CARLO DARWIN

DIPARTIMENTO di TEORIA DELLO STATO
FACOLTÀ DI SCIENZE POLITICHE
UNIVERSITÀ DI ROMA LA SAPIENZA

LIA 0234150

LE PIANTE INSETTIVORE

TRADUZIONE ITALIANA

COL CONSENSO DELL'AUTORE

PER CURA

DI

GIOVANNI CANESTRINI

PROFESSORE DI ZOOLOGIA ED ANATOMIA COMPARATA

NELLA R. UNIVERSITÀ DI PADOVA

E DI

P. A. SACCARDO

PROFESSORE INC. DI BOTANICA NELLA STESSA UNIVERSITÀ

Dipartimento di Teoria dello Stato
Facoltà Scienze Politiche
Inv. NER 677
Coll. VAR. NON CLASS. 522

TORINO
UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE
33, Via Carlo Alberto, 33.
1878

Digitized by Google

Proprietà Letteraria.

Digitized by Google

PIANTE INSETTIVORE [1]

CAPITOLO I.

DROSERA ROTUNDIFOLIA O LA DROSERA COMUNE

Numero degli insetti presi. — Descrizione delle foglie e loro appendici o tentacoli. — Schizzo preliminare dell'azione delle varie parti e della maniera in cui gl'insetti sono presi. — Durata della inflessione dei tentacoli. — Natura della secrezione. — In qual modo gl'insetti sono portati al centro della foglia. — Prova che le glandule hanno potere d'assorbimento. — Piccole dimensioni delle radici.

Durante l'estate del 1860 fui sorpreso di trovare in una landa nella contea di Sussex che un grande numero d'insetti venivano presi dalle foglie della Drosera comune (*Drosera rotundifolia*) (2). Aveva udito che gl'insetti erano pigliati così, ma non ne sapevo punto di più in proposito (3). Colsi a caso una dozzina di piante, portanti cinquantasei foglie interamente distese, e su trentuna di queste erano

(1) I traduttori italiani sentono il dovere di ringraziare pubblicamente il sig. GILMO LIMENTANI, ora prof. di Lingue in un importante Istituto educativo mercantile di Segnitz, per il valido aiuto linguistico da lui prestato nel lavoro di questa traduzione.

(2) Nell'Italia settentrionale e media crescono spontanee nei siti paludosi le due specie fondamentali *Drosera rotundifolia* L. e *Dros. longifolia* L., nonchè, più di rado, le sottospecie *Drosera obovata* M. et K. (ibrida di *D. rotundifolia* e *D. longifolia*) e *D. intermedia* Hayn, caratterizzata specialmente per gli scapi incurvati alla base. La specie più diffusa, la *D. rotundifolia*, è oriunda del Nord, donde, secondo Ch. Martins, si estese verso Sud all'epoca glaciale. Ben 50 specie di questo genere sono sparse nelle altre parti del mondo (trad. ital.).

(3) Avendo dato (*Bot. Zeitung*, 1860, p. 229) il dott. NITSCHKE la bibliografia della *Drosera*, non ho qui bisogno di diffondermi in dettagli. La maggior parte delle notizie pubblicate prima del 1860 sono brevi e senza importanza. Lo scritto più vecchio, quello, cioè, del dott. ROTH nel 1782 è stato a quanto pare uno dei più pregevoli. Esiste anche una relazione, quantunque breve, interessante delle abitudini della *Drosera* del dott. MILDE nella *Bot. Zeitung*, 1852, p. 540. Nel 1855 negli *Annales des Sciences nat. bot.*, tom. III, pp 297 e 304, i sigg. GROENLAND e TRÉCUL, ognuno per proprio conto, pubblicarono scritti, con figure, sulla struttura delle foglie; ma il sig. TRÉCUL giunse sino a porre in dubbio se esse possedevano alcun potere di movimento. Gli scritti del Dr. NITSCHKE nella *Bot. Zeitung* del 1860 e 1861 sono di gran lunga i più importanti che siano stati pubblicati tanto sulle abitudini che sulla struttura di questa pianta; ed io avrò spesso occasione di citarli. Le sue discussioni su parecchi punti, per esempio sulla trasmissione di un eccitamento da una parte della foglia all'altra, sono eccellenti. L'11 dicembre 1862 il sig. J. SCOTT lesse uno scritto dinanzi alla Società Botanica di Edimburgo, il quale fu pubblicato nella *Gardener's Chronicle*, 1863, p. 30. Il sig. SCOTT mostra come tanto una dolce irritazione sui peli, quanto degli insetti posti sul disco della foglia facciano piegare i peli stessi verso l'interno. Anche il sig. A. W. BENNETT diede un'altra relazione interessante dei movimenti delle foglie, dinanzi alla *British Association* nel 1873. In quest'anno medesimo il dottore

Digitized by Google

attaccati insetti morti o avanzi dei medesimi; e senza dubbio molti di più ne sarebbero stati presi di poi da quelle stesse foglie e più ancora da quelle non ancora distese. Sopra una pianta tutte le sei foglie aveano fatto la loro presa; e su parecchie piante moltissime foglie avean pigliato più d'un solo insetto. Sopra una foglia grande trovai i resti di tredici insetti distinti. Più spesso degli altri insetti erano prese le mosche (*Diptera*). La specie più grande ch'io ho veduto presa fu una piccola farfalla (*Caenonympha pamphilus*); ma il rev. H. M. Wilkinson mi rende noto d'aver trovato una grande libellula vivente, saldamente tenuta fra due foglie. Essendo questa pianta straordinariamente comune in alcuni distretti, deve esser prodigioso il numero d'insetti annualmente uccisi in tal modo. Molte piante cagionano la morte degli insetti, esempligrazia i bottoni viscosi del castagno d'India (*Aesculus Hippocastanum*), senza riceverne, per quanto noi possiamo scorgere, nessun vantaggio; ma all'opposto è evidente che la Drosera è adatta eccellentemente allo scopo speciale di pigliar insetti, sicchè il soggetto ci sembra ben degno di investigazione.

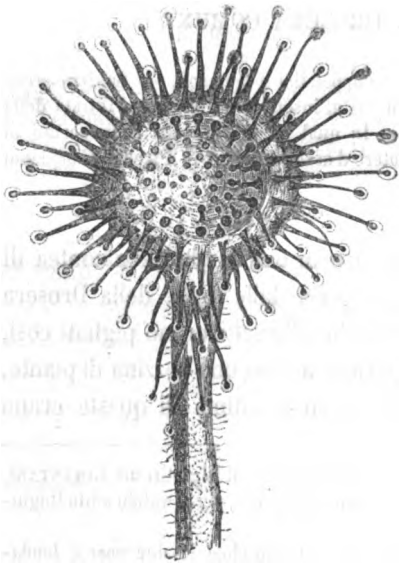

Fig. 1 (1). — *Drosera rotundifolia.* Foglia veduta dall'alto; ingrandita quattro volte.

I risultati si sono verificati altamente notevoli, dacchè essi sono: primo, la straordinaria sensitività delle glandule ad una leggiera pressione e a dosi minute di certi fluidi nitrogenati, dimostrata dai movimenti dei così detti peli o tentacoli; secondo, il potere posseduto dalle foglie di rendere solubili e digeribili sostanze nitrogenate e d'assorbirle dipoi; terzo, i cambiamenti che avvengono entro le celle dei tentacoli, quando le glandule sono eccitate in varie guise.

WARMING pubblicò un trattato, in cui descrive la struttura dei pretesi peli, intitolato: *Sur la différence entre les Trichomes* ecc. estratto dagli atti della *Soc. d'Hist. Nat de Copenhague*. Io avrò occasione più oltre di parlar d'uno scritto della signora TREAT di New Jersey sopra alcune specie americane di *Drosera*. Il dott. BURDON SANDERSON tenne una lettura sulla *Dionaea* dinanzi alla *Royal Institution* (pubblicata nella *Nature* al 14 giugno 1874), nella quale apparve per la prima volta una breve relazione delle mie osservazioni sul potere di vera digestione posseduto dalla *Drosera* e dalla *Dionaea*. Il prof. ASA GRAY ha reso un buon servigio richiamando nella pubblicazione *The Nation* (1874, pagine 261 e 232) ed in altre, l'attenzione sulla *Drosera* e su altre piante che hanno simili abitudini. Anche il dott. HOOKER nel suo importante discorso sulle Piante Carnivore (*Brit. Assoc.*, Belfort 1874) ha dato una storia dei lavori fatti su queste piante.

