu lub samozapłodnieniu u blisko spokrewnionych roślin wynika prawdopodobnie z tego, że rezultaty obu tych procesów są bardzo korzystne dla gatunku, ale w sposób całkowicie przeciwny, i zależą od zmiennych warunków. Samozapłodnianie zapewnia wytworzenie dużej ilości nasion, a o konieczności lub potrzebie dużej ilości nasion zadecyduje przeciętna długość życia rośliny, co zależy w dużej mierze od tego, jak wiele nasion i siewek ginie. Przyczyniają się do tego najrozmaitsze i zmiennie czynniki, takie jak obecność różnych gatunków zwierząt i rozrastanie się otaczających roślin. Możliwość krzyżowego zapłodniania zależy głównie od występowania oraz ilości owadów należących często do specjalnych grup i od tego, z jakich gatunków roślin biorą one najchętniej pyłek czy nektar — słowem od okoliczności, które są bardzo zmienne. Ponadto korzyści wynikające z krzyżowego zapłodniania są bardzo różne u rozmaitych roślin, tak że rośliny pokrewne mogą w różnym stopniu odnosić korzyść z zapłodniania krzyżowego. Nic dziwnego, że w tych wysoce skomplikowanych i zmiennych warunkach, gdy chodzi o osiągnięcie dwóch poniekąd przeciwnych celów, a mianowicie o umożliwienie gatunkowi rozmnażania się i o wydanie krzyżowo zapłodnionego silnego potomstwa, pokrewne formy rozporządzają ogromną różnorodnością środków, służących do osiągnięcia jednego lub drugiego celu. Jeśli samozapłodnianie,

¹ „Des Variétés”, 1865, s. 30.

jak to możemy w każdym razie podejrzewać, jest pod pewnymi względami korzystne, choć ten korzystny wpływ jest więcej niż zrównoważony dodatnim wpływem skrzyżowania z nowym rodem, zagadnienie to jeszcze bardziej się komplikuje.

Ponieważ tylko dwa razy eksperymentowałem z więcej niż jednym gatunkiem tego samego rodzaju, nie mogę powiedzieć, czy krzyżowane potomstwo różnych gatunków należących do tego samego rodzaju różni się między sobą pod względem stopnia przewagi nad swoim samozapłodnionym rodzeństwem; jednak na podstawie moich obserwacji nad dwoma gatunkami *Lobelia* i nad osobnikami tego samego gatunku *Nicotiana* sędzę, że tak będzie często. Gatunki należące do różnych rodzajów w obrębie tej samej rodziny różnią się niewątpliwie pod tym względem. Krzyżowe zapłodnienie i samozapłodnienie może wpływać tylko na wzrost lub tylko na płodność, ale zwykle wywiera wpływ na obie te właściwości. Nie ma, jak się zdaje, ścisłej zależności między stopniem przystosowania się kwiatów danego gatunku do krzyżowego zapładniania a stopniem, w jakim proces ten wpływa korzystnie na potomstwo. Możemy jednak łatwo pomylić się wydając sąd na ten temat, ponieważ istnieją nie przejawiające się na zewnątrz przystosowania ułatwiające krzyżowe zapładnianie, a mianowicie samobezpłodność i silniejsze zapładniające działanie pyłku innego osobnika. Wreszcie w jednym z poprzednich rozdziałów wykazano, że nie zawsze krzyżowe zapłodnienie i samozapłodnienie wpływa tak samo na płodność roślin rodzicielskich jak na wzrost, bujność i płodność ich potomstwa. Ta sama uwaga odnosi się do siewek krzyżowanych i samozapłodnionych, gdy są używane jako rośliny rodzicielskie. Ten brak zależności wynika prawdopodobnie, przynajmniej częściowo, z tego, że o liczbie wytworzonych nasion decyduje głównie liczba łagiewek docierających do zalążków, ta ostatnia zaś zależy od reakcji zachodzącej między pyłkiem a wydzieliną lub tkanką znamienia, wówczas gdy o wzroście i konstytucji organizmu potomstwa decyduje głównie nie tylko liczba łagiewek docierających do zalążków, ale i charakter reakcji zachodzącej między zawartością ziarn pyłku a zalążkami.

Z obserwacji moich można wyciągnąć dwa ważne wnioski. Po pierwsze, krzyżowe zapłodnienie wywiera korzystny wpływ nie wskutek jakichś tajemniczych zalet samego złączenia się dwóch różnych osobników, lecz dlatego, że osobniki takie podlegały w ciągu poprzednich pokoleń działaniu rozmaitych warunków lub że zmieniły się w sposób zwany zwykle samorzutnym, przy czym w obu wypadkach ich elementy płciowe w pewnym stopniu się zróżnicowały. Po drugie, szkodliwy wpływ samozapładniania

jest spowodowany brakiem takiego zróżnicowania się elementów płciowych. Słuszność tych dwóch twierdzeń udowodniły w całej pełni moje doświadczenia. Na przykład gdy rośliny *Ipomoea* i *Mimulus*, samozapłodniane w ciągu siedmiu poprzednich pokoleń i trzymane przez cały czas w tych samych warunkach zostały skrzyżowane ze sobą, potomstwo ich nie wykazało nawet w najmniejszym stopniu korzystnego wpływu krzyżowego zapłodnienia. *Mimulus* dostarcza również innego pouczającego przykładu wykazującego, że dodatni wpływ skrzyżowania zależy od uprzedniego traktowania przodków. Rośliny samozapłodniane w ciągu poprzednich ośmiu pokoleń zostały skrzyżowane z roślinami zapłodnianymi krzyżowo w ciągu tej samej liczby pokoleń, przy czym wszystkie rośliny były trzymane w możliwie jednakowych warunkach. Siewki otrzymane z tego skrzyżowania rosły we współzawodnictwie z innymi roślinami pochodzącymi ze skrzyżowania tej samej samozapłodnianej rośliny macierzystej z nowym rodem; stosunek wysokości tych ostatnich siewek do wysokości pierwszych wynosił 100 do 52, stosunek płodności zaś — 100 do 4. Identyczne doświadczenie przeprowadzono z *Dianthus* z tą różnicą, że rośliny były samozapłodniane tylko w ciągu trzech poprzednich pokoleń. Rezultat był podobny, choć nie tak silnie zaznaczony. Dwa poprzednie doświadczenia, w których potomstwo *Ipomoea* i *Eschscholtzia* otrzymane ze skrzyżowania z nowym rodem przewyższało w tym samym stopniu skrzyżowane ze sobą rośliny starego rodu, w jakim te ostatnie przewyższały samozapłodnione potomstwo, prowadzą do tego samego wniosku. Skrzyżowanie z nowym rodem lub odmianą zdaje się zawsze mieć wpływ dodatni niezależnie od tego, czy rośliny macierzyste były krzyżowane ze sobą, czy też samozapłodniane w ciągu kilku poprzednich pokoleń. Fakt, że skrzyżowanie dwóch kwiatów na tej samej roślinie nie przynosi korzyści lub korzyść bardzo nieznaczną, jest również wyraźnym potwierdzeniem naszego wniosku, gdyż elementy płciowe w kwiatach tej samej rośliny rzadko się różnicują, aczkolwiek jest to możliwe, ponieważ pączki kwiatowe są w pewnym sensie odrębnymi osobnikami różniącymi się czasem między sobą budową lub konstytucją. A zatem twierdzenie, według którego dodatni wpływ krzyżowego zapłodnienia zależy od tego, czy rośliny wzięte do krzyżowania podlegały w ciągu poprzednich pokoleń nieco odmiennym warunkom, lub od tego czy zmieniły się one z nieznanego powodu tak jakby znajdowały się w takich warunkach, zostało wszechstronnie udowodnione.

Zanim przejdziemy dalej, musimy wspomnieć o poglądzie wyznawanym przez wielu fizjologów, a głoszącym, że szkodliwe skutki krzyżowania

zbyt blisko spokrewnionych ze sobą zwierząt i — jakby to oni bez wątpienia powiedzieli — szkodliwe skutki samozapłodnienia roślin są rezultatem spotęgowania się jakiejś chorobowej skłonności lub słabości organicznej właściwej obu blisko ze sobą spokrewnionym rodzicom lub obu płciom roślin hermafrodytycznych. Niewątpliwie często wywiera to szkodliwy wpływ, lecz daremna byłaby próba wytłumaczenia w ten sposób licznych przykładów podanych w moich tabelach. Należy pamiętać, że ta sama roślina macierzysta była zarówno samozapłodniana, jak i krzyżowana, tak że gdyby nie miała zdrowego organizmu, przekazałaby połowę swoich chorobowych skłonności swemu krzyżowanemu potomstwu. Ale do doświadczenia wybierano rośliny wyglądające całkiem zdrowo. Niektóre z nich rosły dziko lub były potomkami bądź roślin dzikich, bądź pospolitych silnie rosnących roślin ogrodowych. Ze względu na liczbę gatunków, z którymi eksperymentowano, byłoby co najmniej absurdem przypuszczać, że we wszystkich tych wypadkach rośliny macierzyste, choć nie wydawały się pod żadnym względem chore, były słabe lub dotknięte chorobą tak szczególną, że wiele setek ich samozapłodnionych siewek nie dorównywało wysokością, ciężarem, siłą konstytucji i płodnością ich siewkom krzyżowanym. Nie można też zrozumieć z tego punktu widzenia wyraźnego korzystnego wpływu przejawiającego się niezmiennie, o ile mogę sądzić na podstawie moich doświadczeń, przy krzyżowaniu między sobą osobników tej samej odmiany lub osobników różnych odmian, jeżeli znajdowały się one w ciągu pewnej liczby pokoleń w rozmaitych warunkach.

Jest rzeczą oczywistą, że samo trzymanie dwóch serii roślin w ciągu kilku pokoleń w różnych warunkach nie może dawać dobrych rezultatów przy krzyżowaniu tych roślin, jeśli nie zmieniają się przy tym ich elementy płciowe. Nikt nie będzie, jak sądzę, przeczył temu, że zmiana warunków środowiska wpływa w pewnym stopniu na każdy organizm; udowadnianie jest tu prawie zbyteczne. Możemy przecież zauważyć różnicę między poszczególnymi roślinami tego samego gatunku rosnącymi w miejscach nieco bardziej cienistych lub bardziej słonecznych, suchszych lub wilgotniejszych. Rośliny rozmnażane w ciągu kilku pokoleń w różnych warunkach klimatycznych lub w różnych porach roku przekazują swoim siewkom różne cechy konstytucjonalne. W takich okolicznościach skład chemiczny ich soku i charakter ich tkanek ulegają często zmianom¹. Można by przytoczyć

¹ Liczne przykłady wraz z odsyłaczami podane są w mojej pracy „Variation under Domestication”, wyd. 2, t. II, rozdz. XXIII, s. 264. Co się tyczy zwierząt, to p. Brackenridge wykazał wyraźnie („A Contribution to the Theory of Diathesis”, Edin-

wiele innych podobnych faktów. Krótko mówiąc, każda zmiana funkcji jakiejś części wiąże się prawdopodobnie z jakąś odpowiadającą jej, choć często zupełnie niedostrzegalną zmianą w budowie lub układzie.

Czynnik wpływający w jakikolwiek sposób na organizm ma również tendencję do oddziaływania na elementy płciowe. Przykładem tego może być dziedziczenie modyfikacji powstałych niedawno wskutek np. intensywniejszego używania lub nieużywania jakiejś części, a nawet wskutek okaleczeń patologicznych¹. O wrażliwości organów rozrodczych na zmianę warunków świadczą liczne przykłady bezpłodności zwierząt w niewoli, które nie parzą się lub nawet jeśli się parzą, nie wydają potomstwa, choćby nie były trzymane w ścisłym zamknięciu, oraz przykłady bezpłodności roślin spowodowanej ich uprawą. Ale najbardziej chyba uderzającym dowodem, jak potężny jest wpływ zmiany warunków życia na elementy płciowe, są wspomniane wyżej wypadki, gdy rośliny całkowicie samobezpłodne w jednym kraju po przeniesieniu do innego kraju wydają już w pierwszym pokoleniu pokaźną ilość nasion z samozapłodnienia.

Jeżeli założymy, że zmienione warunki działają na elementy płciowe, można się jednak zapytać, jak to się dzieje, iż mogą one rozmaicie działać na dwie lub więcej roślin rosnących obok siebie w swojej ojczyźnie lub w ogrodzie, skoro — jak się zdaje — rośliny te znajdują się w zupełnie jednakowych warunkach? Choć rozważaliśmy już to zagadnienie, zasługuje ono na dalsze omówienie z różnych punktów widzenia. W moich doświadczeniach z *Digitalis purpurea* niektóre kwiaty na dziko rosnącej roślinie były samozapłodnione, a inne zapłodnione pyłkiem innej rośliny rosnącej w odległości dwóch czy trzech stóp. Wyrosłe z otrzymanych w ten sposób nasion siewki krzyżowane i samozapłodnione wytworzyły pędy kwiatowe; stosunek liczby pędów kwiatowych obu grup siewek wynosi 100 do 47, stosunek zaś wysokości roślin 100 do 70. Skrzyżowanie zatem tych dwóch roślin było wysoce korzystne, lecz w jaki sposób ich elementy płciowe mogły się zróżnicować pod wpływem odrębnych warunków? Gdyby przodkowie tych dwóch roślin żyli w tym samym miejscu w ciągu ostatnich dwudziestu pokoleń i nie krzyżowali się nigdy z żadną rośliną znajdującą się dalej niż w odległości kilku stóp, potomstwo ich byłoby według wszelkiego prawdopodobieństwa w tym samym stanie co rośliny w moich doświadcze-

burgh, 1869), że różne ich organy są pobudzane wskutek różnic w temperaturze i odżywianiu do mniej lub bardziej intensywniej działalności i w pewnej mierze się do nich przystosowują.

¹ „Variation under Domestication”, wyd. 2, t. I, rozdz. XII, s. 466.

niach — np. skrzyżowane między sobą rośliny dziewiątego pokolenia *Ipomoea* lub samozapładniane rośliny ósmego pokolenia *Mimulus* czy też potomstwo kwiatów tej samej rośliny — i w tym wypadku skrzyżowanie dwóch roślin *Digitalis* nie dałoby dobrych wyników. Nasiona są jednak często rozsiewane na znaczną odległość i jedna z powyższych dwóch roślin albo jeden z ich przodków mógł pochodzić z daleka, z bardziej cienistego lub bardziej słonecznego, suchszego bądź wilgotniejszego miejsca czy też z innego rodzaju gleby, zawierającej inne związki organiczne lub nieorganiczne. Na podstawie godnych podziwu badań panów Lawesa i Gilberta¹ wiemy, że różne rośliny wymagają bardzo różnych ilości związków nieorganicznych. Ich zawartość w glebie nie miałaby jednak przypuszczalnie dla poszczególnych osobników jakiegoś gatunku tak wielkiego znaczenia, jak można by się na pierwszy rzut oka spodziewać, gdyż otaczające gatunki mające różne wymagania występowałyby w związku z tym w większej lub mniejszej liczbie, wykazując tendencję do utrzymywania liczebności każdego gatunku w pewnego rodzaju równowadze w stosunku do zawartości składników mineralnych w glebie. To samo odnosiliby się również do wilgotności gleby w czasie suchej pory roku; potężny wpływ, jaki ma większa lub mniejsza zawartość wody w glebie na występowanie i rozmieszczenie roślin, przejawia się często na starych polach uprawnych przekształconych w pastwiska, na których zachowały się jeszcze ślady dawnych skib i bruzd. Jednak ponieważ liczba roślin otaczających w dwóch sąsiednich miejscach rzadko bywa jednakowa, osobniki tego samego gatunku będą się znajdować w nieco odmiennych warunkach, jeśli chodzi o to, co mogą pobrać z gleby. Jest rzeczą zadziwiającą, jak silny wpływ ma swobodny rozwój jednej grupy roślin na inne rosnące wśród niej rośliny. Pozwoliłem roślinom odrosnąć mniej więcej na powierzchni jednego jarda kwadratowego na trawniku krótko strzyżonym w ciągu kilku lat; z dwudziestu gatunków dziewięć zostało w ten sposób wytępionych, ale nie wiem, czy należy to całkowicie przypisać temu, że niektóre gatunki odrastając pozbawiły inne pożywienia.

Nasiona leżą często w stanie uśpienia przez kilka lat w ziemi i kiełkują dopiero wtedy, gdy w jakikolwiek sposób, np. przez zwierzęta ryjące, zostaną przeniesione blisko powierzchni. Przypuszczalnie działa na nie samo długotrwale pozostawanie w stanie spoczynku, gdyż ogrodnicy sądzą, że wpływa to na produkcję kwiatów pełnych i owoców. Ponadto nasiona,

¹ „Journal of the Royal Agricultural Soc. of England”, t. XXIV, cz. I.

które dojrzały w różnych porach roku, musiały podlegać w ciągu całego okresu swego rozwoju działaniu różnych warunków cieplnych i wilgotnościowych.

Wykazaliśmy w ostatnim rozdziale, że owady przenoszą często pyłek z rośliny na roślinę na znaczną odległość. Jakiś rodzic lub przodek naszych dwóch roślin *Digitalis* mógł się przeto skrzyżować z oddaloną rośliną rosnącą w nieco różniących się warunkach. Rośliny skrzyżowane w ten sposób wydają często niezwykle wielką liczbę nasion; doskonałym przykładem tego jest wyżej wspomniana *Bignonia*, która została zapłodniona przez Fritza Müllera pyłkiem z kilku sąsiednich roślin i prawie nie zawiązała nasion, lecz gdy zapłodniono ją pyłkiem z oddalonej rośliny, okazała się wysoce płodna. Siewki z tego rodzaju krzyżowania rosną bardzo silnie i przekazują swoją bujność potomkom. Dlatego ci ostatni będą zwykle brać górę w walce o byt i wypierać siewki roślin, które długo rosły obok siebie w tych samych warunkach, i w ten sposób będą się rozprzestrzeniać.

Gdy skrzyżujemy dwie odmiany różniące się wyraźnie od siebie, potomkowie ich w późniejszych pokoleniach będą wykazywać bardzo różne cechy zewnętrzne, niektóre bowiem cechy potęgują się, inne zanikają lub wskutek atawizmu pojawiają się dawne cechy. Możemy być prawie pewni, że to samo odnosi się do wszelkich drobnych różnic w konstytucji elementów płciowych. Doświadczenia moje zatem wskazują na to, że krzyżowanie roślin podlegających w ciągu długiego czasu działaniu prawie takich samych, ale nie całkiem identycznych warunków, jest najpotężniejszym ze wszystkich środków prowadzących do zachowania pewnego stopnia zróżnicowania elementów płciowych. Dowodzi tego przewaga, jaką wykazują w następnych pokoleniach rośliny krzyżowane nad samozapłodnianymi. Niemniej dalsze krzyżowanie traktowanych w ten sposób roślin prowadzi do zniweczenia tego zróżnicowania; wskazuje na to coraz mniejsza korzyść wynikająca z krzyżowania takich roślin ze sobą w porównaniu z korzystnym wpływem skrzyżowania z nowym rodem. Mogę dodać, że nasiona mają niezliczone ciekawe urządzenia ułatwiające rozsiewanie na dużą odległość¹, prawdopodobnie nie tylko dlatego, aby siewki mogły znaleźć nowe odpowiednie siedliska, ale i dlatego, aby osobniki znajdujące się długo w tych samych warunkach mogły się czasem skrzyżować z innym rodem.

Opierając się na poprzednich rozważaniach, możemy, jak sądzę, dojść do wniosku, że jeśli chodzi o wspomniane wyżej rośliny *Digitalis*, a nawet

¹ Patrz doskonała rozprawa prof. Hildebranda „Verbreitungsmittel der Pflanzen”, 1873.

o rośliny, które rosły w ciągu tysięcy pokoleń w tej samej miejscowości, jak to musiało często mieć miejsce u gatunków o bardzo ograniczonym zasięgu, jesteśmy skłonni przeceniać wpływ absolutnie identycznych warunków. Możemy śmiało przyjąć, że takie rośliny znajdowały się w warunkach wystarczająco odmiennych, aby mogły się różnicować przynajmniej ich elementy płciowe, wiemy bowiem, że roślina rozmnażana w ciągu kilku pokoleń w innym ogrodzie w tej samej miejscowości odgrywa rolę nowego rodu i pyłek jej ma dużą zdolność zapładniania. Dziwne wypadki, polegające na tym, że rośliny mogą zapładniać wszelkie inne osobniki tego samego gatunku i być przez nie zapładniane, lecz są całkowicie bezpłodne w stosunku do własnego pyłku, stają się zrozumiałe, jeśli słuszny jest przedstawiony powyżej pogląd, że osobniki tego samego gatunku rosnące w stanie dzikim obok siebie mogły w rzeczywistości nie podlegać w ciągu kilku poprzednich pokoleń działaniu zupełnie identycznych warunków.

Niektórzy naturaliści zakładają, że wszystkie istoty mają wrodzoną skłonność do zmieniania i doskonalenia swego ustroju niezależnie od czynników zewnętrznych; jak przypuszczam, wyjaśniliby oni w ten sposób drobne różnice tak w cechach zewnętrznych, jak i w konstytucji różnych osobników tego samego gatunku oraz większe różnice pod obu tymi względami między blisko spokrewnionymi odmianami. Nie podobna znaleźć dwu zupełnie jednakowych osobników; np. jeśli wysiewamy pewną ilość nasion pochodzących z tego samego owocu w możliwie identycznych warunkach, kiełkują one z różną szybkością i rosną jedne silniej, inne słabiej. Wykazują one niejednakową odporność na chłód i inne niepomyślne warunki. Według wszelkiego prawdopodobieństwa ta sama trucizna lub ta sama choroba działałyby na nie nieco inaczej, jak to obserwujemy u zwierząt tego samego gatunku. Mają one też różną zdolność przekazywania swoich cech potomstwu¹; można by przytoczyć wiele analogicznych faktów. Otóż gdyby było prawdą, że rośliny rosnące obok siebie w stanie dzikim były wystawione w ciągu wielu poprzednich pokoleń na działanie absolutnie identycznych warunków, omawiane tu różnice byłyby zupełnie niewytłumaczalne; są one jednak w pewnej mierze zrozumiałe w świetle wysuniętych przed chwilą poglądów.

Ponieważ większość roślin, z którymi eksperymentowałem, rosła w moim ogrodzie lub w doniczkach pod szkłem, muszę dodać parę słów o warunkach, w jakich się znajdowały, i o wpływie uprawy. Gdy wprowadzamy

¹ Vilmorin cytowany przez Verlot w „Des Variétés”, s. 32, 38, 39.

po raz pierwszy do uprawy jakiś gatunek, może on się znaleźć w klimacie takim samym lub zmienionym, ale zawsze rośnie w spulchnionej i mniej lub bardziej użyźnionej glebie, a także nie potrzebuje współzawodniczyć z innymi roślinami. Dowodem wielkiego znaczenia tej ostatniej okoliczności jest mnogość gatunków, które doskonale rosną i rozmnażają się w ogrodzie, lecz nie mogą istnieć bez ochrony przed innymi roślinami. Dzięki ochronie przed konkurentami mogą otrzymać z gleby, często zapewne w nadmiarze, wszystko, czego potrzebują; wskutek tego podlegają działaniu wielce zmienionych warunków. Prawdopodobnie jest to główna przyczyna tego, że wszystkie rośliny, z rzadkimi wyjątkami, zmieniają się pod wpływem uprawy w ciągu kilku pokoleń. Osobniki, które zaczęły się już zmieniać, skrzyżują się ze sobą za pośrednictwem owadów; wyjaśnia to nadzwyczajną różnorodność cech charakterystycznych dla wielu naszych od dawna uprawianych roślin. Należy jednak zauważyć, że rezultat będzie w dużej mierze uwarunkowany stopniem ich zmienności i częstością ich krzyżowania się, gdyż jeśli roślina mało się zmienia, jak to się dzieje u większości gatunków w stanie natury, częste krzyżowanie prowadzi do ujednolicenia się jej cech.

Usiłowałem wykazać, że każda z roślin rosnących w stanie naturalnym w tej samej okolicy będzie podlegać działaniu nieco różniących się warunków, wyjąwszy niezwykle wypadek, gdy każdy osobnik jest otoczony dokładnie tą samą liczbą osobników innych gatunków mających określoną zdolność pobierania składników pokarmowych. Twierdzenie to nie odnosi się do osobników tego samego gatunku uprawianych na odchwaszczonej glebie w tym samym ogrodzie. Skrzyżują się one ze sobą, jeśli ich kwiaty będą odwiedzane przez owady. W ciągu znacznej liczby pokoleń krzyżowanie to różnicuje ich elementy płciowe w stopniu wystarczającym, aby krzyżowe zapłodnienie mogło być dla nich korzystne. Oprócz tego nasiona są często wymieniane lub sprowadzane z innych ogrodów mających odmienną glebę; w ten sposób osobniki tego samego uprawnego gatunku zostają poddane działaniu zmienionych warunków. Jeśli kwiaty nie są odwiedzane przez nasze miejscowe owady lub są odwiedzane bardzo rzadko, jak np. u groszku pachnącego i, jak się zdaje, u tytoniu trzymanego w szklarni, różnicowanie elementów płciowych spowodowane przez krzyżowanie będzie stopniowo zanikać. Widocznie zdarzyło się to u wspomnianych przed chwilą roślin, gdyż krzyżowanie ich między sobą nie wywarło korzystnego wpływu, choć skrzyżowanie z nowym rodem było dla nich bardzo korzystne.

Do powyższych poglądów dotyczących przyczyny różnicowania się elementów płciowych i zmienności naszych roślin ogrodowych doszedłem na

podstawie rezultatów różnych moich doświadczeń, a zwłaszcza na podstawie czterech wypadków, w których wysoce niestałe gatunki, samozapładniane i rosnące w ciągu kilku pokoleń w bardzo podobnych warunkach, wytworzyły kwiaty o jednostajnym i stałym zabarwieniu. Rosły one prawie w takich samych warunkach, w jakich znajdują się rośliny w odchwaszczonym ogrodzie, jeśli są rozmnażane na tym samym miejscu z nasion otrzymanych w wyniku samozapłodnienia. Rośliny doniczkowe nie były narażone na tak wielkie zmiany klimatyczne, jak rośliny uprawiane w gruncie, lecz działające na nie warunki, choć absolutnie jednakowe dla wszystkich osobników tego samego pokolenia, były jednak nieco różne dla poszczególnych pokoleń. Otóż w tych warunkach elementy płciowe roślin, które w każdym pokoleniu krzyżowały się między sobą, zachowały w ciągu kilku lat zróżnicowanie w stopniu wystarczającym do tego, aby potomstwo ich miało przewagę nad potomstwem roślin samozapładnianych; przewaga ta jednak stopniowo i wyraźnie malała, jak o tym świadczy różnica między wynikiem skrzyżowania z jedną z roślin krzyżowanych między sobą a rezultatem skrzyżowania z nowym rodem. Te krzyżowane między sobą rośliny w kilku wypadkach również wykazywały tendencję do nieco większego niż z początku ujednolicenia niektórych swoich cech zewnętrznych. Co się tyczy roślin, które były samozapładniane w każdym pokoleniu, ich elementy płciowe zatraciły już widocznie po kilku latach swoje zróżnicowanie, gdyż krzyżowanie ich nie było korzystne w większym stopniu niż krzyżowanie kwiatów tej samej rośliny. Jeszcze bardziej godny uwagi jest fakt, że choć początkowo siewki *Mimulus*, *Ipomoea*, *Dianthus* i *Petunia* były nadzwyczaj zmienne, jeśli chodzi o barwę kwiatów, potomstwo ich samozapładniane i rosnące w jednakowych warunkach przez kilka pokoleń wydawało kwiaty prawie tak jednolicie zabarwione jak kwiaty dzikiego gatunku. W jednym wypadku również wysokość roślin była uderzająco jednakowa.

Wniosek, że korzystny wpływ krzyżowania całkowicie zależy od zróżnicowania elementów płciowych, doskonale godzi się z faktem, że niewielka przypadkowa zmiana w warunkach życia wpływa dodatnio na wszystkie rośliny i zwierzęta¹. Potomstwo pochodzące ze skrzyżowania organizmów, które podlegały działaniu odmiennych warunków, odnosi jednak nieporównanie większą korzyść niż młode lub stare organizmy z samej tylko zmiany w warunkach bytowania. W tym ostatnim wypadku nigdy nie stwierdzamy takiego wpływu, który można by porównać z efektem wywo-

¹ Podałem wystarczające dowody w mojej pracy „Variation under Domestication”, wyd. 2, t. II, rozdz. XVIII, s. 127.

łanym przez skrzyżowanie z innym osobnikiem, a zwłaszcza przez skrzyżowanie z innym rodem. Można chyba ten rezultat przewidzieć, gdyż zlanie się elementów płciowych dwóch zróżnicowanych istot wpływa na cały ustrój w bardzo wczesnym okresie życia, gdy jest on wysoce plastyczny. Oprócz tego mamy dane, aby sądzić, że zmienione warunki zwykle działają odmiennie na różne części lub organy tego samego osobnika¹, jeśli ponadto założymy, że te nieco zróżnicowane części działają na siebie, wtedy zgodność między dodatnim wpływem, jaki wywierają na jednostkę zmienione warunki, a takim samym wpływem wzajemnego oddziaływania zróżnicowanych elementów płciowych, stanie się jeszcze ściślejsza.

Spengel, ten zadziwiająco wnikliwy obserwator, który pierwszy wykazał, jak ważną rolę odgrywają owady w zapłodnianiu kwiatów, nadał swojej książce tytuł: „Odkryta tajemnica przyrody”^{*}; a jednak czasem tylko dostrzegał on, że celem tylu ciekawych i pięknych przystosowań jest krzyżowe zapłodnienie poszczególnych roślin i nie wiedział nic o jego korzystnym wpływie na wzrost, bujność i płodność potomstwa. Daleko nam jeszcze jednak do podniesienia zasłony okrywającej tę tajemnicę i nie podnieśliśmy jej, póki nie dowiemy się, dlaczego pewien stopień zróżnicowania elementów płciowych jest korzystny i dlaczego dalsze ich zróżnicowanie staje się szkodliwe. Jest rzeczą niezwykłą, że u wielu gatunków, nawet rosnących w warunkach naturalnych, kwiaty zapładniane własnym pyłkiem są absolutnie lub też w pewnym stopniu bezpłodne; jeśli się je zapłodni pyłkiem innego kwiatu tej samej rośliny, są czasem, choć rzadko, nieco płodniejsze; jeśli zostaną zapłodnione pyłkiem innego osobnika lub innej odmiany tego samego gatunku, są całkowicie płodne. Jednak przy zapłodnieniu pyłkiem innego gatunku wykazują wszystkie możliwe stopnie bezpłodności — aż do najwyższego. Mamy zatem długą serię zaczynającą się i zakończoną zupełną bezpłodnością, która wynika bądź z niedostatecznego zróżnicowania elementów płciowych, bądź ze zbyt wysokiego stopnia lub jakiegoś szczególnego sposobu ich zróżnicowania.

Zapłodnienie u roślin wyższych zależy, po pierwsze, od wzajemnego działania ziarn pyłku i wydzieliny znamienia lub jego tkanek, a następnie od wzajemnego oddziaływania zawartości ziarn pyłku i zalążków. Sądząc na podstawie wzmożonej płodności roślin rodzicielskich i silniejszego wzrostu potomstwa, w obu tych wypadkach korzystny jest pewien stopień zróżnicowania elementów, które działają na siebie i łączą się, aby utworzyć nową

¹ Patrz np. Brackenridge, „Theory of Diathesis”, Edinburgh, 1869.

^{*} „The Secret of Nature Displayed”. (Tłum.)

istotę. Istnieje tu pewna analogia do powinowactwa lub przyciągania chemicznego, które przejawia się tylko między różniącymi się atomami i cząsteczkami. Prof. Miller powiada: „Na ogół im bardziej dwa ciała różnią się swoimi właściwościami, tym silniejsza jest ich tendencja do wzajemnego oddziaływania chemicznego... Ciała natomiast o podobnym charakterze wykazują w słabym stopniu skłonność do łączenia się ze sobą”¹. To ostatnie zdanie potwierdza słaba płodność rośliny macierzystej przy użyciu jej własnego pyłku i słaby wzrost potomstwa, pierwsze zaś twierdzenie zgadza się z silnym korzystnym wpływem, jaki wywiera pod obu tymi względami pyłek osobnika, który się różnicował w wyniku działania zmienionych warunków lub wskutek tak zwanej zmienności samorzutnej. Analogia ta jednak zawodzi, gdy weźmiemy pod uwagę ujemne lub słabe działanie pyłku jednego gatunku na drugi, gdyż choć pewne zupełnie niepodobne do siebie substancje, np. węgiel i chlor, wykazują bardzo słabe powinowactwo chemiczne, jednak nie można powiedzieć, że brak powinowactwa zależy w tych wypadkach od wielkości różnicy między tymi substancjami. Tak jak nie wiemy, dlaczego pewien stopień różnicowania jest niezbędny lub korzystny, jeśli chodzi o powinowactwo chemiczne lub połączenie się dwóch substancji, nie wiemy również, dlaczego ten sam warunek jest niezbędny do zapłodnienia lub połączenia dwóch organizmów.

Pan Herbert Spencer rozważa bardzo szczegółowo całe to zagadnienie i po stwierdzeniu, że wszystkie siły natury dążą do równowagi, mówi: „potrzeba tego połączenia komórki plemnikowej i komórki załążka wynika z konieczności naruszenia równowagi i przywrócenia aktywności przemian molekularnych w odłączonym zarodku — co zostaje prawdopodobnie osiągnięte w wyniku złączenia się nieco odmiennych jednostek fizjologicznych różniących się w pewnym stopniu osobników”². Nie powinniśmy jednak dopuścić do tego, aby ten bardzo ogólny pogląd i analogia do powinowactwa chemicznego przesłoniły nam naszą niewiedzę. Nie wiemy, jaki charakter lub stopień różnicowania elementów płciowych sprzyja

¹ „Elements of Chemistry”, wyd. 4, 1867, cz. I, s. 11. Dr Frankland informuje mnie, że podobne poglądy na powinowactwo chemiczne są ogólnie przyjęte przez chemików.