(1) I disegni della *Drosera* e della *Dionaea*, dati in quest'opera, furono fatti per me da mio figlio Giorgio Darwin, quelli dell'*Aldrovanda* e delle varie specie d'*Utricularia*, da mio figlio Francesco. Essi furono magnificamente riprodotti in legno dal sig. Cooper, 188 *Strand*.

Digitized by Google

In primo luogo è necessario descrivere brevemente la pianta. Essa porta da due o tre sino a cinque o sei foglie, stese in generale più o meno orizzontalmente, ma che talvolta stanno erette. La forma ed apparenza generale d'una foglia è mostrata nella figura 1, veduta dall'alto, e nella figura 2, veduta lateralmente. Le foglie sono comunemente un po' più larghe che lunghe, ma non era così in quella qui rappresentata. L'intera superficie superiore è ricoperta di filamenti, o tentacoli, come io li chiamerò, dal loro modo d'agire, ognuno dei quali porta una glandula. Le glandule furono contate su trentuna foglia, ma molte di queste erano d'una dimensione straordinariamente grande, ed il numero medio fu 192; essendo il più grande 260 ed il minore 130. Ogni glandula è circondata da grandi goccie d'una secrezione estremamente viscida, che, scintillando al sole, hanno dato origine al nome poetico della pianta di « rugiada del sole ».

Fig. 2. — *Drosera rotundifolia.*
Vecchia foglia veduta lateralmente; ingrandita circa quattro volte.

I tentacoli sulla parte centrale della foglia o disco sono brevi e stanno ritti, e i loro picciuoli sono verdi. Verso l'orlo essi diventano sempre più lunghi e più inclinati verso il di fuori, coi loro picciuoli d'un colore porporino. Quelli sull'orlo estremo si trovano nello stesso piano di proiezione colla foglia o più d'ordinario (vedi fig. 2) sono notevolmente riflessi. Alcuni tentacoli sorgono dalla base del gambo o peziolo e questi sono i più lunghi di tutti, essendo talora lunghi quasi un quarto di pollice (6 mill.). Sopra una foglia che portava in tutto 252 tentacoli, quelli brevi sul disco, aventi picciuoli verdi, stavano in rapporto al numero di tentacoli più lunghi submarginali e marginali, aventi picciuoli porporini, come nove a sedici.

Un tentacolo consiste in un picciuolo sottile, diritto simile ad un pelo, che porta una glandula sulla sommità. Il picciuolo è alquanto piatto, ed è formato di parecchi ordini di cellule allungate e riempite di fluido porporino o materia granulare (1). V'è tuttavia una zona stretta subito sotto le glandule dei tentacoli più lunghi, ed una zona più larga presso alla loro base, d'una tinta verde. Vasi

(1) Secondo NITSCHKE (*Bot. Zeitung*, 1861, p. 224) il fluido purpureo risulta dalla metamorfosi della clorofilla. Il signor SORBY esaminò la materia colorante collo spettroscopio e mi fa noto che consiste della specie più comune d'eritrofilla, « che si trova spesso in foglie di scarsa vitalità ed in parti, che, come i pezioli, operano le funzioni di foglie in maniera assai imperfetta. Quanto si può dire perciò si è che i peli (o tentacoli) sono colorati come le parti d'una foglia, le quali non adempiono il loro proprio ufficio ».

Digitized by Google

spirali, accompagnati da semplice tessuto vascolare si ramificano dai fascetti vascolari della nervatura della foglia e corrono su per tutti i tentacoli nelle glandule.

Parecchi fisiologi eminenti hanno discusso sulla natura omologa di queste appendici o tentacoli, cioè, se si dovessero considerare come peli (tricomi) o prolungamenti della foglia. Nitschke ha dimostrato racchiudere essi tutti gli elementi propri alla nervatura d'una foglia; e dapprima si pensò che il fatto che essi racchiudono tessuto vascolare, provava che erano prolungamenti di foglie, ma ora è noto che vasi entrano talvolta in veri peli (1). Il potere di movimento ch'essi possedono è un forte argomento contro chi li vuol considerare come peli. La conclusione che mi sembra più probabile sarà data nel capitolo decimoquinto, cioè ch'essi primordialmente esistono come peli glandulari, o mere formazioni epidermoidali e che la loro parte superiore deve esser sempre come tale considerata; ma che la loro parte inferiore, la sola capace di movimento, consiste d'un prolungamento della foglia; essendo i vasi spirali stesi da questa alla parte superiore. Vedremo più oltre che i tentacoli terminali delle foglie dentate di *Roridula* sono precisamente in uno stato intermedio.

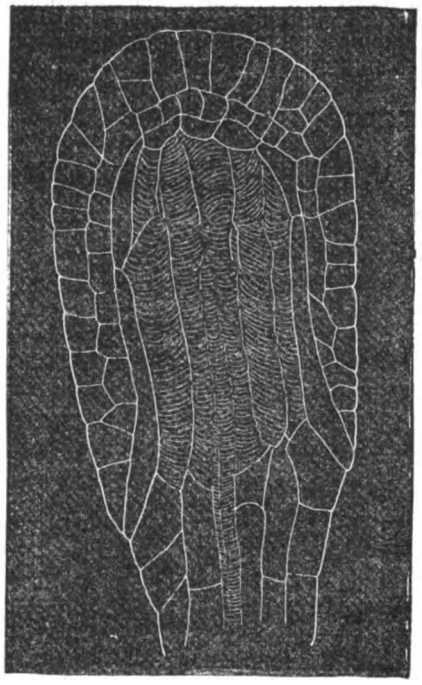

Fig. 3 — *Drosera rotundifolia.* Sezione longitudinale d'una glandula; immensamente ingrandita; del dott. Warming.

Le glandule, ad eccezione di quelle portate dagli estremi tentacoli marginali, sono ovali e di dimensione quasi uniforme, vale a dire lunghe circa $^4/_{500}$ di pollice (0,2 mill.). La loro struttura è rimarchevole e le loro funzioni complesse, poichè esse secernono, assorbono e sono sottoposte all' azione di vari stimolanti. Esse consistono di uno strato esterno di piccole celle poligone, contenenti una sostanza od un fluido granulare purpureo e fornite di pareti più grosse di quelle dei picciuoli. Dentro questo strato cellulare ve n'è uno interno di celle formate diversamente, del pari ripiene d'un fluido purpureo, ma d'un colorito leggermente differente, e diversamente attaccato dal cloruro d'oro. Questi due strati si vedono bene talvolta quando si ha schiacciato una glandula o la si ha fatta bollire nella potassa caustica. Secondo il dott. Warming v'è un altro strato ancora di celle molto più allungate, come lo mostra la sezione qui sopra (fig. 3) copiata dalla sua opera; ma queste celle non furono vedute nè da Nitschke nè da me. Nel centro trovasi un gruppo di celle cilindriche allungate di lunghezze ineguali, rozzamente appuntate alle loro estremità superiori, tronche o arrotondate alle inferiori, stret-

(1) Il dott. Nitschke ha discusso quest'argomento nella *Bot. Zeitung*, 1861, p. 241. ecc. Vedi anche il dott. Warming (*Sur la différence entre les Trichomes*, ecc., 1873) che accenna ad altre pubblicazioni. Vedi anche Groenland e Trécul, *Annal. des Sc. nat. bot.* (4ª serie), tom. III, 1855, pp. 293 e 303.

Digitized by Google

tamente pressate insieme, rese notevoli da una linea spirale che loro gira attorno, e la quale può venir separata come una fibra distinta.