² „Principles of Biology”, t. I, 1864, s. 274. W mojej pracy „O powstawaniu gatunków”, ogłoszonej w 1859 r., mówiłem o dodatnim wpływie niewielkich zmian w warunkach życia oraz zapładniania krzyżowego i o szkodliwym działaniu dużych zmian w warunkach życia i krzyżowania wielce różniących się między sobą form (tj. gatunków) jako o serii faktów „powiązanych ze sobą wspólnym, lecz nieznanym ogniwem, które pozostaje w istotnym związku z ogólną zasadą życia”.

połączeniu lub jest szkodliwy, jak na przykład przy kojarzeniu różnych gatunków. Nie umiemy powiedzieć, dlaczego dla jednych osobników pewnych gatunków krzyżowanie jest wielce korzystne, dla innych zaś — w bardzo małym stopniu. Istnieją nieliczne gatunki, które podlegały samozapłodnianiu w ciągu wielkiej liczby pokoleń, a jednak są dość silne i współzawodniczą z powodzeniem z zastępami otaczających je roślin. Wysoce płodne odmiany pojawiają się czasem wśród roślin, które były samozapłodniane i rosły w jednakowych warunkach w ciągu kilku pokoleń. Nie mamy pojęcia, dlaczego krzyżowanie wpływa korzystnie czasem wyłącznie na organy wegetatywne, a czasem wyłącznie na organy rozrodcze, lecz najczęściej na jedno i drugie. Równie trudno jest zrozumieć, dlaczego niektóre osobniki tego samego gatunku są bezpłodne przy użyciu własnego pyłku, gdy tymczasem inne są wówczas całkowicie płodne; dlaczego zmiana klimatu zmniejsza lub zwiększa bezpłodność samobezpłodnych gatunków i dlaczego osobniki pewnych gatunków są nawet płodniejsze przy użyciu pyłku innego gatunku niż swego własnego. To samo dotyczy wielu innych faktów, które są tak niezrozumiałe, że przejmują nas to wciąż wobec tajemnicy życia.

Z praktycznego punktu widzenia rolnicy i ogrodnicy mogą nauczyć się czegoś z wniosków, do których doszliśmy. Po pierwsze, widzimy, że szkodliwy wpływ chowu wsobnego zwierząt i samozapłodniania roślin niekoniecznie zależy od jakiejś chorobowej skłonności lub słabości konstytucji właściwej obu spokrewnionym rodzicom, a tylko pośrednio zależy od ich pokrewieństwa, wskutek którego są zwykle podobne do siebie pod każdym względem, nie wyłączając ich konstytucji płciowej. Po drugie, korzystny wpływ krzyżowego zapłodniania zależy od pewnego stopnia zróżnicowania elementów płciowych rodziców, powstałego w wyniku oddziaływania na ich przodków odmiennych warunków, ich krzyżowania się z osobnikami znajdującymi się w takich warunkach lub wreszcie dzięki temu, co wskutek naszej niewiedzy nazywamy samorzutną zmiennością. Jeśli przeto ktoś pragnie skrzyżować blisko spokrewnione zwierzęta, powinien trzymać je w możliwie rozmaitych warunkach. Niektórzy hodowcy, obdarzeni dużą spostrzegawczością postępowali zgodnie z tą zasadą i trzymali zwierzęta tego samego rodu w dwóch lub więcej gospodarstwach oddalonych od siebie i położonych w różnych warunkach. Kojarząc następnie osobniki z tych różnych gospodarstw, otrzymywali doskonale rezultaty¹. Tę samą

¹ „Variation of Animals and Plants under Domestication”, wyd. 2, t. II, rozdz. XVII, s. 98, 105.

metodę stosuje się często nieświadomie, gdy samce wyhodowane w jednym miejscu są wynajmowane w charakterze rozplodników hodowcom z innych miejscowości. Wiemy, że dla niektórych gatunków roślin samozapłodnianie jest bardziej szkodliwe niż dla innych; to samo prawdopodobnie odnosi się do zbyt bliskiego chowu krewniaczego u zwierząt. Wpływ krzyżowania blisko spokrewnionych zwierząt przejawiałby się, podobnie jak u roślin, w ogólnym osłabieniu konstytucji oraz płodności, niekiedy także, lecz nie zawsze, pogorszeniem się doskonałości formy; właśnie w tym najczęściej chyba się ten wpływ przejawia.

Ogrodnicy zwykli sprowadzać nasiona z innych miejscowości, mających zupełnie odmienną glebę, aby uniknąć w ten sposób uprawiania roślin w tych samych warunkach w ciągu wielu pokoleń. Jeśli jednak chodzi o wszystkie gatunki, które łatwo krzyżują się między sobą za pośrednictwem owadów lub wiatru, byłoby nieporównanie lepiej wysiewać na przemian w rzędach nasiona danej odmiany pochodzące z roślin uprawianych w ciągu kilku pokoleń w możliwie odmiennych warunkach oraz nasiona, które dojrzwały w miejscowym ogrodzie. Oba rody skrzyżowałyby się wtedy, przy czym nastąpiłoby gruntowne wymieszanie się ich cech podstawowych, a jednocześnie zachowałyby czystość odmianową; dałoby to znacznie lepsze rezultaty niż zwykła wymiana nasion. Doświadczenia moje wykazały, jak krzyżowanie tego rodzaju wpływa zdumiewająco korzystnie na wzrost, ciężar, odporność i płodność potomstwa. Na przykład stosunek wysokości skrzyżowanych w ten sposób roślin *Ipomoea* do wysokości krzyżowanych między sobą roślin tego samego rodzaju, z którymi rosły we współzawodnictwie, wynosił 100 do 78, a stosunek płodności 100 do 51. Płodność porównywanych w podobnych warunkach roślin *Eschscholtzia* miała się do siebie jak 100 do 45. Przy porównywaniu z roślinami samozapłodnionymi rezultaty są jeszcze bardziej uderzające; np. stosunek ciężaru roślin kapusty pochodzących ze skrzyżowania z nowym rodem do ciężaru roślin samozapłodnionych wynosił 100 do 22.

Z czterech szczegółowo opisanych doświadczeń kwiaciarze dowiedzą się, że mają możliwość utrwalenia każdej przelotnej zmiany barwy, jeśli będą zapładniać kwiaty pożądanego typu ich własnym pyłkiem w ciągu sześciu pokoleń i hodować siewki w tych samych warunkach. Należy jednak starannie unikać krzyżowania z jakimkolwiek innym osobnikiem tej samej odmiany, gdyż każdy osobnik ma nieco różniącą się, szczególną konstytucję. Jest rzeczą prawdopodobną, że po dwunastu pokoleniach samozapłodniania nowa odmiana będzie wykazywała stałość cech, nawet jeśli będziemy ją

uprawiać w nieco odmiennych warunkach; wówczas zapobieganie krzyżowaniu się osobników tej samej odmiany między sobą nie będzie już konieczne.

Jeśli chodzi o ludzi, mój syn Jerzy próbował ustalić za pomocą badań statystycznych¹, czy małżeństwa między ciotecznymi i stryjecznymi braćmi i siostrami są szkodliwe, choć ten stopień pokrewieństwa nie budzi żadnych zastrzeżeń przy krzyżowaniu naszych zwierząt domowych. Na podstawie własnych dociekań oraz badań dra Mitchella doszedł do wniosku, że dane, które mogłyby wskazywać na szkodliwość tego rodzaju związków, są sprzeczne i świadczą raczej, że jest ona niewielka. Na podstawie podanych w niniejszej książce faktów możemy wywnioskować, że u ludzi małżeństwa między bliskimi krewnymi, których rodzice i przodkowie żyli w bardzo odmiennych warunkach, będą o wiele mniej szkodliwe niż małżeństwa między osobami, które zawsze żyły w tym samym miejscu i prowadziły taki sam tryb życia. Nie ulega też wątpliwości, że bardzo odmienny tryb życia mężczyzn i kobiet u narodów cywilizowanych, szczególnie w wyższych klasach, będzie równoważył szkodliwe wpływy wynikające z zawierania małżeństw między zdrowymi, lecz dość blisko spokrewnionymi osobami.

Z teoretycznego punktu widzenia jest pewnym osiągnięciem naukowym stwierdzenie, że niezliczone urządzenia u roślin hermafrodytycznych, a prawdopodobnie także u hermafrodytycznych zwierząt, są specjalnymi przystosowaniami mającymi na celu zapewnienie ewentualnego skrzyżowania się dwóch osobników, przy czym dodatni wpływ takiego skrzyżowania zależy całkowicie od pewnego zróżnicowania elementów płciowych łączących się istot lub ich przodków, co jest korzystne dla zarodka, podobnie jak niewielka zmiana w warunkach życia jest korzystna dla rośliny lub zwierzęcia, lecz korzyść jaką odnosi zarodek, jest znacznie większa.

Z obserwacji moich można wyciągnąć inny, ważniejszy jeszcze wniosek. Jaja i nasiona odgrywają dużą rolę przy rozprzestrzenianiu się gatunków, ale wiemy teraz, że płodne jaja mogą być wytwarzane bez udziału samca. Istnieje też wiele innych sposobów bezpłciowego rozmnażania się organizmów. Po cóż więc rozwinęły się obie płcie i dlaczego istnieją samce, skoro nie są one w stanie same wydawać potomstwa? Odpowiedzią na to pytanie — jestem tego prawie pewny — jest stwierdzenie, że zlanie się dwóch nieco zróżnicowanych osobników jest wielce korzystne dla istot żywych; z wyjątkiem organizmów najniższych jest to możliwe tylko dzięki istnieniu

¹ „Journal of Statistical Soc.”, czerwiec 1875, s. 153 oraz „Fortnightly Review”, czerwiec 1875.

elementów płciowych, gdyż te ostatnie są komórkami oddzielonymi od ciała, zawierającymi zarodki (germs) każdej części organizmu i zdolnymi do całkowitego zlania się ze sobą.

W książce tej wykazałem, że potomstwo pochodzące ze skrzyżowania dwóch różnych osobników, zwłaszcza jeśli ich przodkowie podlegali działaniu bardzo odmiennych warunków, wykazuje ogromną przewagę pod względem wysokości, ciężaru, bujności i płodności nad samozapłodnionym potomstwem każdego z rodziców. I sam ten fakt w zupełności wyjaśnia, dlaczego rozwinęły się elementy płciowe i jaka jest geneza obu płci.

Istnieje jeszcze inne zagadnienie: dlaczego obie płcie są czasem połączone w tym samym osobniku, czasem zaś rozdzielone. Ponieważ u wielu najniższych roślin i zwierząt koniugacja dwóch osobników całkowicie podobnych lub nieco różniących się jest pospolitym zjawiskiem, wydaje się rzeczą prawdopodobną, jak to zaznaczyłem w poprzednim rozdziale, że początkowo płcie były rozdzielone. Osobnik, który otrzymuje zawartość drugiego, może być nazwany żeńskim, drugi zaś, który jest często mniejszy i ruchliwszy — męskim; trudno jednak stosować te terminy określające płeć wtedy, gdy te dwie formy połączone są w jedną całość. Prawdopodobnie celem połączenia obu płci w tej samej hermafrodytycznej formie jest umożliwienie okolicznościowego lub częstego samozapłodnienia mającego zapewnić gatunkowi rozmnażanie, zwłaszcza u organizmów przytwierdzonych przez całe życie do tego samego miejsca. Zdaje się, że bez wielkiej trudności można zrozumieć, jak to się stało, że organizm utworzony w wyniku koniugacji dwóch osobników, z których każdy reprezentował początek innej płci, mógł dać początek przez pączkowanie najpierw formie jednopiennej, a potem hermafrodytycznej; u zwierząt mógł on dać początek hermafrodytycznej formie nawet bez uprzedniego pączkowania: dwubocznie symetryczna budowa zwierząt wskazuje, być może, na to, że powstały one pierwotnie ze zlania się dwóch osobników.

Trudniejsze jest zagadnienie, dlaczego niektóre rośliny i najwidoczniej wszystkie wyższe zwierzęta stały się najpierw hermafrodytami, a następnie znowu istotami rozdzielнопłciowymi. Niektórzy naturaliści uważali, że powodem tego rozdziału są korzyści wynikające z podziału pracy fizjologicznej. Zasada ta jest zrozumiała, gdy ten sam organ musi spełniać jednocześnie różne funkcje; trudno jednak zrozumieć, dlaczego gruczoły męskie i żeńskie znajdujące się w różnych częściach tego samego złożonego lub prostego osobnika nie miałyby pełnić swoich funkcji równie dobrze, jak w wypadku gdy należą do dwóch różnych osobników. W niektórych

wypadkach ponowny rozdział płci mógł mieć na celu przeciwdziałanie zbyt częstemu samozapłodnianiu. Wyjaśnienie to jednak nie wydaje się prawdopodobne, ponieważ ten sam cel można było osiągnąć inaczej, w prostszy sposób, np. przez dichogamię. Jest rzeczą możliwą, że wytwarzanie męskich i żeńskich elementów rozrodczych oraz dojrzałych zalążków było zbyt wielkim wysiłkiem i zużywało za dużo siły żywotnej, aby osobnik o wysoce złożonej organizacji mógł temu sprostać. Jednocześnie nie było potrzeby, aby wszystkie osobniki wydawały potomstwo, dlatego fakt, że połowa osobników, to znaczy samce, przestała wydawać potomstwo, nie jest szkodliwy, przeciwnie — nawet korzystny.

Fakty podane w niniejszej książce rzucają światło na jeszcze jedno zagadnienie, a mianowicie na krzyżowanie między gatunkami. Powszechnie wiadomo, że gdy krzyżuje się różne gatunki roślin, wytwarzają one — z bardzo rzadkimi wyjątkami — znacznie mniej nasion niż normalnie. Ten spadek plenności przejawia się w rozmaitym stopniu u różnych gatunków — aż do całkowitej bezpłodności, gdy nie otrzymujemy nawet pustej torebki. Wszyscy badacze przekonali się, że na bezpłodność mają silny wpływ warunki, w których znajdują się krzyżowane gatunki. Własny pyłek rośliny działa znacznie silniej niż pyłek jakiegokolwiek obcego gatunku, tak że jeśli się znajdzie na znamieniu w jakiś czas po dostaniu się na nie obcego pyłku, zniweczy całkowicie działanie tego ostatniego. Wiadomo również, że nie tylko gatunki rodzicielskie, ale i otrzymane z nich mieszańce międzygatunkowe są mniej lub bardziej bezpłodne i że ich pyłek jest w mniejszym lub większym stopniu źle wykształcony. Stopień bezpłodności różnych mieszańców międzygatunkowych nie zawsze zależy od trudności połączenia się form rodzicielskich. Gdy mieszańce mogą krzyżować się *inter se*, potomstwo ich jest w mniejszym lub większym stopniu bezpłodne i często staje się jeszcze bardziej bezpłodne w następnych pokoleniach; ale we wszystkich takich wypadkach krzyżowano dotąd tylko blisko spokrewnione rośliny. Bardziej bezpłodne mieszańce są często karłowate i mają słabą konstytucję. Można by podać tu również inne fakty, lecz te nam wystarczą. Naturaliści przypisywali dawniej wszystkie te zjawiska temu, że między odmianami tego samego gatunku występują inne zasadnicze różnice niż między gatunkami; niektórzy naturaliści sądzą tak jeszcze i obecnie.

Wyniki moich doświadczeń nad samozapłodnianiem i krzyżowaniem osobników lub odmian tego samego gatunku są uderzająco analogiczne do opisanych przed chwilą wyników, choć w sposób odwrotny. U większości gatunków kwiaty zapładniane własnym pyłkiem wydają mniej, a cza-

sami o wiele mniej nasion niż kwiaty zapładniane pyłkiem innego osobnika lub innej odmiany. Niektóre samozapładniane kwiaty są absolutnie bezpłodne, lecz o stopniu ich bezpłodności decydują w dużej mierze warunki, w których rosły rośliny rodzicielskie, czego dowiodły doświadczenia z *Eschscholtzia* i *Abutilon*. Wpływ pyłku tej samej rośliny zostaje zniweczony wskutek silniejszego działania pyłku innego osobnika lub innej odmiany, choćby ten ostatni znalazł się na znamieniu o kilka godzin później od pierwszego. Potomstwo samozapładnianych kwiatów jest samo w mniejszym lub większym stopniu bezpłodne, czasem zaś wysoce bezpłodne, a jego pyłek jest niekiedy źle wykształcony. Nie stwierdziłem jednak nigdy u samozapłodnionych siewek całkowitej bezpłodności tak pospolitej u mieszańców międzygatunkowych. Stopień ich bezpłodności nie odpowiada temu, który wykazują rośliny rodzicielskie po pierwszym samozapłodnieniu. Potomstwo roślin samozapłodnionych częściej i w większym stopniu traci na wysokości, ciężarze i bujności niż mieszańce większości krzyżowanych ze sobą gatunków. Następne pokolenie dziedziczy zmniejszony wzrost, ale nie ustaliłem, czy to samo odnosi się też do spadku płodności.

Wykazałem gdzie indziej¹, że łącząc w różny sposób dwu- lub trójpostaciowe rośliny różnosłupkowe, należące niewątpliwie do tego samego gatunku, otrzymujemy rezultaty ściśle odpowiadające tym, które daje krzyżowanie różnych gatunków. Rośliny nieprawowicie zapładniane pyłkiem innej rośliny należącej do tej samej formy wydają mniej, a często o wiele mniej nasion niż wtedy, gdy są zapładniane prawowicie pyłkiem rośliny należącej do innej formy. Czasem nie wydają one nasion, ani nawet nie tworzą pustej torebki, podobnie jak rośliny danego gatunku zapłodnione pyłkiem odrębnego rodzaju. Stopień bezpłodności zależy w znacznej mierze od wpływu warunków, w których znajdowały się rośliny. Pyłek innej formy działa o wiele wolniej niż pyłek tej samej formy, choćby ten pierwszy dostał się na znamie o wiele godzin później od drugiego. Potomstwo otrzymane w wyniku krzyżowania roślin tej samej formy jest mniej lub bardziej bezpłodne, podobnie jak mieszańce międzygatunkowe, i ma pyłek w mniejszym lub większym stopniu źle wykształcony, przy czym niektóre siewki są równie bezpłodne i skarłate jak najbardziej bezpłodny mieszańiec. Przypominają one mieszańce międzygatunkowe także pod kilkoma innymi względami, których nie potrzeba szczegółowo wyliczać; między innymi stopień ich bezpłodności nie odpowiada stopniowi bezpłodności

¹ „The Different Forms of Flowers on Plants of the same species”, 1877, s. 240.

roślin rodzicielskich po ich skrzyżowaniu, przy czym te ostatnie różnią się bezpłodnością przy obustronnym krzyżowaniu oraz różna jest bezpłodność siewek otrzymanych z tej samej torebki nasiennej.

Mamy zatem dwie wielkie grupy doświadczeń dające rezultaty, które całkowicie odpowiadają rezultatom otrzymywanym przy krzyżowaniu tak zwanych dobrych i odrębnych gatunków. Co się tyczy różnicy między siewkami otrzymanymi z krzyżowanych i samozapłodnianych kwiatów, mamy przekonujące dowody na to, że zależy ona całkowicie od dostatecznego zróżnicowania elementów płciowych rodziców spowodowanego bądź działaniem odmiennym warunków, bądź zmiennością samorzutną. Nie wiemy w jaki sposób rośliny stały się różnosłupkowe; być może dwie lub trzy formy z początku przystosowały się do wzajemnego zapylania, to znaczy do krzyżowego zapylania, wskutek zmiany długości swych pręcików i słupków, a następnie przystosowały się do siebie pyłek i zalążki tych form; większa lub mniejsza bezpłodność którejkolwiek formy przy zapyleniu pyłkiem tej samej formy jest wynikiem przypadku¹. Jakkolwiek by nie było, przynależność dwóch lub trzech form różnosłupkowego gatunku do tego samego gatunku jest równie pewna, jak przynależność osobników obu płci do jednego gatunku. Nie mamy więc prawa utrzymywać, że przyczyna bezpłodności gatunków przy ich pierwszym skrzyżowaniu oraz bezpłodności ich mieszańcowego potomstwa jest zasadniczo odmienna od tej, która powoduje bezpłodność zarówno u zwykłych, jak i u różnosłupkowych roślin łączonych w różny sposób. Niemniej wiem, że wiele jeszcze lat upłynie, zanim przesąd ten zostanie wykorzeniony.

Nie ma chyba nic bardziej zadziwiającego w przyrodzie niż wrażliwość elementów płciowych na wpływy zewnętrzne i stopień ich wzajemnego powinowactwa. Dowodzi tego dodatni wpływ niewielkich zmian w warunkach życia na płodność i bujność rodziców, wówczas gdy pewne inne niewielkie zmiany powodują całkowitą bezpłodność bez żadnej widocznej szkody dla zdrowia. Widzimy jak wrażliwe muszą być elementy płciowe roślin, które są całkowicie bezpłodne przy zastosowaniu własnego pyłku, lecz płodne przy użyciu pyłku jakiegokolwiek innego osobnika tego samego gatunku. Takie rośliny stają się w mniejszym lub większym stopniu samopłodne, jeśli podlegają działaniu zmienionych warunków, choć zmiana ta może być niewielka. Zalążki różnosłupkowej trójpostaciowej rośliny reagują bardzo rozmaicie na pyłek trzech grup pręcików należących do tego samego

¹ Rozwazałem to zagadnienie w mojej pracy „Different Forms of Flowers” itd., s. 260—268.

gatunku. U zwykłych roślin pyłek innej odmiany lub po prostu innego osobnika tej samej odmiany działa często o wiele silniej od własnego pyłku, gdy obydwa znajdują się równocześnie na tym samym znamieniu. W tych wielkich rodzinach roślin obejmujących wiele tysięcy pokrewnych gatunków znamię każdego z nich odróżnia nieomylnie pyłek z tego samego kwiatu od pyłku każdego innego gatunku.

Nie można wątpić o tym, że bezpłodność odrębnych gatunków po pierwszym skrzyżowaniu i bezpłodność ich mieszańcowego potomstwa zależą wyłącznie od charakteru czy powinowactwa ich elementów płciowych. Wskazuje na to brak jakiejś ściślej zależności między stopniem bezpłodności a stopniem widocznych różnic między krzyżowanymi gatunkami; jeszcze wyraźniej dowodzi tego wielka różnica w wynikach obustronnego krzyżowania tych samych dwóch gatunków, to znaczy gdy gatunek A zapylamy pyłkiem gatunku B, a następnie gatunek B zapylamy pyłkiem A. Pamiętając o niezwyklej wrażliwości na stopień powinowactwa narządów rozrodczych nie powinniśmy się dziwić, że elementy płciowe tych form, które nazywamy gatunkami, różnicowały się w taki sposób, że stały się niezdolne do oddziaływania na siebie lub zdolne do tego tylko w słabym stopniu. Wiemy, że gatunki żyły zwykle w tych samych warunkach i zachowywały właściwe im cechy przez znacznie dłuższy okres niż odmiany. Długotrwałe udomowienie, jak wykazałem w mojej pracy „Zmienność w stanie udomowienia”, znosi wzajemną bezpłodność, którą niemal zawsze wykazują przy krzyżowaniu między sobą odrębne gatunki niedawno przeniesione z warunków naturalnych; w ten sposób możemy zrozumieć fakt, że najbardziej różniące się między sobą rasy zwierząt domowych nie są wzajemnie bezpłodne. Nie wiadomo, czy odnosi się to do odmian roślin uprawnych, choć niektóre fakty przemawiają za tym. Zniesienie bezpłodności po długotrwałym udomowieniu można prawdopodobnie przypisać zmienności warunków, których działaniu podlegały nasze zwierzęta domowe; bez wątpienia dzięki tej samej przyczynie nie reagują one w tym samym stopniu, co gatunki dzikie utratą płodności na wielkie i nagłe zmiany warunków życia. Na podstawie tych różnych rozważań wydaje się rzeczą prawdopodobną, że różnica w powinowactwie elementów płciowych odrębnych gatunków, od której zależy ich wzajemna niezdolność do krzyżowania się, jest spowodowana tym, że każdy z tych gatunków przyzwyczajał się przez długi czas do określonych warunków i że ich elementy płciowe uzyskiwały w ten sposób ściśle określone powinowactwo. Jakkolwiek sprawa się przedstawia, przypuszczenie, że w dwóch rozpatrywanych przez nas grupach doświadczeń,

a mianowicie doświadczeń nad samozapłodnianiem i krzyżowym zapłodnieniem osobników tego samego gatunku oraz doświadczeń nad prawidłowym i nieprawidłowym krzyżowaniem roślin różnosłupkowych, bezpłodność skrzyżowanych po raz pierwszy gatunków i bezpłodność ich mieszańcowego potomstwa wskazuje na to, że różnią się w jakiś zasadniczy sposób od odmian lub osobników tego samego gatunku, byłoby zupełnie nieusprawiedliwione.

SKOROWIDZ NAZWISK

- Anderson J. 69, 344
 Arystoteles 340
 Ascherson 307
 Axell S. 4

 Bailey 349, 353
 Beal W. J. 297, 352
 Belt 65, 122, 306, 310, 330, 331, 332, 351, 352
 Bennett A. W. 99, 100, 303, 317, 340—341
 Bentham 122, 338
 Blackley 310, 333
 Bonda 304
 Bornet 86
 Boulger 154
 Brackenridge 363, 370
 Brisout 343
 Brown R. 143
 Bundy 352
 Burbidge 293
 Bütschli O. 335

 Candolle A., de 320, 329
 Carrière 360
 Caspary 276, 296, 302, 321
 Cheeseman 321
 Coe 124
 Colgate R. 299
 Crocker 300
 Crüger 332

 Darwin F. 122, 331, 350
 Darwin J. 374
 Decaisne 104
 Delpino 4, 73, 99, 117, 122, 126—127, 143, 189, 307, 314, 321, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 339, 346
 Denny J. 115
 Dickie 189

 Dobbs 340
 Dodel A. 335
 Duhamel 324
 Dunal 329
 Durando 85
 Dyer Th. 143, 279, 336, 337

 Earley W. 124
 Eaton A. E. 335
 Engelmann 335, 336
 Engler 359
 Errara 291

 Fabricious 341
 Faivre 189
 Farrer T. H. 3, 119, 122, 130, 143, 299, 332, 352
 Fermond 123
 Frankland 371

 Gallesio 324
 Galton 11, 12—14, 119, 192, 292—293
 Gärtner 18, 123, 146, 172, 259—260, 275, 311, 313
 Gentry 348, 349
 Gilbert 365
 Godron 139, 312, 324
 Gould 306
 Grant 346
 Gray Asa 89, 321, 337, 357

 Hallet 293
 Hassal 311, 333
 Henschel 313
 Henslow G. 133, 304, 356—357
 Herbert 5, 313, 324, 327
 Hildebrand 3, 4, 64, 69, 73, 76, 88, 99, 143, 154, 186, 191, 276, 277, 283, 287, 297, 302, 315, 328, 329, 342, 359, 366
 Hoffmann H. 86, 104, 123, 276, 297, 302, 303, 330

- Hooker 49, 302, 337
 Humboldt 293

 Kerner 310, 321, 333, 338
 Kitchenier 50, 99
 Knight A. 5, 130, 132, 253, 359
 Köhler 309
 Kölreuter 5, 18, 172, 275, 311, 312
 Kuhn 71
 Kurr 319, 330, 344

 Landgrave 309
 Lamarck 122
 Lawes 365
 Laxton 132, 253
 Lecoq 176, 297, 313, 324, 338
 Lehmann 293
 Leighton W. A. 123, 332
 Lindley 295, 297, 325
 Link 330
 Linneusz 124
 Loiseleur-Deslongchamp 293
 Lubbock J. 4, 99, 308, 340, 349

 MacArthur 298
 Macnab 247
 Marck 293
 Marshall W. C. 312
 Masters 125, 126, 131, 312, 330
 Martinet 329
 Meehan 143, 154
 Miller 371
 Miner 299
 Mitchell 374
 Moore 279
 Munro 275
 Mustel 139
 Müller F. 3, 4, 73, 89, 253—254, 275—277,
 282—283, 284, 287, 306, 314, 322, 331,
 332, 366
 Müller H. 3, 4, 5, 6, 65, 69, 70, 73,
 74—75, 78, 86, 99, 100, 104, 119, 130,
 133, 139, 151, 299, 302, 309, 314, 315,
 316, 317, 319, 320, 328, 329, 332, 340,
 341, 343, 345, 349, 352, 356

 Naudin 18, 154, 248
 Nägeli 308, 335
 Newport 18

 Ogle 64, 73, 122, 130, 298, 300, 348, 349,
 352

 Plateau 309
 Potts 307

 Quatrefages 18

 Reinke 330
 Riley 333, 342
 Rimpan 283, 305
 Rodgers 330

 Schübler 309
 Scott J. 71, 86, 182, 275, 293, 299, 304
 Sharp 325
 Smith 296
 Spallanzani 18
 Spencer H. 371
 Sprengel C. K. 4, 5, 73, 99, 117, 307—308,
 341, 349, 370
 Strachey 353
 Swale 121

 Tinzmann 299, 319
 Treviranus 330

 Urban I. 304

 Verlot 43, 149, 247, 319, 324
 Villiers 123
 Vilmorin 367

 Wallace 306
 Wilder 283
 Wilson A. I. 292, 305, 311

SKOROWIDZ RZECZOWY

A

- Abutilon* 253, 274, 282, 377
darwinii, samobezpłodność w Brazylii 278, 285, 296
 samopłodność w Anglii 278, 285
Acanthaceae 76
Acacia magnifica 332
sphaerocephala 331
Aconitum napellus 349
Adlumia cirrhosa 302
Adonis 234
aestivalis 9, 103—104
 nasiona 103
 porównanie wysokości roślin krzyżowatych i samozapładnianych 231
 samopłodność 302, 317
 wyniki pomiarów 103—104, 199
Ajuga reptans 304, 341
Allium cepa, odmiana krwistoczerwona 305
Amaryllidaceae 5, 276, 313, 324
 bezpłodność w stosunku do własnego pyłku 276
Anagallis 178—180
collina 154, 224, 316
 porównanie wysokości, ciężaru i płodności roślin krzyżowatych i samozapładnianych 211—212
var. grandiflora 178
 nasiona 269, 271—272
 pododmiany o kwiatach niebieskich i bladoczerwonych 178, 179
 torebki 263
 wyniki pomiarów 178—179
 wyniki pomiarów 201
 Anderson J., o *Calceolaria* 69, 344
 o wpływie usuwania płatków korony na odwiedzanie kwiatów przez owady 344
Andrena 100
Anemofilia (wiatropylność) 295, 305, 311, 314, 315, 328—339
 u *Zea mays* 191
Antirrhinum 310, 324, 343
majus 307
 odmiana biała 300
 odmiana czerwona 300
 odmiana peloryczna 300
 przedziurawianie płatków korony przez owady 350
Anthornis melanura 307
Apium 234
petroselinum 139—140, 305
 protandria 139
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 232
 wyniki pomiarów 200
Apocynaceae 299, 305
Aquilegia 349
Argemone ochroleuca 302
Aristolochia 341—342
 Arystoteles, o odwiedzaniu przez pszczoły kwiatów jednego gatunku 340
Arum maculatum 342
Asclepiadae 305, 310
 Ascherson, o roli owadów w zapładnianiu roślin 307
Aspicarpa 319
 Axell, o zapłodnieniu u roślin 4

B

- Bailey, o przedziurawianiu płatków korony przez owady 349, 353
Balsaminaceae 303
Bartonia 19, 234
aurea 138
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 231
 wyniki pomiarów 138, 200
Bartsia odontites 304

- Barwa kwiatów, jednolitość u roślin samozapładnianych i rosnących w podobnych warunkach od kilku pokoleń 254—257
 przyciąganie owadów 307
- Beal W. J., o bezpłodności *Kalmia latifolia* 297
 o nektarze *Ribes aureum* 352
- Bellis perennis* 341
- Belt, o *Acacia* 332
 o *Acacia sphaerocephala* 331
 o budowie kwiatów 310
 o całkowitej bezpłodności *Phaseolus multiflorus* 298
 o odwiedzaniu kwiatów *Phaseolus multiflorus* przez owady 352
 o *Phaseolus multiflorus* w Nikaragua i pod Londynem 122
 o przedziurawianiu płatków korony przez owady 351
 o przenoszeniu pyłku przez kolibry 306
 o włoskach na kwiatach *Digitalis purpurea* 65
 o wydzielaniu nektaru u *Passiflora* 330
- Bennet A. W., o budowie kwiatów *Impatiens fulva* 303
 o odwiedzaniu przez owady kwiatów jednego gatunku 340—341
 o roślinach kwitnących w zimie 317
 o *Viola tricolor* 99, 100
- Bentham, o *Phaseolus multiflorus* 122
 o urządzeniu zapobiegającym samozapłodnieniu u *Synaphea* 338
- Beta vulgaris* 154, 187, 188, 305, 326
 porównanie roślin krzyżowanych i samozapładnianych 241, 242
 wyniki pomiarów 188, 201
 wysoka samopłodność 303
- Bignonia* 254, 274, 282, 300
- Biophytum sensitivum* 312
- Blackley, o ciężarze pyłku roślin wiatropyl-nych 310
 o pyłku żyta 310
 o unoszeniu się pyłku na duże wysokości 333
- Bombus lapidarius* 126
- mastrucatus* 352
- muscorum* 130
- Bonda, o roli ciem w zapładnianiu *Trifolium minus* 304
- Boraginaceae* 151—152, 300
- Borago officinalis* 151—152
 częściowa samobezpłodność 300
 nasiona 151, 269, 292
 protandria 151
 wcześniejsze kwitnienie roślin krzyżowa-nych 244, 246
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 231
 wyniki pomiarów 151—152, 200
- Boulger, o odwiedzaniu kwiatów petunii przez śmy 154
- Brackenridge, o odmiennym wpływie zmie-nionych warunków na różne części or-ganizmu 370
- Brassica* 91
campestris ruta бага 292
napus 323
oleracea 301, 326
 ciężar roślin 81
 doświadczenia nad krzyżowaniem i sa-mozapładnianiem 220
 krzyżowanie z nowym rodem 80—81
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżo-wanych 243
 nasiona 78—79, 267, 292
 odmiana Cattel's Early Barnes Cabbage 78, 325
 Ragged Jack, cukrowa 323, 325
 porównanie wysokości, ciężaru i płod-ności roślin krzyżowanych i samoza-pładnianych 204
 przewaga roślin krzyżowanych 240
 samobezpłodność 301
 wyniki pomiarów 79—80, 198
rapa 323
- Bratki 99, 100
- Brisout, o odwiedzaniu przez owady kwia-tów jednego gatunku 343
- Brodawnik 311
- Brokuły 323
- Brugmansia* 27, 306