Queste ultime celle sono riempite di un fluido limpido, che dopo lunga immersione nell'alcool, deposita molta materia bruna. Io presumo ch'esse siano effettivamente in connessione coi vasi spirali che corrono su pei tentacoli, giacchè in parecchie occasioni si videro gli ultimi dividersi in due o tre rami eccessivamente sottili, che poterono essere avvertiti subito sopra alle cellule spirali. Il loro sviluppo è stato descritto dal dott. Warming. Si osservarono cellule della specie medesima in altre piante come sento dal dott. Hooker, ed io ne vidi nei margini delle foglie di *Pinguicula*. Checchessia delle loro funzioni, esse non sono necessarie per la secrezione del fluido digestivo, o per l'assorbimento, o per la comunicazione d'un impulso motore alle altre parti della foglia, come possiamo dedurre dalla struttura in altri generi delle Droseracee.

I tentacoli marginali estremi differiscono leggermente dagli altri. Le loro basi sono più larghe ed oltre ai loro propri vasi essi ricevono un breve ramo da quelli che entrano nei tentacoli su ogni lato. Le loro glandule sono molto allungate e giacciono internate sulla superficie superiore del picciuolo, invece di essere all'apice. In altri riguardi essi non differiscono essenzialmente dagli ovali, ed in un esempio trovai ogni transizione possibile fra i due stati. In un altro esemplare non v'erano glandule con teste lunghe. Questi tentacoli marginali perdono la loro irritabilità prima degli altri; e quando uno stimolo è applicato al centro della foglia, essi sono eccitati all'azione dopo gli altri. Quando s'immergono nell'acqua foglie recise, sono essi soltanto che spesso si piegano.

Il fluido purpureo o sostanza granulare che riempie le cellule delle glandule differisce sino ad un certo punto da quella, ch'è dentro le cellule de' picciuoli. Imperocchè quando una foglia vien posta nell'acqua calda od in certi acidi, le glandule divengono affatto bianche ed opache, mentre le cellule dei picciuoli si fanno d'un rosso brillante, ad eccezione di quelle subito al disotto delle glandule. Queste ultime cellule perdono il loro colorito rosso pallido; e la materia verde, che esse come pure tutte le cellule basali contengono, diventa d'un verde più brillante. I pezioli portano molti peli pluricellulari, alcuni dei quali presso il gambo sono sormontati, secondo Nitschke, da alcune cellule arrotondate, che sembrano essere glandule rudimentali. Anche la superficie della foglia, i picciuoli dei tentacoli, specialmente i lati inferiori degli esterni, ed i pezioli sono guerniti di minute papille (peli o tricomi), aventi una base conica e con le loro sommità fornite di due ed occasionalmente tre o persino quattro cellule arrotondate, contenenti molto protoplasma. Queste papille sono in generale incolore, ma talvolta racchiudono un po' di fluido purpureo. Esse variano nello sviluppo, e, come Nitschke stabilisce (1), e come io osservai replicatamente, si trasmutano graduatamente nei lunghi peli pluricellulari. Gli ultimi, nonchè le papille, sono probabilmente rudimenti di tentacoli dapprima esistenti.

Posso aggiungere qui, per non tornare ancora sulle papille, ch'esse non secernono, ma sono infiltrate facilmente da vari fluidi; così quando foglie vive o morte vengono immerse in una soluzione di una parte di cloruro d'oro o di nitrato d'argento in 437 d'acqua, esse diventano presto nere, e lo scoloramento si stende tosto al tessuto circostante. I lunghi peli pluricellulari non sono attaccati così presto. Dopochè una foglia era stata lasciata per 10 ore in una debole infusione di carne cruda, le cellule delle papille aveano evidentemente assorbito materia animale,

(1) NITSCHKE ha descritto e rappresentato accuratamente queste papille, *Bot. Zeitung*, 1861, pp. 234, 253, 254.

Digitized by Google

giacchè in luogo di fluido limpido esse contenevano ora piccole masse di protoplasma aggregate, che cangiavano adagio e continuamente le loro forme. Simile risultato seguì dall'immersione per soli 15 minuti in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua, e le contigue cellule dei tentacoli, su cui erano collocate le papille, contenevano ora parimenti masse aggregate di protoplasma. Possiamo perciò concludere che quando una foglia ha strettamente abbracciato un insetto (pigliato nel modo che descriveremo immediatamente), le papille, che sporgono dalla superficie superiore della foglia e pei tentacoli, assorbono probabilmente della sostanza animale sciolta nella secrezione; ma questo non può essere il caso delle papille esistenti sul dosso delle foglie o sui pezioli.

Schizzo preliminare dell'azione delle diverse parti e del modo in cui gl'insetti vengono presi.

Se un piccolo oggetto organico od inorganico vien posto sulle glandule nel centro d'una foglia, queste trasmettono un impulso motore ai tentacoli marginali. I più vicini sono i primi attaccati e si piegano adagio verso il centro, e poi quelli più lontani, finchè tutti riescono quindi strettamente piegati sopra l'oggetto. Ciò ha luogo in un tempo da una a quattro o cinque ore e più. La differenza nel tempo richiesto dipende da molte circostanze; cioè dalla grandezza dell'oggetto e dalla sua natura, vale a dire, se contiene materia solubile ed appropriata; dal vigore e dall'età della foglia; se essa è stata ultimamente in azione; e, secondo Nitschke (1), dalla temperatura del giorno, e questo sembra parimenti a me. Un insetto vivo è un oggetto più efficace d'uno morto, poichè nel dibattersi esso preme contro le glandule di molti tentacoli. Un insetto, come una mosca, con integumenti sottili, attraverso i quali la sostanza animale in soluzione può passare prontamente nella densa secrezione circostante, è più efficace nel cagionare una inflessione prolungata, d'un insetto dalla pelle grossa, come uno scarafaggio. La flessione dei tentacoli ha luogo indifferentemente alla luce e nell'oscurità; e la pianta non è soggetta ad alcun movimento notturno del così detto sonno.

Se le glandule sul disco sono toccate o sfiorate, quantunque nessun oggetto vi sia lasciato sopra, i tentacoli marginali si curvano verso la parte interna. Così pure, se goccie di vari fluidi, per esempio di saliva o una soluzione di alcun sale di ammoniaca, vengono poste sulle glandule centrali, ne segue presto il risultato medesimo, talvolta in meno di mezz'ora.

I tentacoli nell'atto d'inflessione passano attraverso uno spazio largo; così un tentacolo marginale teso nello stesso piano del gambo, percorre un angolo di 180°; ed io ho veduto i tentacoli molto ripiegati di una foglia, che stava ritta, percorrere un angolo di non meno di 270°. La parte piegantesi è quasi ridotta ad un breve spazio vicino alla base; ma una porzione piuttosto notevole dei tentacoli allungati

(1) *Bot. Zeitung*, 1860, p. 246.

Digitized by Google

esterni diviene leggermente incurvata; rimane diritta in ogni caso la metà superiore. I tentacoli corti nel centro del disco non si piegano, quando vengono eccitati direttamente, ma possono piegarsi allorchè vengano scossi da un impulso motore ricevuto da altre glandule lontane. Così, se una foglia viene immersa in un'infusione di carne cruda, o in una debole soluzione d'ammoniaca (se la soluzione è molto forte, la foglia viene paralizzata), tutti i tentacoli esterni piegansi verso l'interno (fig. 4), tranne quelli presso al centro, che restano ritti, ma questi si piegano solo verso alcun oggetto eccitante quando questo sia posto sopra un lato del disco, come mostra la fig. 5. Si possono vedere nella fig. 4 le glandule formare un anello oscuro attorno al centro; e ciò proviene dai tentacoli esterni che aumentano di lunghezza in proporzione che essi trovansi più vicini alla periferia.

Fig. 4 — *Drosera rotundifolia.*
Foglia (ingrandita) con tutti i tentacoli strettamente piegati per l'immersione in una soluzione di fosfato di ammoniaca (una parte in 87,500 d'acqua).