- przedziurawianie kwiatów przez kolibry 352
- Brukiew 323
- Brukselka 323
- Brzoza 334
- Buki 334
- Bundy, o przedziurawianiu kwiatów *Ribes* przez pszczoły 352
- Burbidge, o kielkowaniu małych nasion 293
- Bütschli O., o różnicowaniu się dwu form płciowych 335
- C**
- Calceolaria* 49, 69, 121, 304, 326, 344
- Calluna vulgaris* 344
- Campanula* 142
- carpathica* 142, 300
- protandria 142
- Campanulaceae* 142—148
- Candolle, de, o nektarze jako wydzielinie 329
- Canna* 19, 234
- warszewiczii* 154, 188—191
- budowa kwiatów 188, 189
- kwitnienie wcześniejsze roślin samoza-
pładnianych 245, 246
- nasiona 189, 190, 269, 272, 291
- wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem
i samozapładnieniem 232
- wyniki pomiarów 201
- wysoka samopłodność 305
- Cannaceae* 188
- Carduus arctioides* 330
- Carrière, o różnicach w szybkości dojrze-
wania elementów płciowych w kwiecie 360
- Caryophyllaceae* 105—113, 303
- Caspary, o *Corydalis cava* 276
- Cassia* 306
- Cattel's Early Barnes Cabbage, patrz: *Bras-
sica oleracea*, odmiana
- Cebula, przewaga obcego pyłku 324
- Cecropia*, ciążka odżywcze 332
- Canterbury, patrz: *Phaseolus vulgaris*, od-
miana
- Centradenia floribunda* 301
- Cheeseman, o storczykach w Nowej Ze-
landii 321
- Chenopodiaceae* 187, 303
- Chironia decussata* 330
- Christine, patrz: *Pelargonium zonale*, od-
miana
- Chrząszcze, rola w zapładnianiu kwiatów,
patrz: *Coleoptera*
- Cineraria* 89, 278, 279
- Cistus* 254
- mieszające międzygatunkowe 254
- Clarkia elegans*, kwitnienie wcześniejsze ro-
ślin samozapładnianych 245
- nasiona 137
- torebki 262
- wyniki pomiarów 137, 200
- Claytonia virginica* 143
- Coe, o krzyżowaniu się *Phaseolus vulgaris*
124
- o *Lathyrus odoratus* 124
- Coleoptera*, rola w zapładnianiu kwiatów
100, 342
- Colgate R., o nieodwiedzaniu przez pszczo-
ły koniczyny czerwonej w Nowej Ze-
landii 299
- Compositae* 141—142, 248, 301, 305, 307,
335, 336
- Coniferae* 329, 333
- Convolvulaceae* 21, 304
- Convolvulus major* 21—48
- tricolor* 43
- Coronilla* 299, 332
- Cortusa matthioli* 299
- Corydalis cava* 274, 276, 283, 297
- halleri* 276
- intermedia* 276
- lutea* 297
- zapładnianie za pośrednictwem trzmieli
303
- ochroleuca* 297
- solida* 297
- Corylus avellana* 321
- Crinum* 324
- Cruciferae* 78—86, 301, 334
- Cuphea purpurea* 268, 299
- Cuculia umbratica* 312

Crüger, o wydzielaniu się słodkiej cieczy
u *Marcgraviaceae* 332

Cycadeae 329

Cyclamen 180, 318

persicum 154, 176—178

 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżo-
wanych 244, 246

 nasiona 269, 292

 samobezpłodność 300

 torebki 263

 wyniki pomiarów 177, 201

Cyperaceae 334

Cytisus laburnum 299

Ćmy, rola w zapładnianiu kwiatów 100,
126, 154, 155, 331

 u *Fumaria officinalis* 302, 303

 u *Habenaria chlorantha* 312

 u *Trifolium minus* 304

D

Daphne 309

Darwin F., o budowie kwiatów *Phaseolus*
122

 o gruczołach wydzielających nektar 331
 o przedziurawianiu płatków korony przez
 owady 350

 o *Pteris aquilina* 331

Darwin J., o małżeństwach między bliskimi
krewnymi 374

Decaisne, o *Delphinium consolida* 104

Delphinium 344, 345, 347

consolida 9, 104—105, 199, 341, 344

 częściowa bezpłodność 296

 budowa kwiatu 104

 nasiona 104—105, 291

 protandria 104

 torebki 261

 wpływ usuwania płatków korony na
 odwiedzanie kwiatów przez owady 344

 wyniki pomiarów 105

Delpino, o dwupienności 339

 o *Juglans regia* 321

 o krzyżowaniu się odmian groszku pach-
 nącego 126—127

 o *Lobelia ramosa* 143

 o *Phaseolus multiflorus* 122

o przenoszeniu pyłku przez wiatr i wodę
307

o *Viola tricolor* 99

o wiatropylności 314, 328, 335

o wydzielaniu nektaru 329, 330, 331, 332

o zapłodnieniu 4

 u *Cannaceae* 189

 u *Coniferae* 333

 u *Plantago* 329

o *Tropaeolum minus* 117

Denny J., o *Pelargonium zonale* 115

Depressariae 316

Dęby 334

Dianthus 216, 223, 226, 263—264, 274,
324

caryophyllus 7, 107—113, 298, 307

 barwa kwiatów 113

 dichogamia 264

 jednolitość barwy kwiatów roślin sa-
 mozapładnianych 254, 256

 krzyżowanie z nowym rodem 110—113
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżo-
 wanych 243, 246

 nasiona 107—108, 109—112, 262, 265,
 268, 270—271

 porównanie ciężaru roślin krzyżowa-
 nych i samozapładnianych 202

 porównanie roślin krzyżowanych i sa-
 mozapładnianych 107—110

 porównanie wysokości, ciężaru i płod-
 ności roślin krzyżowanych i samoza-
 pładnianych 206—207

 protandria 107

 przewaga roślin krzyżowanych nad sa-
 mozapładnianymi 242

 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem
 i samozapładnianiem 221, 229

 wyniki pomiarów 108—109, 110, 112,
 199

Dichogamia 1, 5, 73, 298, 312, 315, 321,
323

 u *Dianthus caryophyllus* 264

 u *Gesneria pendulina* 73

 u *Saxifraga* 359

Dickie, o samozapłodnieniu u *Cannaceae*
189

- Dictamnus fraxinella* 341, 347
Digitalis 19, 69, 73, 274, 320, 343
 przewaga roślin krzyżowanych nad samozapładnianymi 242
purpurea 49, 64—69, 307, 310
 budowa kwiatów 64—65
 krzyżowanie kwiatów tej samej rośliny 67—69, 248, 249, 251
 przewaga roślin krzyżowanych 240, 364
 rola trzmieli w zapładnianiu 64—65
 samobezpłodność 300
 wyniki pomiarów 66, 68, 197
 Dimorfizm 1, 180, 183, 184, 295, 299, 321
Dipsaceae 140
Diptera, rola w zapładnianiu kwiatów 100, 139, 142, 306, 319, 320, 341—342
 Dobbs, o odwiedzaniu przez pszczoły kwiatów jednego gatunku 340
 Dobór naturalny, wpływ na samobezpłodność i samozapłodnienie 286—287
 Dodel A., o glonach 335
Dolichopos nigripennis, rola w zapładnianiu kwiatów 304, 341
Drosera 321
 Drzewa, zapładnianie za pośrednictwem wiatru 337
 Duhamel, o *Raphanus sativus* 324
 Dunal, o wydzielaniu nektaru 329
 Dwupienność 320, 335, 338, 339
 Dwupostaciowość, patrz: Dimorfizm
 Dyer Th., o cynerariach 279
 o *Lobelia ramosa* 143
 o pochodzeniu hermafrodytyzmu 336—337
 Dziedziczenie, siła 253
- E**
- Earley W., o samozapłodnieniu u *Lathyrus odoratus* 124
 Early Emperor, patrz: *Pisum sativum*, odmiana
 Early Barnes, patrz: *Brassica oleracea*, odmiana
 Eaton A. E., o *Pringlea* 335
Empis cheiroptera, rola w zapładnianiu kwiatów 304, 341
 Engelmann, o wymoczkach 335, 336
 Engler, o dichogamicznej *saxifraga* 359
 Entomofilia 295, 328, 332, 335
Epipactis latifolia, osy jako jedyne owady odwiedzające 309, 346
Erica tetralix 344
 przedziurawianie płatków korony przez owady 348, 353—354
Ericaceae 297, 329
 Errara, o samozapłodnieniu 291
Erythrina 298, 306
Eschscholtzia 98, 166, 214, 222, 223, 225, 226, 234, 236, 263, 273, 274, 293, 377
californica 87—93, 220—221
 ciężar roślin 91, 202
 krzyżowanie z nowym rodem 90—93
 kwitnienie, wcześniejsze roślin krzyżowanych 243
 wcześniejsze roślin samozapładnianych 244
 nasiona 88, 90, 92—93, 261, 265, 268
 porównanie wysokości, ciężaru i płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych 205—206
 przewaga roślin samozapładnianych nad krzyżowanymi 241—242
 rośliny otrzymane z nasion brazylijskich 89—90
 samobezpłodność w Brazylii 285, 297
 sztuczne samozapłodnienie 276—278
 wpływ zmienionych warunków na wynik krzyżowania 362
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 220—221, 230
 wyniki pomiarów 88—89, 90—91, 198
 zawiązywanie nasion przy krzyżowaniu i samozapładnianiu 283
- Esparceta 299
Euphorbia 332
Euphrasia officinalis 304
Euryale amazonica 296
ferox 302
- F**
- Fabricius, o *Aristolochia* 341—342
Fagopyrum, budowa kwiatu 316
esculentum 154, 186

- kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżo-
wanych 244
nasiona 187, 292
wyniki pomiarów 201
- Faivre, o samozapłodnieniu u *Cannaceae*
189
- Farrer T. H., o *Coronilla* 299, 332
o kwiatach motylkowych 3
o *Lupinus luteus* 119
o *Phaseolus multiflorus* 122, 351, 352, 354
o *Pisum sativum* 130
o zapłodnieniu krzyżowym u *Lobelia ra-
mosa* 143
- Fasola, turecka 354
wielokwiatowa 136, 351
zwyczajna 123, 352
- Fermond, o *Phaseolus coccineus hybridus*
123
o *Phaseolus multiflorus* 123
- Fiołek trójbarwny 252
- Frankland, o powinowactwie chemicznym
371
- Fraxinella* 346
- Fraxinus ornus* 330
- Fuchsia* 52, 307
- Fulmier's Forcing Bean, patrz: *Phaseolus
vulgaris*, odmiana
- Fumaria capreolata* 302—303, 316
officinalis 302
- Fumariaceae* 276, 297, 302
- G**
- Galium aparine* 305
- Gallesio, o samorzutnym krzyżowaniu się
pomarańczy 324
- Galton, omówienie wyników pomiarów *Zea
mays* i *Limnanthes douglasii* 11—14,
119
o przewodze siewek krzyżowanych nad
samozapłodnianymi u *Lathyrus odoratus*
292, 294
o roślinach samozapłodnianych 242
- Gärtner, o bezpłodności *Verbascum nigrum*
275
o *Geum urbanum* 311
o ilości ziarn pyłku potrzebnych do za-
płodnienia 18, 311
o krzyżowaniu się roślin rosnących
w znacznej odległości 123
o *Lobelia fulgens* 146, 275
o płodności mieszańców międzygatunko-
wych 258—259
o powinowactwie płciowym 172
o przenoszeniu pyłku na duże odległości
313
- Gentry, o przedziurawianiu płatków koro-
ny przez owady 348—349
- Geraniaceae* 115—119, 297, 303
- Geranium phaeum* 344
- Gerardia pedicularia* 348—349
- Gesneria* 273
pendulina 49, 73
dichogamia 73
nasiona 267
wyniki pomiarów 73, 198
- Gesneriaceae* 49, 73
- Geum urbanum*, ilość ziarn pyłku potrzebna
do zapłodnienia 311
- Gladiolus*, mieszańce międzygatunkowe 254
- Glaucium luteum* 302
- Głony 335
- Godron, o krzyżowaniu się odmian marchwi
139
o tulipanach 324
o wpływie pyłku *Primula grandiflora* na
Primula officinalis 312
- Goodeniaceae* 301
- Gould, o odwiedzaniu *Impatiens* przez ko-
libry 306
- Goździki 7, 107, 108, 111
- Graminaceae* 191
- Gramineae* 305, 333, 334, 359
- Grant, o odwiedzaniu przez pszczoły z róż-
nych ulów różnych gatunków kwiatów
346
- Gray Asa, o kwiatach *Drosera* 321
o pokrewieństwie płciowym drzew w Sta-
nach Zjednoczonych 337
o rozmnażaniu płciowym 357
- Great London Cos, patrz: *Lactuca sativa*,
odmiana
- Groch zwyczajny 19, 130—132, 290

Groszek pachnący 124, 126, 127, 129
Grzbieciste kwiaty 306

H

Habenaria chlorantha 312
Hallet, o selekcji ziarna zbóż 293
Hassall, o ciężarze pyłku wytworzonego przez jedną roślinę rogoży 333
o ilości ziarn pyłku u peonii i brodawnika 311
Hedera helix 346
Hedychium 301
Hedysarum onobrychis 299
Helianthemum vulgare 341
Henschel, o doświadczeniach nad sztucznym zapładnianiem 313
Henslow G., o samozapłodnieniu nie przynoszącym szkody roślinom 356—357
o sposobach zapłodnienia u *Medicago* 304
o mechanizmie zapłodnienia krzyżowego u *Sarothamnus scoparius* 133
Herbert, o *Crinum* 324
o krzyżowym zapłodnieniu 5
o przewodzie obcego pyłku 327
o przenoszeniu pyłku na znaczne odległości 313
o samorzutnym krzyżowaniu się rododendronów 324
o truskawkach 324
Hermafrodytyzm 313, 321, 327, 336, 339
Hesperis 309
Heterocentron mexicanum 301
Heterostylia 1, 180, 183, 184, 247—248
u *Primula* 180—182
Hiacynt 324
Hibiscus 234
africanus 113—114
kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 244, 246
nasiona 292
wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 232
wyniki pomiarów 113—114, 199
ilość pyłku potrzebna do zapłodnienia 311
vesicarius 312
Hildebrand, o *Aristolochia* 342

o bezpłodności *Eschscholtzia* 276—278
o *Corydalis cava* 276, 283, 297
o *Corydalis lutea* 297
o doświadczeniach nad *Eschscholtzia californica* 88
o doświadczeniach nad samozapłodnieniem 283
o *Fagopyrum esculentum* 186
o *Fumaria officinalis* 302
o *Hypocoum grandiflorum* 276
o *Hypocoum procumbens* 276, 302
o *Lobelia ramosa* 143
o odwiedzaniu petunii przez ćmy 154
o pyłku *Digitalis purpurea* 64
o rozsiewaniu nasion na dużą odległość 366
o samorzutnie samozapładnianych kwiatkach u *Fumariaceae* 302
o samozapłodnieniu u *Zea mays* 191
o *Thunbergia alata* 76
o urządzeniach mechanicznych zapobiegających samozapłodnieniu 315
o *Viola tricolor* 99
o wczesnym różnicowaniu się płci w filogenezie 328, 329
o zapłodnieniu u *Gramineae* 359
Hoffmann H., o *Adonis aestivalis* 104, 302
o bezpłodności *Papaver alpinum* 297
o *Linum usitatissimum* 303
o *Papaver alpinum* 276
o słodkiej cieczy u kamelii 330
o samorzutnej zmienności *Phaseolus multiflorus* 123
o samozapłodnieniu u fasoli zwyczajnej 123
o samopłodności *Papaver somniferum* 86, 302
Hooker, o jednoczesnym wytwarzaniu kilku kwiatów przez *Euryale ferox* i *Victoria regia* 302
o płciowych pokrewieństwach drzew w Nowej Zelandii 337
Humboldt, o ziarnach zbóż 293
Hydrangea 307
Hymenoptera, rola w zapładnianiu kwiatów 139, 306, 329, 340