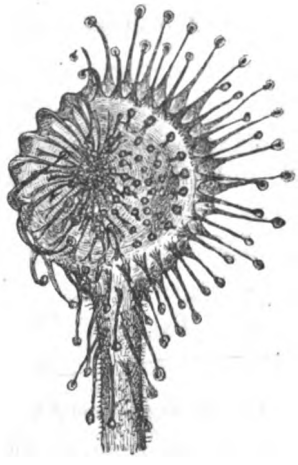

Fig. 5 — *Drosera rotundifolia.*
Foglia (ingrandita) coi tentacoli di un lato piegati sopra un pezzetto di carne posta sul disco.

La specie d'inflessione che soffrono i tentacoli è meglio mostrata quando la glandula d'uno dei lunghi tentacoli esterni viene in alcun modo eccitata; perciocchè i tentacoli circostanti non vengono attaccati. Nello schizzo, che qui accompagniamo (fig. 6), vediamo un tentacolo, su cui fu posta una particella di carne, così piegato verso il centro della foglia, con due altri che serbano la loro posizione originale. Una glandula può venir eccitata col toccarla semplicemente tre o quattro volte o col contatto prolungato d'oggetti organici od inorganici e di vari fluidi. Io ho veduto distintamente per mezzo d'una lente un tentacolo cominciar a piegarsi in dieci secondi, dopo che era stato posto un oggetto sulla sua glandula; e spesso ho veduto un'inflessione fortemente pronunciata in meno d'un minuto. È da notarsi che anche una minuta particella d'alcuna sostanza, come un

Digitized by Google

pezzettino di filo o di capello o di scheggia di vetro, se posta in immediato contatto colla superficie d'una glandula, basta a far piegare il tentacolo. Se l'oggetto che da questo movimento fu portato al centro non è molto piccolo o se contiene sostanza nitrogenata solubile, agisce sulle glandule centrali; e queste trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni, facendoli piegare verso l'interno.

Non solo i tentacoli, ma la lamina della foglia diviene spesso, ma assolutamente non sempre, molto incurvata, quando alcuna sostanza od alcun fluido fortemente eccitante viene posto sul disco. Goccie di latte e d'una soluzione di nitrato d'ammoniaca o di soda sono particolarmente atte a produrre questo effetto. Il disco è così convertito in una piccola coppa. Il modo in cui si piega varia assai. Ora s'incurva il solo apice, ora un lato ed ora ambedue. Io collocai, per esempio, pezzettini di uovo sodo su tre foglie; in una l'apice si era piegato verso la base; la seconda aveva ambedue i margini molto incurvati verso l'apice, sicchè divenne quasi triangolare nei contorni; e forse è questo il caso più comune; mentre la terza lamina non era punto attaccata, quantunque i tentacoli fossero sì strettamente piegati quanto nei due casi precedenti. L'intera lamina dunque s'alza o si piega generalmente verso l'alto, formando così col gambo un angolo minore di quello che formava prima. A prima vista questo sembra una specie distinta di movimento, ma esso risulta dall'incurvazione di quella parte del margine che è attaccato al gambo e che fa curvare o muoversi verso l'alto la foglia, come un tutto unito.

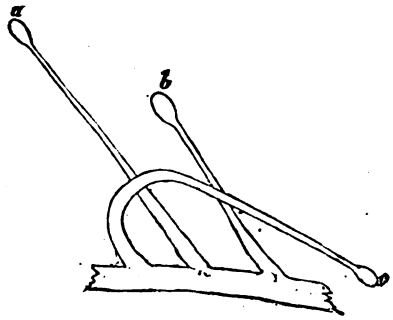

Fig. 6 — *Drosera rotundifolia.*

Diagramma che mostra uno dei tentacoli esterni strettamente incurvato; i due contigui nella loro posizione ordinaria.

La lunghezza del tempo durante il quale sì i tentacoli come la foglia rimangono piegati sopra un oggetto posto sul disco, dipende da varie circostanze; cioè dal vigore o dall'età della foglia e, secondo il dott. Nitschke, dalla temperatura, perciocchè durante il tempo freddo quando le foglie sono inattive, esse si stendono di nuovo in uno spazio di tempo più breve di quello che quando il tempo è caldo. Ma la natura dell'oggetto è di gran lunga il fattore più importante; io ho replicatamente trovato che i tentacoli restano abbracciati per media di tempo assai più lunga sopra oggetti che producono sostanza nitrogena che sopra quelli, sia organici od inorganici, che non producono tale sostanza. Dopo un periodo che varia da uno a sette giorni, i tentacoli e la foglia si riaprono, e sono poi pronti ad agire nuovamente. Io ho veduto la stessa foglia piegata successivamente tre volte sopra insetti posti sul disco; e probabilmente avrebbe agito un numero di volte maggiore.

Digitized by Google

DIPARTIMENTO di TEORIA dello STATO
FACOLTA' DI SCIENZE POLITICHE
UNIVERSITA' DI ROMA LA SAPIENZA

La secrezione delle glandule è oltremodo viscida, sicchè può esser estratta in lunghi fili. Sembra incolora, ma macchia delle striscioline di carta d'un pallido colore di rosa. Un oggetto di qualunque specie collocato sopra una glandula, la fa, secondo la mia opinione, secernere più liberamente; ma la semplice presenza dell'oggetto rende difficile l'accertare ciò. In alcuni casi pertanto l'effetto è fortemente pronunciato, come quando si erano aggiunte piccole parti di zucchero; ma in questo caso il risultato è dovuto probabilmente soltanto ad esosmosi. Particelle di carbonato e fosfato d'ammoniaca e d'alcuni altri sali, solfato di zinco per esempio, aumentano pure la secrezione. L'immersione in una soluzione d'una parte di cloruro d'oro, o di alcuni altri sali, in 437 parti d'acqua, eccita le glandule e ne aumenta grandemente la secrezione; d'altronde, il tartrato d'antimonio non produce tale effetto. L'immersione in molti acidi (della forza d'una parte in 437 d'acqua) cagiona parimenti una sorprendente quantità di secrezione; sicchè quando le foglie vengono sollevate, lunghe fila di un fluido estremamente viscoso pendono da esse. Alcuni acidi d'altra parte non agiscono allo stesso modo. L'aumento di secrezione non dipende necessariamente dalla flessione del tentacolo, giacchè particelle di zucchero e di solfato di zinco non causano movimento.

È un fatto assai più notevole che, quando è posto sul disco d'una foglia un oggetto, quale un pezzetto di carne od un insetto, quanto più i tentacoli circostanti riescono piegati considerevolmente, e tanto più le loro glandule spremono una maggiore quantità di umore. Io accertai ciò scegliendo foglie con goccie escretive d'ugual grandezza sui due lati, e ponendo dei pezzetti di carne sopra un lato del disco; appena i tentacoli su questo lato divennero molto piegati, ma prima che le glandule toccassero la carne, le goccie di secrezione diventarono più grandi. Ciò fu osservato replicatamente, ma si registrarono soltanto tredici casi, in nove dei quali l'aumento di secrezione fu chiaramente osservato; i quattro risultati nulli sono dovuti o all'essere le foglie piuttosto torpide, od ai pezzetti di carne troppo piccoli per cagionare grande flessione. Dobbiamo perciò conchiudere che le glandule centrali fortemente eccitate trasmettono qualche influenza alle glandule dei tentacoli della periferia, facendole secernere in maggior copia.

È un fatto ancora più importante (come vedremo più pienamente trattando del potere digestivo della secrezione) che quando i tentacoli diventano piegati, in conseguenza dell'essere le glandule centrali state stimolate meccanicamente, o pel contatto con materia animale, la secrezione non solo aumenta in quantità, ma cambia di natura e diviene acida; e ciò ha luogo prima che le glandule siano venute a contatto coll'oggetto sul centro della foglia. Questo acido è d'una natura differente da quello contenuto nel tessuto delle foglie. Fino a che i tentacoli restano strettamente piegati, le glandule continuano a secernere e la secrezione è acida; sicchè, se viene neutralizzata col carbonato di soda, ritorna acida dopo alcune ore. Ho osservato la foglia medesima coi tentacoli strettamente piegati sopra sostanze

Digitized by Google

piuttosto indigeste, come caseina preparata chimicamente, spremere secrezione acida per otto giorni consecutivi, e per dieci giorni consecutivi sopra pezzetti di osso.

Sembra che la secrezione, al pari del succo gastrico degli animali superiori, posseda potenza antisettica. Durante un tempo assai caldo posi vicinissimi l'un l'altro due pezzetti di carne cruda d'ugual grandezza, uno sopra una foglia della Drosera, e l'altro circondato da musco umido. Essi furono lasciati così per 48 ore e poi esaminati. Il pezzetto sul musco brulicava d'infusorii, ed era tanto deperito che le strie trasverse sulle fibre muscolari non poterono esser chiaramente distinte più a lungo; mentre il pezzetto sulla foglia, che era bagnato dalla secrezione, era libero da infusorii, e le sue strie si vedeano perfettamente distinte nella porzione centrale e non disciolta. Parimenti dei piccoli cubi d'albume e di cacio posti su musco bagnato furono attraversati da filamenti di muffa ed ebbero le loro superficie leggermente scolorite e private dell'integrità originale; mentre quelli sulle foglie di Drosera rimasero puri, e l'albume s'era cambiato in un fluido trasparente.

Subito che i tentacoli, rimasti strettamente piegati sopra un oggetto per parecchi giorni, cominciano a tendersi di nuovo, le loro glandule secernono meno liberamente, o cessano di secernere e restano asciutte. In questo stato esse vengono coperte da una pellicola di sostanza biancastra, semi-fibrosa, che era tenuta in soluzione dalla secrezione. Il disseccarsi delle glandule durante l'atto di ri-tensione giova alcun poco alla pianta; perocchè ho spesso osservato che oggetti aderenti alle foglie potevano allora essere soffiati via da uno spiro d'aria, e le foglie restavano in tal guisa sgombrate e libere per l'azione futura. Ciò non ostante, spesso avviene che tutte le glandule non s'asciughino completamente; ed in tal caso oggetti delicati, come fragili insetti, vengono talora dalla ri-tensione dei tentacoli stracciati in frammenti, che rimangono sparsi su tutta la foglia. Dopochè la ri-tensione è completa, le glandule ricominciano presto a secernere, e appena si sono formate goccie di piena grandezza, i tentacoli sono pronti a stringere un nuovo oggetto.

Quando un insetto scende sul disco centrale, è immediatamente posto in imbarazzo dalla secrezione viscosa, ed i tentacoli circostanti dopo un certo tempo cominciano a piegarsi e finalmente lo stringono d'ogni parte. Gl'insetti vengono, secondo il dott. Nitschke, generalmente uccisi in circa un quarto d'ora, in conseguenza del venire le loro trachee chiuse per la secrezione. Se un insetto aderisce soltanto ad alcune delle glandule dei tentacoli esterni, questi diventano presto incurvati e portano la loro preda ai prossimi tentacoli loro susseguenti verso l'interno; questi allora piegansi verso l'interno, e così via di seguito, sinchè l'insetto è finalmente portato da una curiosa specie di movimento rotatorio al centro della foglia. Allora, dopo un intervallo, i tentacoli da tutte le parti s'incurvano e bagnano la lôro preda colla loro secrezione, nel modo stesso che se l'insetto fosse fin da prin-

Digitized by Google

cipio disceso sul disco centrale. È sorprendente, qual minuto insetto basti a cagionare quest'azione: per esempio, ho veduto una delle più piccole specie di zanzare (*Culex*), che si era appena posata coi suoi piedi eccessivamente delicati sulle glandule degli estremi tentacoli, e questi aveano già cominciato a piegarsi verso l'interno, benchè una sola glandula fosse fin allora venuta in contatto col corpo dello insetto. Se io avessi lasciato fare, quel minuto moscerino sarebbe stato sicuramente portato al centro della foglia ed abbracciato certamente da tutte le parti. Vedremo in seguito quali dosi eccessivamente piccole di certi fluidi organici e di soluzioni saline causino una flessione fortemente pronunciata.

Se gl'insetti scendano sulle foglie per puro accidente come sopra un luogo di riposo, o se siano attirati dall'odore della secrezione, io non lo so. Dal numero d'insetti pigliati dalle specie inglesi di Drosera, e da quanto ho osservato con alcune specie esotiche tenute nella mia serra, sospetto che l'odore sia attrattivo. In quest'ultimo caso le foglie possono venir confrontate con una trappola fornita d'esca; nel primo caso con una trappola posta in un boschetto frequentato da selvaggina, ma senz'alcun allettamento.

Che le glandule possedano potere d'assorbimento vien dimostrato dal loro divenire quasi istantaneamente di color oscuro allorchè è loro data una minuta quantità di carbonato d'ammoniaca; dovendosi il cambiamento di colore principalmente od esclusivamente all'aggregazione rapida del loro contenuto. Quando s'aggiungono certi altri fluidi, esse diventano di color pallido. Tuttavia il loro potere d'assorbimento è meglio dimostrato dai risultati molto differenti che seguono dal porre goccie di vari fluidi nitrogenati e non nitrogenati della medesima densità sulle glandule del disco o sopra una sola glandula marginale; e parimenti dalle lunghezze assai differenti del tempo durante il quale i tentacoli restano piegati sopra oggetti, che producono o non producono sostanza nitrogenata solubile. Questa stessa conclusione veramente potrebbe essere stata dedotta dalla struttura e dai movimenti delle foglie, che sono adatte così ammirabilmente a pigliare insetti.

L'assorbimento di materia animale dagli insetti presi spiega come la Drosera può prosperare in suolo paludoso estremamente povero, — dove in alcuni casi nulla cresce, tranne certi muschi (*Sphagnum*), e i muschi dipendono interamente dall'atmosfera riguardo al loro nutrimento. Quantunque le foglie a prima vista non sembrino verdi in causa del color purpureo dei tentacoli, pure la superficie superiore ed inferiore della lamina, i picciuoli dei tentacoli centrali, ed i pezioli contengono clorofilla, sicchè senza dubbio la pianta ottiene ed assimila dall'aria acido carbonico. Nondimeno, considerando la natura del suolo dov'essa cresce, il provento del nitrogeno sarebbe estremamente limitato, od affatto nullo, a meno che la pianta non avesse il potere d'ottenere questo elemento importante dagl'insetti presi. Noi possiamo così comprendere come avviene che le sue radici sono sì poveramente sviluppate. Ordinariamente esse consistono soltanto in due o tre rametti leggermente

Digitized by Google

divisi, lunghi da mezzo ad un pollice, fornite di peli assorbenti. Appare perciò che le radici servono solamente a succhiare acqua, benchè esse assorbirebbero indubbiamente materia nutritiva se ve ne fosse nel suolo; giacchè, come vedremo più tardi, esse assorbono una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca. Una pianta di Drosera, coi margini delle sue foglie arricciati verso l'interno in modo da formare uno stomaco provvisorio, colle glandule dei tentacoli piegate strettamente e sprementi la loro secrezione acida, la quale discioglie sostanza animale da esser poi assorbita, s'alimenta, si può dire, come un animale. Ma diversamente da un animale beve per mezzo delle sue radici; e deve bere assai, tanto da ritenere molte goccie di fluido viscoso intorno alle glandule, talvolta persino 260, esposte durante il giorno intero ad un sole cocente.

Digitized by Google

CAPITOLO II.

MOVIMENTO DEI TENTACOLI PEL CONTATTO DEI CORPI SOLIDI

Inflessione dei tentacoli esterni in conseguenza dell'essere le glandule del disco eccitate da tocchi ripetuti o da oggetti lasciati in contatto con esse. — Differenza nell'azione di corpi che producono sostanza nitrogenata solubile e corpi che non ne producono. — Inflessione dei tentacoli esterni cagionata direttamente da oggetti lasciati in contatto colle loro glandule. — Periodi d'inflessione incipiente e di successiva ri-tensione. — Piccolezza estrema delle particelle atte a causare l'inflessione. — Azione sotto acqua. — Inflessione dei tentacoli esterni quando le loro glandule vengono eccitate da tocchi ripetuti. — Goccie d'acqua cadute non causano inflessione.