Hypecoum grandiflorum 276, 297
procumbens 276, 302

I

Iberis 26, 91, 216, 230

amara 302

umbellata (var. *kermesiana*) 82—86

krzyżowanie z nowym rodem 85—86

kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżo-
 wanych 243

nasiona 261, 291

porównanie wysokości, ciężaru i płod-
 ności roślin krzyżowanych i samozapła-
 dnianych 204—205

przewaga obcego pyłku 302

przewaga siewek krzyżowanych nad
 samozapładnianymi 241

wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem
 i samozapładnianiem 220

wyniki pomiarów 83—85, 198

wysoka samopłodność 322—323

Impatiens barbigera 303

fulva 283, 303, 353

noli-me-tangere 303

odwiedzanie kwiatów przez kolibry 306

pallida 283

Ipomoea 50, 63, 69, 75, 82, 91, 113, 127,
 195, 216, 221, 223, 226, 230, 235, 239,
 240, 264, 266, 272, 273, 274, 289, 290,
 292, 293, 311, 318, 369

purpurea 7, 11, 18, 19, 21—48, 129, 317,
 326

ciężar roślin 202

budowa kwiatu 316

jednolitość barwy kwiatów roślin samo-
 zapładnianych 254, 255—256

krzyżowanie kwiatów tej samej rośliny
 21, 33—35, 249—250

kwitnienie, równoczesne roślin krzyżo-
 wanych i samozapładnianych 247

wcześniejsze roślin krzyżowanych 243
 krzyżowanie z nowym rodem 21,
 35—37

mechanizm zapłodnienia 21, 43

nasiona 260, 267, 270, 291

odmiana *Hero* 21, 29, 50, 63, 196, 222,
 226

potomstwo 38—41, 47, 48, 217—218
 samozapłodnienie 289

przewaga obcego pyłku 326

przewaga roślin krzyżowanych 241

porównanie wysokości, ciężaru i płod-
 ności roślin krzyżowanych i samozapła-
 dnianych 203

rośliny krzyżowane i samozapładniane
 przez dziesięć pokoleń 21—32

wykres średnich wysokości roślin krzy-
 żowanych i samozapładnianych 42

wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem
 i samozapładnianiem 216—218

wyniki pomiarów 41, 42—48, 196—197

wysoka samopłodność 304

Iris, wydzielanie słodkiej cieczy przez kie-
 lich 330

Isotoma 301

budowa kwiatu 143

J

Jaskier 324

Jednopienność 320, 335

u *Zea mays* 191

Jesion 330, 334

Jęczmień 305

Juglans regia 321

Juncaceae 334

K

Kalarepa, odmiana biała 323

odmiana czerwona 323

przewaga obcego pyłku 323

Kalmia latifolia 297

Kamelia, wydzielanie słodkiej cieczy 330

Kapusta 78, 81

głowiasta 19, 323

cukrowa 323

odmiana *Early Barnes* 325

Ragged Jack 325

przewaga obcego pyłku 323

zanieczyszczenie przez odmianę czer-
 woną 323

Kerner, o kwiecie *Villarsia parnassifolia*
 321

- o przenoszeniu pyłku przez wiatr 333, 338
- o urządzeniach zabezpieczających pyłek przed wilgocią 310
- o urządzeniach zabezpieczających pyłek przed pełzającymi owadami 310
- Kielkowanie, zależność od ciężaru nasion u roślin krzyżowanych i samozapładniających 291—294
- Kitchener, o ruchomych znamionach u *Mimulus* 50
 - o *Viola tricolor* 99
- Kleistogamia, patrz kwiaty kleistogamiczne
- Knight A., o kontaktach płciowych między sąsiadującymi roślinami 5
 - o krzyżowaniu odmian grochu 132
 - o rozmnażaniu płciowym 357
- Kolibry, przedziurawianie kwiatów *Brugmansia* 352
 - rola w zapładnianiu kwiatów *Abutilon darwinii* 278, 306, 307
- Koniczyna czerwona 121
- Köhler, o barwach i zapachu kwiatów 309
- Kölreuter, o doświadczeniach z pyłkiem *Hibiscus vesicarius* 311
 - o ilości ziarn pyłku niezbędnych do zapłodnienia 18
 - o krzyżowym zapłodnieniu 5
 - o powinowactwie płciowym u *Nicotiana* 172
 - o *Verbascum phoeniceum* 275
- Krępla 342
- Krzyżowanie kwiatów na tej samej roślinie 247—251
 - osobników pochodzących z rozmnażania bezpłciowego, u *Origanum vulgare* 75, 250—251
 - u *Pelargonium zonale* 115, 250
 - przekazywanie korzystnych skutków dalszym pokoleniom 251—254
 - wpływ na konstytucję roślin 238, 242, 252, 253
 - z nowym rodem, u *Brassica oleracea* 80—81
 - u *Dianthus caryophyllus* 110—113
 - u *Eschscholtzia californica* 90—93
 - u *Iberis umbellata* 85—86
- Kuhn, o kleistogamii 71
- Kurr, o wpływie usuwania płatków korony na odwiedzanie kwiatów przez owady 344
 - o wydzielaniu nektaru 319, 330, 344
- Kwiaty, barwa jako czynnik przyciągający owady 306
 - budowa 2, 303, 308, 309, 310, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320
 - u *Campanula carpathica* 142
 - u *Canna warszewiczii* 188, 189
 - u *Delphinium consolida* 104
 - u *Isotoma* 143
 - u *Lathyrus grandiflorus* 126
 - u *Lathyrus odoratus* 126
 - u *Lobelia ramosa* 143
 - u *Lupinus luteus* 119
 - u *Papaver dubium* 86
 - u *Papaver rhoeas* 86
 - u *Phaseolus multiflorus* 122
 - u *Pisum sativum* 130
 - u *Salvia coccinea* 316
 - u *Sarothamnus scoparius* 132—133
 - u *Specularia perfoliata* 142
 - u *Vicia* 126
 - u *Viola tricolor* 99—100
 - budowa i widoczność a odwiedzanie przez owady 315—320
 - grzbieiste 306
 - heterostyliczne, wpływ pyłku z pręcików o różnej długości na potomstwo 247—248
 - jednolitość barwy u roślin samozapładniających i rosnących w podobnych warunkach od kilku pokoleń 254—257
 - kleistogamiczne 2, 71, 142, 303, 305, 307, 308, 309, 310, 311, 314, 315, 316—317, 318, 319
 - u *Specularia perfoliata* 142
 - motylkowe 317
 - peloryczne, u *Antirrhinum majus* 300
 - u *Pelargonium* 308
 - przystosowania do zapłodnienia krzyżowego i samozapłodnienia 1—7, 313, 314, 320—328
 - sztuczne, reakcja owadów 308

- zapładnianie pyłkiem innych osobników 320
 zmienność w obrębie osobnika 247—248
- Kwitnienie**, równoczesne roślin krzyżowanych i samozapładnianych 245
 wcześniejsze roślin krzyżowanych 242—244, 246
 wcześniejsze roślin samozapładnianych 244—245, 246
- L**
- Labiatae* 49, 73, 300, 304
Lactuca sativa 141—142, 305
 odmiana Great London Cos 141
 przewaga obcego pyłku 326
 wyniki pomiarów 141, 200
 Lamarck, o *Phaseolus* 122
Lamium album 320, 341
purpureum 341
Lampronia (*Tinea*) *calthella*, rola w zapładnianiu kwiatów 342
 Landgrabe, o barwie i zapachu kwiatów 309
Lathyrus 119, 126, 348
grandiflorus 126, 298
 budowa kwiatu 126
 samobezpłodność 298
odoratus 124—130, 136, 151, 292, 294, 317, 318, 319
 budowa kwiatu 126
 kwitnienie równoczesne roślin krzyżowanych i samozapładnianych 245
 odmiana Painted Lady 125—126, 127, 128
 Purple 125, 127, 128
 Scarlet 125—126
 nasiona 128, 271, 292
 porównanie wysokości, ciężaru i płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych 207—208
 rewersja częściowa 125
 samopłodność 303, 317
 strąki 262
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 222
 wyniki pomiarów 127—129
 zapłodnienie krzyżowe 252—253
- nissolia* 312
silvestris, przedziurawianie płatków korony przez owady 350
 Lawes i Gilbert, o zapotrzebowaniu roślin na substancje nieorganiczne 365
 Laxton, o krzyżowaniu odmian grochu 132
 Lecoq, o *Cyclamen repandum* 176
 o dwupienności roślin rocznych 338
 o *Fumariaceae* 297
 o potomstwie mieszańcowym 313
 o *Trollius* 324
Leersia 318
oryzoides 290
 Lehmann, o siewkach z dużych i małych nasion 293
 Leighton W.A., o *Acacia magnifica* 332
 o *Phaseolus multiflorus* 123
Leguminosae 119—137, 298, 299, 303, 304, 329
 wyniki doświadczeń 136—137
Leontodon, liczba ziarn pyłku w jednym kwiecie 311
Lepidoptera, rola w zapładnianiu kwiatów 306, 316, 329, 342
Leptosiphon androsaceus 304, 324
Leschenaultia formosa 301
 Leszczyna 321
 Lędźwian szerokolistny 350
Liliaceae 305
 bezpłodność w stosunku do własnego pyłku 276
 Lilie wodne 321
Lilium auratum 283
Limnanthes 11, 14, 273, 274
douglasii 118—119, 303, 316, 326
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 244
 nasiona 268
 przewaga obcego pyłku 326
 torebki 262
 wyniki pomiarów 118—119, 199
 wysoka samopłodność 303
Linaceae 303
Linaria 7, 273, 343, 345, 346
cymbalaria 317, 345, 347
vulgaris 6, 49, 69—70

- nasiona 267
 samobezpłodność 300
 wyniki pomiarów 197
 Lindley, o *Fumariaceae* 297
 Link, o podplatkowych miodnikach u *Chironia decussata* 330
 Linneusz, o *Phaseolus vulgaris* i *Ph. multiflorus* 124
 Linum 152
 grandiflorum, zapłodnienie u form krótko- i długosłupkowych 284—285
 usitatissimum 303
 Lipa 330
 Lnica 7
 Loasaceae 138
 Lobelia 143, 287
 erinus 144, 331, 345, 351
 wpływ usuwania płatków korony na odwiedzanie kwiatów przez pszczoły 342—343
 wydzielanie nektaru 331
 fulgens 145—148, 200, 273, 346
 bezpłodność 301
 kwitnienie, równoczesne roślin krzyżowanych i samozapłodnianych 245
 wcześniejsze roślin samozapłodnianych 242, 245
 nasiona 269
 protandria 145
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapłodnianiem 229
 wyniki pomiarów 146—148, 200
 ramosa 143—145
 budowa kwiatu 143
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 244, 246
 nasiona 144, 200, 271
 odmiana Snow-flake 143
 protandria 143
 samobezpłodność 300
 wyniki pomiarów 144—145, 200
 tenuior 143
 Lobeliaceae 300, 305
 Loiseleur-Deslongchamp, o ziarnach zbóż 293
 Lolium *perenne* 311
 Lotus *corniculatus* 298
 Lubbock J., o krzyżowym zapłodnieniu kwiatów 4
 o rozróżnianiu barwy przez pszczoły 308
 o *Viola tricolor* 99
 o wysysaniu nektaru przez owady 340
 Lupinus 119, 136
 luteus 119—121, 326
 budowa kwiatu 119
 kwitnienie wcześniejsze roślin samozapłodnianych 245—246
 nasiona 262, 120
 przewaga obcego pyłku 399
 samopłodność 303
 wyniki pomiarów 120, 121, 199
 pilosus 121
 samopłodność 303
 wyniki pomiarów 199
 Lwia paszcza 310
 Lychnis *dioica* 337, 341
 Lythraceae 299

L

 Łubin, odmiany ogrodowe 121

M

 MacArthur W., o *Erythrina* 298
 Macnab, o wpływie pyłku z pręcików o różnej długości na potomstwo 247—248
 Mahonia *aquifolium* 324
 repens 324
 Mak 86, 308
 Malpighiaceae 332
 Malvaceae 5, 113—114, 296
 Maple, patrz: *Pisum sativum*, odmiana
 Maranthaceae 301, 305
 Marcgravia 306
 Marcgraviaceae 332
 Marchew 139
 Marck, o siewkach z nasion różnej wielkości 293
 Marshall W. C., o roli ciem w zapłodnieniu storczyków 312
 Martinet, o nektarze jako wydzielinie 329
 Masters M., o krzyżowym zapłodnieniu u *Pisum sativum* 131
 o *Lathyrus odoratus* 125, 126

- o przenoszeniu pyłku kapusty na duże odległości 312
- o rosie miodowej wydzielanej przez liście 330
- Maxillaria* 275
- Mechanizm zapłodnienia u roślin
 - u *Canna warszewiczii* 188
 - u *Ipomoea* 21
 - u szalwii 3
- Medicago lupulina* 304
- Meehan, o *Claytonia virginica* i *Ranunculus bulbosus* 143
 - o roli ciem w zapłodnieniu *Petunia violacea* 154
- Megachile willughbiella* 126
- Melastomaceae* 301, 329
 - wpływ pyłku z pręcików o różnej długości na potomstwo 248
- Meligethes* 342
- Melilotus officinalis* 298
- Mercurialis annua* 342
- Mieszkańce międzygatunkowe 46, 180
 - tendencja powrotu do form rodzicielskich 313
- Miller, o powinowactwie chemicznym 371
- Mimulus* 63, 69, 75, 91, 113, 127, 196, 216, 222, 223, 226, 235, 239, 318, 319, 343, 348, 369
 - luteus* 49—64, 326
 - jednolitość barwy kwiatów roślin samozapładnianych 254, 255, 257
 - krzyżowanie kwiatów jednej rośliny 60—61, 250
 - krzyżowanie z nowym rodem 56—60
 - kwitnienie, równoczesne roślin krzyżowanych i samozapładnianych 245, 246
 - wcześniejsze kwiatów zapłodnionych własnym pyłkiem 247
 - wcześniejsze roślin krzyżowanych 243
 - nasiona 260, 265, 267, 270
 - pojawienie się odmiany białej 52—56
 - porównanie roślin krzyżowanych i samozapładnianych 50—56
 - porównanie wysokości, ciężaru i płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych 203—204
 - przewaga obcego pyłku 322
 - przewaga roślin krzyżowanych 239—240, 241
 - var. *Youngiana* 49
 - wpływ krzyżowania 7
 - wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 218—220
 - wyniki pomiarów 54—61, 197
 - wysoka samopłodność 288, 304
 - roseus*, budowa kwiatów i rola pszczoł w zapłodnieniu 49—50
 - Mimus*, rola w zapładnianiu kwiatów *Cassia* 306
 - Miner, o nieodwiedzaniu koniczyny czerwonej przez pszczoły w Stanach Zjednoczonych 299
 - Miodowa rosa 330
 - Mirabilis* 18, 350
 - ilość ziarn pyłku niezbędna do zapłodnienia 311
 - otrzymanie karłowatych roślin przy użyciu zbyt małej ilości pyłku 248
 - Mitchell, o małżeństwach między bliskimi krewnymi 374
 - Monochaetum ensiferum* 301
 - Moore, o cynerariach 279
 - Motyle, rola w zapładnianiu kwiatów 4, 309
 - Motylkowe kwiaty 317
 - Motylkowe rośliny 315
 - Mrówki 330, 331, 332
 - Mszyce 330
 - Muchówki 341
 - Muchy, rola w zapładnianiu kwiatów 100, 139, 332
 - Munro, o samobezpłodności u *Oncidium* i *Maxillaria* 275
 - Muscari* 307
 - Mustel, o marchwi 139
 - Müller F., o *Abutilon darwinii* 277
 - o bezpłodności *Eschscholtzia californica* 276, 283
 - o bezpłodności storczyków oraz *Bignonia* i *Tabernaemontana echinata* w ich ojczyźnie 275—276, 282—283
 - o ciążkach odżywczych u *Cecropia* 332

- o doświadczeniach nad mieszańcami międzygatunkowymi *Abutilon* i *Bignonia* 253—254
 - o doświadczeniach nad samozapłodnieniem *Bignonia*, *Tabernaemontana*, *Oncidium* i *Abutilon* 282—283
 - o gruczołach na kielichach *Malpighiaceae* 332
 - o krzyżowym zapłodnieniu za pośrednictwem ptaków 306
 - o mechanizmach zapładniania 4
 - o niedorozwoju samic i samców termittów 314
 - o niedostatecznym przerastaniu łagiewek przez znamiona u *Eschscholtzia* 284
 - o *Oncidium* 283
 - o *Posoqueria fragrans* 3, 322
 - o *Pteris aquilina* 331
 - o roślinach samobezpłodnych 282—283
 - Müller H., o *Apium petroselinum* 139
 - o *Borago officinalis* 151
 - o budowie kwiatów *Delphinium consolida* 104
 - o budowie kwiatów *Lupinus luteus* 119
 - o budowie kwiatów *Pisum sativum* 130
 - o budowie kwiatów roślin nizinnych i alpejskich 309
 - o bystrości wzroku i zdolności rozpoznawczej pszczoł 345
 - o *Calceolaria* 69
 - o *Digitalis purpurea* 65
 - o dwupostaciowości u roślin 3
 - o kapuście pospolitej 78
 - o *Lamium album* 320
 - o *Linaria vulgaris* 70
 - o niewydzielaniu nektaru przez kwiaty *Sarothamnus scoparius* 133
 - o odwiedzaniu kwiatów *Rhinanthus alectorolophus* przez *Bombus mastrucatus* 352
 - o odwiedzaniu *Fumaria officinalis* przez owady 302
 - o odwiedzaniu koniczyny czerwonej przez pszczoły 299
 - o odwiedzaniu przez pszczoły kwiatów jednego gatunku i przyczynach tego zjawiska 341, 343
 - o odwiedzaniu *Solanum* przez owady 319
 - o *Origanum vulgare* 74—75
 - o *Papaver dubium* 86
 - o przedziurawianiu przez pszczoły koron *Erica tetralix* 349
 - o przegryzaniu przez trzmiele koron *Primula elatior* i *Aquilegia* 349
 - o przystosowaniach roślin do różnych sposobów zapłodnienia 314
 - o roli owadów w zapładnianiu kwiatów 4—6
 - o roślinach wiatropylnych 328
 - o *Verbascum nigrum* 70
 - o *Viola tricolor* 99, 100
 - o wydzielaniu nektaru 332
 - o wysysaniu nektaru przez pszczoły 340
 - o zapłodnieniu u *Plantago* 329
 - o wpływie wielkości i widoczności kwiatów na odwiedzanie ich przez owady 315, 316, 317
 - Myosotis* 16, 308
 - silvatica* 341
 - Myrmica* 331
 - Myrtaceae* 338
- N
- Naparstnica 310
 - Nasiona, ciężar i kielkowanie u roślin krzyżowanych i samozapładnianych 291—292
 - Naudin, o ilości pyłku niezbędnej do zapłodnienia 18
 - o *Petunia violacea* 154
 - Nägeli, o rozdzielności u roślin 335
 - o znaczeniu zapachu kwiatów w przyciąganiu owadów 308
 - Nectarinidae*, rola w zapładnianiu *Streptit-zia* 306
 - Nektar 329, 330, 331
 - Nemophila* 264, 318, 324
 - insignis* 149—151, 347
 - krzyżowanie i samozapładnianie 252
 - kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 244
 - nasiona 149—150, 269, 292
 - torebki 150, 262
 - wyniki pomiarów 149—150, 200
 - Nepeta glechoma* 341