In questo capitolo e nei seguenti darò alcuni dei molti esperimenti fatti, che illustreranno meglio il modo ed il grado di movimento dei tentacoli, eccitati in varie guise. Le glandule soltanto sono in tutti i casi ordinari suscettibili d'eccitamento. Allorchè vengono eccitate non si muovono nè cangiano esse stesse di forma, ma trasmettono un impulso motore alla parte curvantesi dei loro propri tentacoli e dei vicini, e sono così portate verso il centro della foglia. Strettamente parlando, le glandule dovrebbero venir chiamate irritabili, poichè il termine *sensitive* implica generalmente intima conoscenza; ma niuno suppone che la Sensitiva sia consapevole, ed avendo io trovato il termine conveniente, l'userò senza scrupolo. Comincierò dai movimenti dei tentacoli esterni, quando vengono indirettamente eccitati da stimolanti applicati alle glandule dei tentacoli corti, sul disco. In questo caso puossi dire che i tentacoli esterni vengono eccitati indirettamente, poichè non si opera sulle loro proprie glandule direttamente. Lo stimolo che procede dalle glandule del disco agisce sulla parte curvantesi dei tentacoli, vicino alle loro basi, e (come si proverà più sotto) non corre dapprima su pei picciuoli fino alle glandule per esser poi riflesso indietro al punto dell'incurvamento. Nondimeno qualche influenza sale alle glandule facendole secernere in maggior abbondanza e rendendo acida la secrezione. Credo che quest'ultimo fatto sia del tutto nuovo nella fisiologia vegetale; infatti solo di recente fu stabilito che nel regno animale un'influenza può venir trasmessa lungo i nervi alle glandule, modificando il loro potere di secrezione, indipendentemente dallo stato dei vasi sanguigni.

Digitized by Google

Inflessione dei tentacoli esterni causata dalle glandule del disco eccitate da tocchi ripetuti o da oggetti lasciati in contatto con esse.

Le glandule centrali d'una foglia vennero irritate con uno spazzolino di rigidi peli di camello, ed in 70 minuti parecchi dei tentacoli esterni erano piegati; in 5 ore lo erano tutti i tentacoli marginali; la mattina seguente, dopo un intervallo di circa 22 ore, essi erano pienamente raddrizzati. In tutti i casi seguenti il periodo è calcolato dal tempo della prima irritazione. Un'altra foglia trattata nella stessa maniera ebbe curvati alcuni tentacoli in 20 minuti; in 4 ore erano piegati tutti i tentacoli sottomarginali ed alcuni degli estremi marginali, come pure l'orlo stesso della foglia; in 17 ore essi avevano ricuperata la loro propria posizione distesa. Posi dipoi una mosca morta nel centro della foglia ultimamente accennata, e la mattina seguente essa era strettamente afferrata; cinque giorni dopo la foglia era raddrizzata ed i tentacoli colle loro glandule circondate da secrezione erano pronti ad agire di nuovo.

Particelle di carne, mosche morte, pezzettini di carta, di legno, di musco seccato, di spugna, di ceneri, di vetro ecc. furono posti replicatamente su foglie, e questi oggetti erano bene abbracciati in vari periodi da un'ora sino anche a 24 e lasciati liberi nuovamente dalla foglia, pienamente ri-distesa, in periodi da uno o due giorni fino a sette e persino a dieci, secondo la natura degli oggetti. Sopra una foglia che avea pigliato naturalmente due mosche e perciò s'era già chiusa e riaperta una o più probabilmente due volte, posi una mosca fresca: in 7 ore essa era moderatamente ed in 21 ore perfettamente bene afferrata cogli orli della foglia incurvati. In due giorni e mezzo la foglia era quasi distesa; essendo l'oggetto eccitante un insetto, questo periodo inusitatamente breve era dovuto senza dubbio all'esser la foglia stata in azione recentemente. Avendo lasciato questa foglia stessa in riposo per un solo giorno, vi posi sopra un'altra mosca ed essa si chiuse di nuovo, ma questa volta molto adagio; tuttavia in meno di due giorni le riuscì d'afferrare perfettamente la mosca.

Quando si pone un piccolo oggetto sulle glandule del disco da una parte della foglia, quanto più si può vicino alla sua circonferenza, vengono eccitati primieramente i tentacoli da questa parte; quelli dalla parte opposta lo sono molto più tardi, ovvero, come spesso avvenne, non lo sono affatto. Ciò fu replicatamente provato da esperienze con pezzettini di carne; ma io darò qui solamente il caso d'una mosca minuta, pigliata naturalmente ed ancora viva, ch'io trovai aderente colle sue zampe delicate alle glandule sull'estremo lato sinistro del disco centrale. I tentacoli marginali da questa parte si piegarono internamente e uccisero la mosca, e dopo qualche tempo anche l'orlo della foglia da questa parte divenne incurvato, e così rimasero per parecchi giorni, mentre nè i tentacoli nè l'orlo dal lato opposto erano minimamente mutati di posizione.

Digitized by Google

Se si scelgono foglie giovani ed attive, particelle inorganiche non più grandi del capo d'un piccolo spillo, poste sulle glandule centrali, fanno talvolta curvare verso l'interno i tentacoli esteriori. Ciò però segue assai più sicuramente e rapidamente, se l'oggetto contiene sostanza nitrogenata che possa venir disciolta dalla secrezione. In un'occasione osservai l'inusitata vicenda seguente. Piccoli pezzetti di carne cruda (che agisce più energicamente d'ogni altra sostanza), di carta, di musco seccato e delle bàrbe d'una penna vennero posti su parecchie foglie ed essi furono ben abbracciati ugualmente in circa due ore. In altre occasioni vennero pesate le sostanze su accennate, o più comunemente particelle di vetro, di cenere di carbone (presa dal fuoco), di pietra, di foglia d'oro, d'erba seccata, di sughero, di carta sugante, di bambagia e di capelli ravvolti a pallottola, e queste sostanze, benchè fossero talvolta bene abbracciate, non causarono spesso movimento di sorta nei tentacoli esterni, ovvero cagionarono un movimento estremamente leggiero e lento. Tuttavia fu provato che queste stesse foglie erano in istato attivo, allorchè erano eccitate a muoversi da sostanze producenti materia nitrogenata solubile, come pezzetti di carne cruda od arrostita, il tuorlo od il bianco d'uova bollite, frammenti d'insetti di tutte le specie, ragni, ecc. Darò qui soltanto due esempi. Si posero sui dischi di parecchie foglie mosche minute e su altri palline di carta, pezzettini di musco e di penna di grandezza all'incirca uguale alle mosche, e queste ultime erano ben abbracciate in alcune ore, mentre dopo 25 ore soltanto pochissimi tentacoli erano piegati sugli altri oggetti. I pezzetti di carta, di musco e di penna vennero poscia tolti da queste foglie e si posero su di esse piccoli pezzi di carne cruda; ed allora tutti i tentacoli s'incurvarono tosto energicamente.

Di nuovo vennero poste sui centri di tre foglie particelle di cenere di carbone (che pesavano qualche cosa di più delle mosche usate nell'ultimo esperimento); dopo un intervallo di 19 ore solamente una delle particelle era abbracciata passabilmente bene; una seconda lo era da pochissimi tentacoli ed una terza da nove. Tolsi allora le particelle dalle ultime due foglie e vi posi sopra mosche uccise di recente. Esse furono abbracciate abbastanza bene in sette ore e mezzo e perfettamente dopo venti ore e mezzo; i tentacoli rimasero incurvati per molti giorni successivi. Dall'altra parte, quella foglia che aveva abbracciato discretamente bene nel corso di 19 ore il pezzetto di cenere, ed alla quale non era stata data alcuna mosca, dopo un soprappiù di 33 ore (cioè in 52 ore dal tempo in cui era stata posta la cenere) era completamente ri-distesa e pronta ad agire di nuovo.

Da questi ed altri numerosi esperimenti, che ora non val la pena di qui riportare, è certo che sostanze inorganiche o certe sostanze organiche che non vengono intaccate dalla secrezione, agiscono con molto minor prestezza ed efficacia di sostanze organiche producenti materia solubile, che è assorbita. Inoltre io mi sono imbattuto in pochissime eccezioni alla regola che i tentacoli rimangono abbracciati per un tempo assai più lungo sopra corpi organici della natura testè indicata, che

Digitized by Google

su quelli che non risentono alcuna influenza dalla secrezione o su oggetti inorganici; e queste eccezioni dipendevano chiaramente dall'esser la foglia stata in azione troppo recentemente (1).

Inflessione dei tentacoli esterni cagionata direttamente da oggetti lasciati in contatto colle loro glandule.

Io feci un gran numero di prove ponendo col mezzo d'un ago fino inumidito con acqua distillata, e coll'aiuto d'una lente, delle particelle di varie sostanze sulla secrezione viscida circostante alle glandule dei tentacoli esterni. Io feci esperimenti tanto sulle glandule ovali che su quelle a testa appuntata. Quando si pone così una particella sopra una sola glandula, il movimento del tentacolo è particolarmente osservabile in contrasto colla condizione stazionaria dei tentacoli circostanti (vedi fig. 6). In quattro casi piccole particelle di carne cruda fecero piegare assai i tentacoli in un tempo da 5 a 6 minuti. Un altro tentacolo trattato alla stessa maniera ed osservato con cura speciale, cangiò distintamente, quantunque leggermente, la sua posizione in 10 secondi; e questo è il movimento più rapido da me veduto. In due minuti e trenta secondi esso avea percorso un angolo di circa 45°. Il movimento veduto attraverso una lente somigliava a quello dell'ago d'un grande orologio. In 5 minuti esso avea percorso 90°, e quando lo guardai di nuovo dopo 10 minuti, la particella avea raggiunto il centro della foglia, sicchè l'intero movimento s'era compiuto in meno di 17 minuti, 30 secondi. Nel corso d'alcune ore questo minuto pezzetto di carne, per essere stato portato in contatto con alcune delle glandule del disco centrale, agì con forza centrifuga sui tentacoli esterni, che divennero tutti strettamente inflessi. Frammenti di mosche vennero posti nelle

(1) In seguito alla straordinaria opinione sostenuta dal sig. ZIEGLER (*Comptes rendus*, maggio 1872, p. 122), che se si tengono per un momento fra le dita sostanze albuminose, queste acquistano la proprietà di far contrarre i tentacoli della Drosera, laddove se non sono così tenute esse non hanno una tale facoltà; io tentai alcuni esperimenti con grande cura, ma i risultati non confermarono quell'opinione. Delle ceneri infuocate tratte dal fuoco, e dei pezzetti di vetro, di filo, di carta sugante e di sottili fette di sughero dapprima immerse in acqua bollente, furono indi poste (ogni strumento con cui furono toccate essendo stato primieramente posto nell'acqua bollente) sopra le glandule di parecchie foglie, ma esse agirono precisamente nella stessa maniera d'altre particelle che appositamente erano state maneggiate per qualche tempo. Pezzetti d'uovo bollito, tagliato con un temperino che era stato lavato nell'acqua bollente, agirono pure come ogni altra sostanza animale. Io soffiai talune foglie per più d'un minuto e ripetei l'atto due o tre volte colla mia bocca accosto ad esse, ma ciò non produsse alcun effetto. Posso qui aggiungere, come dimostrazione, che le foglie non risentono alcuna influenza dall'odore di sostanze nitrogenate, che pezzi di carne cruda attaccati sopra spilli vennero fissati il più possibilmente vicino a parecchie foglie, però senza contatto effettivo, ma non produssero effetto di sorta. D'altronde, come vedremo di poi, i vapori di certe sostanze e i fluidi volatili, come carbonato d'ammoniaca, cloroformio, certi olii essenziali, ecc. causano inflessione. Il sig. ZIEGLER asserisce cose ancora più straordinarie riguardo al potere delle sostanze animali che sono state lasciate presso al solfato di chinino, ma non in contatto con esso. L'azione dei sali di chinino sarà descritta in un futuro capitolo. Dopo la comparsa dello scritto sopra menzionato, il sig. ZIEGLER ha pubblicato un libro sullo stesso soggetto, intitolato: *Atonicité et Zoicité*, 1874.

Digitized by Google

glandule di quattro dei tentacoli esterni distesi nel piano stesso della lamina, e tre di questi frammenti furono portati in 35 minuti lungo un angolo di 180° al centro. Il frammento sul quarto tentacolo era assai minuto e non ci vollero meno di tre ore perchè venisse portato al centro. In tre altri casi mosche minute o parti di più grandi vennero portate al centro in un'ora e 30 secondi. In questi sette casi, i frammenti o le piccole mosche, che erano state portate da un solo tentacolo alle glandule centrali, vennero strettamente abbracciate dagli altri tentacoli dopo un intervallo da 4 a 10 ore.

Io posi nel modo or ora descritto anche sei piccole palline di carta da scrivere (rotolate col mezzo di pinzette, sicchè non vennero toccate dalle mie dita) sulle glandule di sei tentacoli esterni su foglie distinte; tre di essi vennero portati al centro in un'ora circa, e gli altri tre in poco più di quattro ore; ma dopo 24 ore solo due delle sei pallottole erano bene abbracciate dagli altri tentacoli. È possibile che la secrezione abbia disciolta una traccia di colla o di materia animalizzata nelle palline di carta. Quattro particelle di cenere di carbone vennero poscia poste sulle glandule di quattro tentacoli esterni; uno di questi raggiunse il centro in 3 ore e 40 minuti; il secondo in 9 ore; il terzo entro 24 ore, ma aveva fatto soltanto parte del cammino in 9 ore; mentre il quarto percorse soltanto uno spazio molto breve in 24 ore, nè proseguì più mai. Dei suddetti tre pezzetti di cenere che vennero portati ultimamente al centro, uno soltanto era abbracciato da molti degli altri tentacoli. Vediamo qui chiaramente che corpi tali, come delle particelle di cenere o delle piccole pallottole di carta, dopo esser portate dai tentacoli alle glandule centrali, agiscono assai diversamente dai frammenti di mosche, nel cagionare il movimento dei tentacoli circostanti.

Io feci, senza ricordare accuratamente le durate del movimento, molte simili prove con altre sostanze, quali scheggie di vetro bianco e turchino, particelle di sughero, piccoli pezzetti d'oro in foglia, ecc., e variava molto il numero proporzionale dei casi, in cui i tentacoli arrivavano al centro o si muovevano solo leggermente, o non si muovevano affatto. Una sera si posero particelle di vetro e di sughero, alquanto più grandi delle impiegate usualmente, su circa una dozzina di glandule e la mattina seguente, dopo 13 ore, ogni singolo tentacolo avea portato il suo piccolo carico al centro; ma per questo risultato devesi tener conto della grandezza inusitata delle particelle. In un altro caso 6|7 delle particelle di cenere, vetro, filo, poste su glandule separate vennero portate verso il centro od effettivamente nel centro; in un altro caso 7|9, in un altro 7|12, e nell'ultimo caso solo 7|26 vennero così portate internamente, dovendosi qui la piccola proporzione, almeno in parte, all'essere le foglie piuttosto vecchie ed inattive. Talvolta si potè vedere con una forte lente una glandula, col suo carico leggiero, percorrere una distanza estremamente breve e poi fermarsi; ciò era specialmente facile ad accadere quando particelle eccessivamente minute, molto minori di quelle di cui

Digitized by Google

si daranno immediatamente le dimensioni, erano poste sopra glandule; sicchè noi qui abbiamo quasi il limite infimo dell'azione sui tentacoli.