- Newport, o szkodliwości nadmiaru płynu nasiennego 18
- Nicotiana* 218, 225, 235, 273, 289, 318, 319
- glutinosa* 172
- powinowactwo płciowe 172
- tabacum*, krzyżowanie z nowym rodem 173
- kwitnienie, równoczesne roślin krzyżowanych i samozapładnianych 245, 246
- wcześniejsze roślin krzyżowanych 244
- wcześniejsze roślin samozapładnianych 245
- nasiona 269, 271
- porównanie wysokości, ciężaru i płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych 210—211
- przewaga roślin krzyżowanych nad samozapładnianymi 240, 241
- samopłodność 172, 289, 304
- wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 223—224, 233—234
- wyniki pomiarów 168—172, 174—176
- Nieprawowite zapłodnienie, patrz: Zapłodnienie
- Noctuae* 316
- Nolana* 273
- prostrata* 152—153
- nasiona 152, 267, 269
- porównanie roślin krzyżowanych i samozapładnianych 232
- samopłodność 304
- wyniki pomiarów 152—153, 201
- Nolanaceae* 152—153, 304
- Notylia* 284
- Nymphaea* 302, 317
- Nymphaeaceae* 296, 302
- O**
- Oberżyna 319
- Obupłciowość u roślin 15, 295, 313
- Oenothera* 343, 344, 347
- Ogle, o *Antirrhinum majus* 300
- o *Digitalis purpurea* 64
- o *Gesneria* 73
- o *Phaseolus multiflorus* 122, 298, 352
- o *Pisum sativum* 130
- o przedziurawianiu płatków korony przez owady 349, 352
- Onagraceae* 137—138
- Oncidium* 274, 275
- Ononis* 119
- minutissima* 9, 135—136, 137, 319
- kwiaty kleistogamiczne 135
- nasiona 135, 268
- samopłodność 135, 303
- wyniki pomiarów 136, 200
- Ophrys apifera* 290, 305, 318, 333, 357
- muscifera* 316, 333
- Orchidaceae* 284, 305
- Orchideae* 301, 305, 310
- Origanum* 19, 116
- vulgare* 49, 74—76, 274
- budowa kwiatów 74—75
- krzyżowanie roślin pochodzących z rozmnażania bezpłciowego 75, 250—251
- kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 243
- wyniki pomiarów 76, 198
- Orlica pospolita 331
- Orzech włoski 321
- Osy, odwiedzanie kwiatów *Epipactis latifolia* 310, 331
- Owadopylność 328, 329, 332, 335
- Owady, przedziurawianie płatków korony 348—354
- reakcja na usuwanie płatków korony 343—344
- rola w zapładnianiu kwiatów 3—6, 8, 21, 43, 64, 65, 92, 94, 100, 104, 107, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 130, 132, 133, 137, 139, 142, 144, 151, 152, 154, 155, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 306, 308, 310, 316, 317, 319, 320, 323, 329, 331, 332, 340—354
- rozpoznawanie kwiatów sztucznych 308, 309
- P**
- Painted Lady, patrz: *Lathyrus odoratus*, odmiana
- Palka 333
- Papaver* 274, 283, 317, 341

- alpinum* 276, 297
argemonoides 302
bracteatum 86
dubium 86—87
 budowa kwiatu 86
orientale 86
rhoeas 86
 budowa kwiatu 86
 samopłodność 86
somniferum 86, 276, 293, 302
vagum 9, 86—87, 198, 276, 302
 nasiona 86, 297
 porównanie płodności roślin krzyżowa-
 nych i samozapładnianych 261
 przewaga obcego pyłku 326
 wyniki pomiarów 87
Papaveraceae 86—93, 297, 302
Papilionaceae 310
 Paprocie 329, 337
Passiflora 275, 283, 330, 331
 alata 275, 285, 296
 coerulea 296
 edulis 296
 gracilis 139
 nasiona 139, 268
 omówienie wyników doświadczeń nad
 krzyżowaniem i samozapładnianiem 231
 samobezpłodność 139, 301
 wyniki pomiarów 139, 200
 laurifolia 296
 quadrangularis 296
 racemosa 296
Passifloraceae 139, 296, 301
Pedicularis silvatica 345
Pelargonium 248, 308
 zonale 115—117
 krzyżowanie osobników pochodzących
 z rozmnażania bezpłciowego 115, 250,
 251
 kwiaty peloryczne 308
 odmiana Christine 115
 protandria 115
 wyniki pomiarów 116, 199
 wysoka bezpłodność 297
 Peloryczne kwiaty, u *Antirrhinum majus* 300
 u *Pelargonium* 308
Penstemon 354
 argutus 353
 przeziurawianie płatków korony przez
 owady 348, 350
Petroselinum sativum, patrz: *Apium petro-*
selinum
Petunia 11, 82, 168, 214, 216, 225—226,
 263, 266, 308, 369
violacea 154—167
 ciężar roślin 202
 jednolitość barwy kwiatów roślin samo-
 zapładnianych 167, 254, 256—257
 krzyżowanie z nowym rodem 154,
 161—165
 kwitnienie, wcześniejsze roślin krzyżo-
 wanych 244
 wcześniejsze roślin samozapładnia-
 nych 245
 nasiona 161, 262—263, 265, 269, 271
 odmiana o brudnopurpurowych kwia-
 tach 154, 167
 płodność 165—166
 porównanie roślin krzyżowanych i sa-
 mozapładnianych 154—161, 208—210,
 241, 242
 samobezpłodność 299
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem
 i samozapładnianiem 222—223, 230
 wyniki pomiarów 155—166, 200—201
Phalaris canariensis 154, 193
 ciężar roślin krzyżowanych i samozapład-
 nianych 202
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowa-
 nych 244
 wyniki pomiarów 193, 194
Phaseolus 119
 coccineus 122
 hybridus 123
 multiflorus 122—124, 352, 354
 bezpłodność częściowa przy braku do-
 stępu owadów 136, 298
 budowa kwiatu 122
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowa-
 nych 244, 246
 nasiona 262
 przeziurawianie płatków korony przez

- trzmielce 351, 354
 porównanie roślin krzyżowanych i samozapładnianych 231
 Scarlet-runner 122
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 231
 wyniki pomiarów 123—124, 199
vulgaris 123, 124, 199
 odmiana Canterbury 124
 Fulmier's Forcing Bean 124
 samopłodność 124, 136, 303
Phlox 307
 Pierwiosnka 180, 325
 chińska 184
 Pietruszka 139
Pisum 119
sativum 130—132, 233, 319
 budowa kwiatu 130
 odmiana Early Emperor 131
 Maple 132
 Purple-podgled 132
 odmiany Andrzeja Knighta 130, 213
 Laxtona 132, 253
 krzyżowanie samorzutne przypadkowe 137
 porównanie wysokości, ciężaru i płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych 207
 samopłodność 130, 303, 317, 318
 samozapłodnienie 130, 131
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapłodnieniem 221—222, 232
 wyniki pomiarów 131—132, 199
Plantago 329
lanceolata 311
 Plateau, o rozpoznawaniu kwiatów sztucznych przez owady 309
Pleroma 301
Plusia 100
Poinsettia 307
Polemoniaceae 149—151, 304
Polyanthus 325, 346
Polygala vulgaris 345
Polygonaceae 154
Polygoneae 186
 Pomarańcze, samorzutne krzyżowanie się 324
 Pomidory 319
 Porzeczka 352
Posoqueria fragrans 322
Potentilla tormentilla 341
Poterium sanguisorba 334
 Potts, o *Anthornis melanura* 307
 Powinowactwo płciowe, u *Nicotiana* 172
 u zwierząt domowych 172
 Powój 21
 Pręciki, wpływ pyłku z pręcików o różnej długości na potomstwo 248
 Prawowite zapłodnienie, patrz: Zapłodnienie
Primula 152, 180, 186, 216, 234, 263, 274, 308
elatior 345, 349
grandiflora 312
heterostylia 180, 182
mollis 304
officinalis 312
scotica 299
sinensis 184—186, 290
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 244, 246
 wyniki doświadczeń nad roślinami krzyżowanymi i samozapładnianymi 233
 wyniki pomiarów 186, 201
veris var. *officinalis* 154, 180—184, 185, 341
 krzyżowanie z nowym rodem 154, 182—184
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 244
 nasiona 263
 odmiana długo- i krótkosłupkowa 180—182, 224
 odmiana równosłupkowa o kwiatach czerwonych 182—184, 224—225, 325
 porównanie wysokości, ciężaru i płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych 212—213
 przewaga pyłku innej odmiany 325
 samopłodność 290—291
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapładnianiem 224, 225
 wyniki pomiarów 181, 182—184

zapłodnienie prawowite i nieprawowite
224—225, 290—291

Primulaceae 154, 176, 180, 264, 299, 300, 304

Pringlea 334

Protandria 1, 321

- u *Apium petroselinum* 139
- u *Borago officinalis* 151
- u *Campanula carpathica* 142
- u *Delphinium consolida* 104
- u *Dianthus caryophyllus* 107
- u *Digitalis* 64—65
- u *Lobelia fulgens* 145
- u *Lobelia ramosa* 143
- u *Pelargonium zonale* 115
- u *Scabiosa atropurpurea* 140
- u *Tropaeolum minus* 117

Proteaceae 338

Protogynia 1, 321

Prunus avium 330

- laurocerasus* 331, 346

Przyłżeńce, rola w zapładnianiu kwiatów 8, 100, 107, 122

Pszczółowate, rola w zapładnianiu kwiatów

Digitalis 64—65, 130, 131

Pszczóły, rola w zapładnianiu kwiatów 3, 8, 92, 94, 100, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 130, 132, 133, 137, 151, 152, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 306, 308, 317, 320, 323, 331, 332, 340—354

bystrość wzroku i zdolność rozpoznawcza 345

inteligencja 349—351

odwiedzanie kwiatów jednego gatunku 340—341, 344—345

pamięć 346

poszukiwanie nektaru 345—346

pracowitość 347—348

przewidywanie płatków korony 348—354

reakcja na zapach pewnych kwiatów 346

rozróżnianie barw 308, 344—345

Pszemica 305

Ptaki, rola w zapładnianiu kwiatów 278, 306, 307

Pteris aquilina 331

Purple, patrz: *Lathyrus odoratus*, odmiana

Purple-podded, patrz: *Pisum sativum*, odmiana

Pylek, bezpłodność roślin w stosunku do własnego pyłku 275—276

ilość niezbędna do zapłodnienia 18, 311, 312

ilości wytwarzane przez jeden kwiat *Leontodon* 311

- przez *Lolium perenne* 311
- przez *Geum urbanum* 311
- przez *Plantago lanceolata* 311
- przez pszenicę jarą 311
- przez *Scirpus lacustris* 311
- przez *Typha* 311
- przez rośliny wiatropylne 311
- przez *Wistaria sinensis* 311

jako przynęta dla owadów 329

płodność u *Ipomoea purpurea* 46—47

porównanie płodności kwiatów zapłodnionych własnym i obcym pyłkiem 266—275

przenoszenie z kwiatu na kwiat 312, 313

przenoszenie przez wiatr i wodę 307, 314, 333, 338

przewaga obcego pyłku 299, 322—327

samobezpłodność u *Reseda odorata* 279—282

unoszenie się na duże wysokości 333

wpływ pyłku z pręcików o różnej długości na potomstwo 247—248

Q

Quatrefages, o szkodliwości nadmiaru płynu nasiennego 18

R

Rabarbar 324, 329

Ragged Jack, patrz: *Brassica oleracea*, odmiana

Ranunculaceae 103—105, 302, 349

Ranunculus acris 302

- arvensis* 341
- bulbosus* 143, 341

- Raphanus sativus* 301, 323
 Reinke, o gruczołach wydzielających nektar u *Prunus avium* 330
Reseda 263
 lutea 11, 93—96, 289, 296, 326
 bezpłodność częściowa 296
 ciężar roślin 202
 samobezpłodność 282, 302
 wyniki pomiarów 94—95, 198
 odorata 94, 96—99, 273—274, 282, 287, 289, 296, 302, 326
 bezpłodność 296
 ciężar roślin 202
 porównanie płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych 261
 samopłodność 302
 torebki 261
 wyniki doświadczeń nad samozapładnianiem 279—282
 wyniki pomiarów 96—99, 198—199
 przewaga roślin krzyżowanych nad samozapładnianymi 242
Resedaceae 93—99, 296, 302
 Ręwersja częściowa, u *Lathyrus odoratus* 125
 Rezeda, samopłodność i samobezpłodność 279—282
Rheum rhaponticum 329
Rhexia glandulosa 301
Rhinanthus alecterolophus 352
Rhingia rostrata 100, 341
Rhododendron 308
 azaloides 352
 samorzutne krzyżowanie się 324
Ribes aureum, przedziurawianie kwiatów przez wilgi 352
 Riley, o przenoszeniu pyłku przez wiatr 333
 o *Yucca* 342
 Rimpan, o samobezpłodności żyta 283
 o samopłodności pszenicy 305
 Rodgers, o wydzielaniu się nektaru u *Vanilla* 330
 Rogoża 333
Rosaceae 334
 Rozdzielnopłciowość, u roślin 1, 5, 183, 295, 296, 335, 337
 u zwierząt 6, 183, 337
 Rozmnażanie bezpłciowe 6
 Różanecznik, wpływ pyłku z pręcików o różnej długości na potomstwo 247—248
Rubiaceae 3, 305
 Rzodkiewka 323
- S**
- Salvia* 273, 354
 coccinea 49, 73—74, 350
 budowa kwiatu 316
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 243
 nasiona 267, 291
 płodność roślin krzyżowanych i samozapładnianych 260
 samobezpłodność 300
 wyniki pomiarów 74, 198
 glutinosa 348
 grahami 348, 350, 353
 tenori 300
Salviae 306
 Sałata 141
 Samobezpłodność 136, 139, 275—288, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 304, 324
 przyczyny 285—288
 szerokie rozpowszechnienie wśród roślin 282—283
 wpływ zmieniających się warunków 286—288
 zróżnicowanie w obrębie gatunków i rodzajów 284—285
 Samopłodne odmiany, pojawianie się 288—294
 Samopłodność 86, 124, 130, 135, 136, 139, 142, 172, 276, 278, 279—282, 283, 285, 288, 289, 290—291, 296, 299, 301, 302, 303, 304, 305, 317, 318
 Samozapłodnienie, sztuczne u *Eschscholtzia* 276—278
 urządzenia sprzyjające 295, 315
 urządzenia zapobiegające 315, 321, 322
 wpływ doboru naturalnego 286—287
Sarothamnus 119, 137, 318
 scoparius 132—135
 budowa kwiatu 132—133

- nasiona 133, 268, 292
 przewaga siewek krzyżowanych 238, 241
 samobezpłodność 298
 wyniki pomiarów 134—135, 199, 200
Saxifraga 359
Scabiosa atro-purpurea 140
 protandria 140
 wyniki pomiarów 140, 200
 Scarlet, patrz: *Lathyrus odoratus*, odmiana
 Schübler, o barwach i zapachu kwiatów 309
Scirpus lacustris 311
 Scott J., o bezpłodności u *Verbascum* 275
 o *Cortusa matthioli* 299
 o *Oncidium* i *Maxillaria* 275
 o małych nasionach u *Papaver* 293
 o *Papaver somniferum* 86
 o *Primula mollis* 304
 o *Primula scotica* 299
Scrophularia aquatica 346
 nodosa 346
Scrophulariaceae 49, 300, 304
Selaginella 337
Senecio 274, 282
 cruentus, samobezpłodność 278—279, 301
 heritieri 279
 maderensis 279
 populifolius 279
 tussilaginis 279
 Smith, o *Euryale amazonica* 296
 Snow-flake, patrz: *Lobelia ramosa*, odmiana
Solanaceae 154, 299, 304
Solanum tuberosum 299, 319
 Spallanzani, o szkodliwości nadmiaru płynu
 nasiennego 18
Specularia perfoliata 142
 kleistogamiczne kwiaty 142
 samopłodność 142
speculum, kwitnienie wcześniejsze roślin
 krzyżowanych 244, 246
 nasiona 142—143, 269, 292
 rośliny krzyżowane i samozapładniane
 230—231
 samopłodność 305
 wyniki pomiarów 142—143, 200
 Spencer H., o powinowactwie chemicznym
 371
Sphinx 126, 154
 convolvuli, rola w zapładnianiu kwiatów
 154
Spiranthes autumnalis 322, 344
 Sprengel C. K., o *Aristolochia* 341—342
 o *Aconitum napellus* 349
 o roli barwy kwiatów w przyciąganiu owa-
 dów 307, 308
 o roli owadów w zapładnianiu kwiatów
 370
 o *Salvia coccinea* 73
 o samobezpłodności 3, 4, 5
 o *Tropaeolum minus* 117
 o *Viola tricolor* 99
Stachys coccinea 348, 350, 353
Stellaria holostea 341
 media 303
 Storczyki 3, 4, 5, 283, 284, 290, 305, 321,
 322, 330, 332
 nektar 332
 Strachey, o przedziurawianiu kwiatów przez
 owady w Himalajach 353
Strelitzia, zapłodnienie za pośrednictwem
 Nectarinidae 306
 Swale, o nieodwiedzaniu ogrodowych od-
 mian łubinu przez pszczoły w Nowej
 Zelandii 121
Symphoricarpos racemosa 346, 347
Synaphea 338
Syrphidae 304
 Szałwia, mechanizm zapłodnienia 3
 Szparag 317

T

- Tabernaemontana* 274, 282
 echinata 276, 299
 bezpłodność w stosunku do własnego
 pyłku 276, 299
Tacsonia 306
 Termity, niedorozwój płciowy samców i sa-
 mic 314
Tinea 342
Thrips, rola w zapładnianiu kwiatów 100,
 107, 341
Thunbergia 234
 alata 49, 76—77, 276

- wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapłodnieniem 231
wyniki pomiarów 198
Treviranus, o nektarze u *Carduus arctioides* 330
Tinzmann, o *Solanum tuberosum* 299, 319
Trifolium 317, 345
 arvense 303, 304, 317
 fragiferum 341
 incarnatum 299
 minus 304
 pratense 298, 299, 348, 352, 354
 procumbens 304, 317
 repens 298, 341
Trimorfizm 1, 182, 295, 321
Tritoma 346, 349
Trochilidae 306
Trollius 324
Tropaeolum minus 117—118, 315
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowanych 244
 nasiona 117—118, 262, 268, 292
 protandria 117
 wyniki pomiarów 117—118, 199
 tricolorum 349
 nasiona 268
Trójpostaciowość, patrz: Trimorfizm
Truskawki 324
Trzmiela, rola w zapłodnieniu kwiatów 21, 43, 64—65, 94, 100, 104, 107, 122, 126, 144, 154, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 304, 317, 319, 320, 340—354
 inteligencja 349
 liczba odwiedzanych kwiatów 347—348
 przedziurawianie płatków korony 348—354
 rozpoznawanie odmian jednego gatunku 341
 rozpoznawanie różnych wskaźników przy odwiedzaniu kwiatów 344—345
 szybkość lotu 347
Tulipany 324
Tymianek 343
Typha 311, 333
Tytoń 167—176
- U**
- Ubiorek 26
Umbelliferae 139—140, 248, 305
Urban I., o zapłodnieniu u *Medicago lupulina* 304
- V**
- Vandae* 283
Vandellia 234, 237, 264, 319
 nummularifolia 49, 71—72, 326
 ciężar roślin 202
 nasiona 260, 267
 samopłodność 304
 wyniki doświadczeń nad krzyżowaniem i samozapłodnieniem 232
 wyniki pomiarów 197—198
Vanilla, wydzielanie nektaru 330
Verbascum lychnitis 70, 304
 samopłodność 283
 nigrum 70, 275, 283, 300
 phoeniceum 275, 283, 300
 thapsus 49, 70—71, 317, 326
 samopłodność 283, 304, 317
 wyniki pomiarów 71, 197
Verlot, o *Convolvulus tricolor* 43
 o *Leptosiphon* 324
 o samorzutnym krzyżowaniu u *Nemophila* 149
Veronica agrestis 304
 chamaedrys 304, 341
 hederifolia 304, 341
Vicia, budowa kwiatu 126, 317
 faba 298, 331
 hirsuta 303, 317
 sativa 303, 331, 345
 sepium 341
Victoria regia 302
Villarsia parnassifolia 321
Villiers, o *Phaseolus coccineus hybridus* 123
Vilmorin, o przekazywaniu cech potomstwu 367
Vinca major 299
 rosea 299
Viola 11, 19, 263, 264, 319
 canina 296, 319
 tricolor 99—103, 151, 318, 341, 345, 346

bezpłodność częściowa 296
 budowa kwiatu 99—100
 forma o dużych kwiatach 100—101
 kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżo-
 wanych 243, 247
 nasiona 102, 261, 270
 papille, czynnik przyciągający owady
 100
 przewaga roślin krzyżowanych 238, 241,
 252
 wpływ usuwania płatków korony na
 odwiedzanie kwiatów przez owady 344
 wyniki pomiarów 101, 103, 199
Violaceae 99—103, 296
Viscaria 273
oculata 105—107, 199, 326
 kwitnienie równoczesne roślin krzyżo-
 wanych i samozapładnianych 245
 nasiona 105—106, 268
 porównanie wysokości roślin krzyżowa-
 nych i samozapładnianych 230
 torebki 261
 samopłodność 303
 wyniki pomiarów 106—107
Volucella plumosa, rola w zapładnianiu
 kwiatów 341

W

Wallace, o przenoszeniu pyłku przez *Anthor-
 nis melanura* 306, 307
 Wiatropylność, patrz: Anemofilia
 Wilder, o bezpłodności pewnych gatunków
 w stosunku do własnego pyłku 283
 Wilga, przedziurawianie kwiatów *Ribes* 352
 Wilson A. J., porównanie siewek krzyżowa-
 nych i samozapładnianych u *Brassica
 campestris ruta бага* 292
 o rozmiarach ziarn pyłku 311
 o samopłodnej pszenicy 305
Wistaria sinensis 311, 349
 Wrzos 344, 347

Y

Yucca 342

Z

Zapłodnienie, czynniki ułatwiające lub za-
 pobiegające zapłodnieniu pyłkiem innej

rośliny 1—8, 295, 305, 313, 314, 320,
 322, 328, 329
 krzyżowe, sposoby 1—8, 295, 306—315,
 317, 318, 321
 mechanizm 4
 nieprawowite 180, 290—291
 prawowite 180, 290—291
 przewaga obcego pyłku 295, 312, 313,
 320, 322—327
 przystosowanie kwiatów do różnych ro-
 dzajów owadów zapylających 309, 310
 sposoby 295—339
 sztuczne zapobieganie 296, 297, 298, 299,
 300
 urządzenia sprzyjające samozapłodnieniu
 295, 315
 urządzenia uniemożliwiające samozapład-
 nianie 321, 322
 za pośrednictwem kolibrów 278, 306, 307
 za pośrednictwem owadów 295, 298, 299,
 300—304, 305, 306, 308, 309, 310, 311,
 312, 313
 za pośrednictwem wiatru 191, 295, 305,
 311, 314, 315, 328, 339
 znaczenie ilości pyłku 311

Zawilec 324

Zboża, wpływ wielkości ziarna na dorodność
 roślin 293

Ziemniak 319

Zea mays 11, 12, 154, 191—193, 305

kwitnienie wcześniejsze roślin krzyżowa-
 nych 244

porównanie wysokości roślin krzyżowa-
 nych i samozapładnianych 240

przewaga obcego pyłku 326

samopłodność 305

wyniki pomiarów 12, 13, 14, 192, 201—
 202

Z

Zarnowiec miotlasty 132—133

Zyto, liczba ziarn pyłku w jednym kwiecie
 311

wpływ wilgotności na pylenie 310

T R E Ś Ć

Rozdział I. Uwagi wstępne 1

Różne środki ułatwiające lub umożliwiające krzyżowe zapłodnienie roślin — Korzyści wynikające z krzyżowego zapłodnienia — Samozapłodnienie sprzyja rozprzestrzenianiu się gatunku — Krótki rys historyczny tego problemu — Obiekt i metoda doświadczeń — Wartość statystyczna pomiarów — Doświadczenia obejmujące kilka kolejnych pokoleń — Istota pokrewieństwa roślin w dalszych pokoleniach — Jednolitość warunków działających na rośliny — Pozorne oraz rzeczywiste źródła błędu — Ilość pyłku, jaką zapyłano rośliny — Plan pracy — Doniosłość wniosków.

Rozdział II. *Convolvulaceae* 21

Ipomoea purpurea, porównanie wysokości i płodności roślin krzyżowanych i samozapładnianych w ciągu dziesięciu kolejnych pokoleń — Silniejsza konstytucja roślin krzyżowanych — Wpływ, jaki wywiera na potomstwo krzyżowanie różnych kwiatów na tej samej roślinie zamiast krzyżowania odrębnych osobników — Wpływ krzyżowania z nowym rodem — Potomstwo rośliny samozapładnianej, zwanej Hero — Zestawienie danych dotyczących wzrostu, bujności i płodności kolejnych pokoleń roślin krzyżowanych i samozapładnianych — Mała ilość pyłku w pylnikach roślin samozapładnianych w dalszych pokoleniach oraz bezpłodność pierwszych ich kwiatów — Jednolita barwa kwiatów wytwarzanych przez rośliny samozapładniane — Korzyści wynikające z krzyżowania dwóch różnych roślin zależne są od różnic w ich konstytucji.

Rozdział III. *Scrophulariaceae*, *Gesneriaceae*, *Labiatae* itd. 49

Mimulus luteus; wysokość, bujność i płodność pierwszych czterech pokoleń roślin krzyżowanych i samozapładnianych — Otrzymanie nowej, wysokiej i w dużym stopniu samopłodnej odmiany — Potomstwo krzyżówki między samozapładnianymi roślinami — Wyniki krzyżowania z nowym rodem — Wyniki krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie — Streszczenie wyników prac nad *Mimulus luteus* — *Digitalis purpurea*, przewaga roślin krzyżowanych — Wyniki krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie — *Calceolaria* — *Linaria vulgaris* — *Verbascum thapsus* — *Vandellia nummularifolia* — Kwiaty kleistogamiczne — *Gesneria pendulina* — *Salvia coccinea* — *Origanum vulgare*, silne rozrastanie się za pomocą kłączy roślin krzyżowanych — *Thunbergia alata*.

Rozdział IV. *Cruciferae*, *Papaveraceae*, *Resedaceae* itd. 78

Brassica oleracea, rośliny krzyżowane i samozapładniane — Duży wpływ krzyżowania z nowym rodem na ciężar potomstwa — *Iberis umbellata* —

Papaver vagum — *Eschscholtzia californica*, siewki pochodzące ze skrzyżowania z nowym rodem nie są silniejsze, lecz bardziej płodne niż siewki samozapłodniane — *Reseda lutea* i *R. odorata*, wiele osobników bezpłodnych przy samozapłodnieniu — *Viola tricolor*, zadziwiające wyniki krzyżowania — *Adonis aestivalis* — *Delphinium consolida* — *Viscaria oculata*, rośliny krzyżowane zaledwie nieco wyższe niż samozapłodniane, lecz od nich płodniejsze — *Dianthus caryophyllus*, porównanie czterech pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych — Duży wpływ krzyżowania z nowym rodem — Jednolite zabarwienie kwiatów u roślin samozapłodnianych — *Hibiscus africanus*.

Rozdział V. *Geraniaceae*, *Leguminosae*, *Onagraceae* i inne 115

Pelargonium zonale, krzyżowanie roślin rozmnażanych przez sadzonkowanie nie daje żadnych korzyści — *Tropaeolum minus* — *Limnanthes douglasii* — *Lupinus luteus* i *L. pilosus* — *Phaseolus multiflorus* i *Ph. vulgaris* — *Lathyrus odoratus*, jego odmiany w Anglii nigdy nie krzyżują się samorzutnie — *Pisum sativum*, jego odmiany rzadko krzyżują się między sobą, lecz krzyżowanie jest bardzo korzystne — *Ononis minutissima*, jej kleistogamiczne kwiaty — Streszczenie dotyczące *Leguminosae* — *Clarkia elegans* — *Dartonia aurea* — *Passiflora gracilis* — *Apium petroselinum* — *Scabiosa atropurpurea* — *Lactuca sativa* — *Specularia perfoliata* — *Lobelia ramosa*, przewaga mieszańców w ciągu dwu pokoleń — *Lobelia fulgens* — *Nemophila insignis*, duża przewaga mieszańców — *Borago officinalis* — *Nolana prostrata*.

Rozdział VI. *Solanaceae*, *Primulaceae*, *Poligonaceae* itd. 154

Petunia violacea, porównanie czterech pokoleń roślin krzyżowanych i samozapłodnianych — Skutki krzyżowania z nowym rodem — Jednakowa barwa kwiatów w czwartym pokoleniu roślin samozapłodnianych — Krzyżowanie z odrębną pododmianą wywiera ogromny wpływ na wysokość, ale nie na płodność potomstwa — *Cyclamen persicum*, rośliny krzyżowane znacznie przewyższają rośliny samozapłodniane — *Anagallis collina* — *Primula veris* — Znaczne zwiększenie płodności równosłupkowej odmiany *Primula veris* dzięki skrzyżowaniu z nowym rodem — *Fagopyrum esculentum* — *Beta vulgaris* — *Canna warszewiczii*, rośliny krzyżowane i samozapłodniane jednakowej wysokości — *Zea mays* — *Phalaris canariensis*.

Rozdział VII. Zestawienie danych dotyczących wysokości oraz ciężaru roślin krzyżowanych i samozapłodnianych 195

Liczba gatunków i roślin, na których przeprowadzono pomiary — Tabele — Wstępne uwagi o potomstwie roślin krzyżowanych z nowym rodem — Trzynaście wypadków zbadanych szczególnie dokładnie — Skutki krzyżowania rośliny samozapłodnianej bądź z inną rośliną samo-

zapładnianą, bądź z krzyżowanymi między sobą roślinami wyjściowego rodu — Streszczenie wyników — Wstępne uwagi o krzyżowanych i samozapładnianych roślinach tego samego rodu — Dwadzieścia sześć wypadków zbadanych szczególnie dokładnie, kiedy rośliny krzyżowane nie wykazały znacznej przewagi nad samozapładnianymi pod względem wysokości — Większość tych wypadków nie stanowi istotnych wyjątków od reguły, zgodnie z którą krzyżowanie jest korzystne — Streszczenie wyników — Stosunek ciężarów roślin krzyżowanych i samozapładnianych.

Rozdział VIII. *Różnica między roślinami krzyżowanymi i samozapładnianymi pod względem siły konstytucji i pod innymi względami* 238

Silniejsza konstytucja roślin krzyżowanych — Wpływ dużego zagęszczenia — Współzawodnictwo z roślinami innych grup — Większa częstota przedwczesnego wymierania roślin samozapłodnionych — Rośliny krzyżowane zwykle kwitną przed samozapładnianymi — Ujemne skutki krzyżowania kwiatów na tej samej roślinie — Opisy zbadanych wypadków — Przekazywanie dalszym pokoleniom korzystnych skutków krzyżowania — Jednolita barwa kwiatów u roślin samozapładnianych przez kilka pokoleń i uprawianych w podobnych warunkach.

Rozdział IX. *Wpływ zapłodnienia krzyżowego i samozapłodnienia na wytwarzanie nasion* 258

Płodność roślin pochodzących z krzyżowania i samozapładniania po zapłodnieniu obu grup w ten sam sposób — Płodność roślin rodzicielskich po raz pierwszy skrzyżowanych i samozapłodnionych oraz ich krzyżowanego i samozapłodnionego potomstwa po ponownym zapłodnieniu krzyżowym i samozapłodnieniu — Porównanie płodności kwiatów zapłodnionych ich własnym pyłkiem i pyłkiem innych kwiatów tej samej rośliny — Rośliny samobezpłodne — Przyczyny samobezpłodności — Pojawianie się odmian w wysokim stopniu samopłodnych — Samozapłodnienie pod pewnymi względami przypuszczalnie korzystne, niezależnie od tego, że zapewnia wytworzenie nasion — Stosunkowy ciężar i szybkość kiełkowania nasion pochodzących z kwiatów zapłodnionych pyłkiem obcym i własnym.

Rozdział X. *Sposoby zapładniania* 295

Bezpłodność i płodność roślin przy wykluczeniu dostępu owadów — Środki umożliwiające zapładnianie — Urządzenia sprzyjające samozapładnianiu — Zależność między budową i widocznością kwiatów, odwiedzianymi owadów i korzyściami krzyżowego zapładniania — Czynniki ułatwiające lub zapewniające zapładnianie kwiatu pyłkiem innej rośliny — Pyłek innej rośliny ma większą zdolność zapładniania — Gatunki wiatropylne — Przemiana gatunków wiatropylnych w owadopylne — Powstawanie nektaru — Rośliny wiatropylne są zwykle rozdzielnopłciowe —

Przemiana kwiatów jednopłciowych w obupłciowe — Drzewa są często rozdzielnopłciowe.

Rozdział XI. Zwyczaje owadów związane z zapładnianiem kwiatów . . . 340

Owady odwiedzają kwiaty tego samego gatunku tak długo, dopóki jest to możliwe — Przyczyna tego zwyczaju — W jaki sposób pszczoły rozpoznają kwiaty tego samego gatunku — Nagłe wydzielanie nektaru — Nektar pewnych kwiatów nie przyciąga pewnych owadów — Pracowitość pszczół i liczba kwiatów odwiedzanych przez nie w krótkim okresie czasu — Przedziurawianie korony przez pszczoły — Zręczność okazywana przy tej operacji — Pszczoły korzystają z otworów zrobionych przez trzniele — Skutki tego zwyczaju — Celem przedziurawiania kwiatów jest chęć zaoszczędzenia czasu — Dziurawione są najczęściej kwiaty rosnące zwartą masą.

Rozdział XII. Wnioski ogólne 355

Zapładnianie krzyżowe jest korzystne, a samozapładnianie szkodliwe — Blisko spokrewnione gatunki różnią się bardzo właściwościami ułatwiającymi krzyżowe zapładnianie i przeciwdziałającymi samozapłodnieniu — Dodatni i szkodliwy wpływ tych dwóch procesów zależy od stopnia zróżnicowania elementów płciowych — Szkodliwe skutki nie wynikają z połączenia chorobliwych skłonności rodziców — Warunki, którym podlegają rośliny rosnące blisko siebie w stanie dzikim lub w uprawie i skutki działania takich warunków — Rozważania teoretyczne nad wzajemnym oddziaływaniem zróżnicowanych elementów płciowych — Wskazówki praktyczne — Pochodzenie obu płci — Ścisła zależność między skutkami zapładniania krzyżowego i samozapładniania a skutkami prawowitego i nieprawowitego kojarzenia u różnosłupkowych roślin w porównaniu z kojarzeniem mieszańcowym.

Skorowidz nazwisk	381
Skorowidz rzeczowy	383

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO
ROLNICZE i LEŚNE

Redaktor *H. Gutowska*
Red. techn. *Cz. Kościak*
Korektor *A. Chylińska*

Zam. 1664. Warszawa 1959 r. Wyd. I. Nakład
3000 + 250 egz. Obj. ark. wyd. 34, ark. druk.
26 + 1 wklejka. Papier ilustr. kl. III, 70-100,
g 80. Skład rozpoczęto w lipcu 1959 r., druk
ukończono w listopadzie 1959 r. Cena tomu
I—VIII — zł 450.—

TORUŃSKIE ZAKŁADY GRAFICZNE
Zam. 1370 — D-10