Io fui tanto sorpreso della piccolezza delle particelle che facevano ripiegare fortemente i tentacoli, che mi sembrò valer ben la pena d'accertare accuratamente fino a qual punto di piccolezza una particella potrebbe sensibilmente agire. Conseguentemente delle lunghezze misurate d'una strisciolina di carta sugante, d'un filo sottile e d'un capello di donna, furono esattamente pesati per me dal signor Frenham Reeks in un'eccellente bilancia nel laboratorio in Jermyn-Street. Poi si tagliarono corti pezzetti di carta, filo e capello e si misurarono con un micrometro, di modo che i loro pesi poterono essere facilmente calcolati. I pezzetti vennero posti sulla secrezione viscida circostante alle glandule dei tentacoli esterni, colle precauzioni già stabilite, ed io son certo che la glandula stessa non fu mai toccata; nè un solo tocco avrebbe certamente prodotto alcun effetto. Un pezzetto della carta sugante, del peso di $^1/_{465}$ di grano, fu posto come a riposare su tre glandule insieme, e tutti i tre tentacoli si curvarono adagio verso l'interno; ogni glandula quindi, supponendo che il peso fosse giustamente distribuito, potrebbe esser stata gravitata da solo $^1/_{1395}$ di grano o 0,0464 di milligrammo. Cinque pezzetti quasi uguali di filo furono provati e tutti agirono. Il più corto di essi era lungo $^1/_{50}$ di pollice e pesava $^1/_{8197}$ di grano. In questo caso il tentacolo fu considerevolmente piegato in un'ora e 30 minuti ed il pezzetto di filo fu portato al centro della foglia in un'ora e 40 minuti. Di nuovo due particelle dell'estremità più sottile d'un capello di donna, una d'esse lunga $^{18}/_{1000}$ d'un pollice e del peso di $^1/_{35714}$ di grano, l'altra lunga $^{19}/_{1000}$ e di peso naturalmente un po' maggiore, furono poste su due glandule sui lati opposti della stessa foglia, e questi due tentacoli furono inflessi fino a mezza strada verso il centro in un'ora e 10 minuti; tutti i molti altri tentacoli attorno la stessa foglia rimasero immobili. L'aspetto di questa foglia mostrò in maniera non equivoca che quelle minute particelle bastavano a far piegare i tentacoli. In tutto si posero 10 di tali particelle di capello sopra dieci glandule di diverse foglie, e sette di esse fecero muovere i tentacoli in modo assai evidente. La particella più piccola che fu provata e che agì sensibilmente era lunga solo $^9/_{1000}$ di pollice (0,203 di un millimetro) e pesava $^1/_{78740}$ di grano o 0,000822 di milligrammo. In questi diversi casi non solo l'inflessione dei tentacoli era evidentissima, ma il fluido purpureo nell'interno delle loro celle si era aggregato in piccole masse di protoplasma, nel modo che descriveremo nel prossimo capitolo; e l'aggregazione era così chiara, ch'io potei, con questa sola guida, discernere prontamente sotto il microscopio tutti i tentacoli, che aveano portato i loro leggeri carichi verso il centro, dalle centinaia di altri tentacoli sulle stesse foglie che non aveano agito in tal modo.

La mia sorpresa fu grandemente eccitata, non solamente dalla minutezza delle particelle che cagionavano movimento, ma dal veder in qual modo era loro possi-

Digitized by Google

bile d'agire sulle glandule; giacchè devesi rammentare che esse venivano poste colla massima cura sulla superficie convessa della secrezione. Dapprima credetti, ma, come ora so, erroneamente, che particelle d'un peso specifico sì basso come quelle di sughero, di filo e di carta non verrebbero mai in contatto colle superficie delle glandule. Le particelle non possono agire semplicemente per essere il loro peso aggiunto a quello della secrezione, perchè piccole goccie d'acqua, molto più pesanti delle particelle, vennero ripetutamente aggiunte, e mai produssero alcun effetto. Nè deve produrre alcun effetto il disturbo recato alla secrezione, giacchè dei lunghi filamenti di viscosità furono tratti con uno spillo e fissati ad alcuni oggetti vicini, poi lasciati così per ore; ma i tentacoli rimasero immobili.

Io tolsi anche accuratamente la secrezione da quattro glandule con un pezzo di carta sugante fatto a punta acuta, sicchè esse per un certo tempo furono esposte nude all'aria, ma ciò non cagionò alcun movimento; tuttavia queste glandule erano in uno stato d'attività, poichè scorse 24 ore esse furono provate con pezzetti di carne e tutte divennero rapidamente inflesse. Allora mi pensai che particelle galleggianti sulla secrezione getterebbero ombra sulle glandule che potrebbero essere sensibili all'intercezione della luce. Benchè ciò apparisse assai improbabile, dacchè scheggie minute e sottili di vetro incoloro agivano potentemente, nulladimeno, allorchè fu buio, per mezzo d'una sola candela di sevo, posi con tutta la prestezza possibile sulle glandule d'una dozzina di tentacoli delle particelle di sughero e di vetro, nonchè su altre glandule alcune di carne, e li copersi in modo che un raggio di luce non potesse penetrarvi; ma il mattino seguente dopo un intervallo di 13 ore tutte le particelle erano portate ai centri delle foglie.

Questi risultati negativi mi condussero a fare molti esperimenti di più, ponendo delle particelle sulla superficie delle goccie di secrezione ed osservando colla maggior cura possibile se esse le penetravano onde toccare la superficie delle glandule. La secrezione pel suo peso forma generalmente uno strato più denso sulle parti inferiori che sulle superiori delle glandule, qualunque sia la posizione dei tentacoli. Si provarono minuti pezzetti di sughero secco, di filo, di carta sugante e di ceneri di carbone, quali quelli primieramente adoperati, ed allora osservai che essi assorbivano nel corso d'alcuni minuti molto maggior quantità di secrezione di quello che io avrei creduto possibile; ed essendo stati posti sulla superficie superiore della secrezione, ove essa è più chiara, essi furono spesso tratti giù dopo un certo tempo in contatto almeno con qualche punto della glandula. Riguardo alle schegge minute di vetro ed alle particelle di capello, osservai che la secrezione si spande lentamente sulla loro superficie, per la qual cosa esse sono parimenti tirate all'ingiù o verso un lato, e così un'estremità o qualche piccola prominenza viene spesso a toccare, presto o tardi, la glandula.

Nei casi precedenti e seguenti è probabile che le oscillazioni a cui è sottoposta continuamente la mobiglia in ogni stanza aiuti a portare le particelle in contatto

Digitized by Google

colle glandule. Ma essendo talvolta difficile, in causa della rifrazione della secrezione, di assicurarsi se le particelle erano in contatto, tentai il seguente esperimento. Si posero dolcemente sulle goccie attorno a diverse glandule delle particelle estremamente minute di vetro, di capello e di sughero, e pochissimi tentacoli si mossero. Quelli che non erano stati affetti furono lasciati tranquilli per circa mezz'ora e le particelle furono poi disturbate od alzate su parecchie volte con uno spillo sottile sotto il microscopio, senza toccare le glandule. Ed ecco che nel corso d'alcuni minuti quasi tutti i tentacoli fin allora immobili cominciarono a muoversi; e ciò era causato senza dubbio dall'essere un'estremità o qualche prominenza delle particelle venuta a contatto colla superficie delle glandule. Ma essendo le particelle straordinariamente piccole, il movimento fu leggero.

Finalmente, si adoperò del vetro turchino oscuro pestato in sottili scheggie, affinchè si potessero meglio distinguere le punte delle particelle quando erano immerse nella secrezione; e tredici di tali particelle vennero poste in contatto colla parte pendente, e perciò più densa delle goccie, attorno ad altrettante glandule. Cinque tentacoli cominciarono a moversi dopo un intervallo di alcuni minuti, ed in questi casi io vidi chiaramente che le particelle toccavano la superficie inferiore della glandula. Un sesto tentacolo si mosse dopo un'ora e 45 minuti, e la particella era ora in contatto colla glandula, ciò che non era dapprima. Così fu col settimo tentacolo, ma il suo movimento non cominciò prima che fossero scorse 3 ore e 45 minuti. I sei tentacoli rimanenti non si mossero mai durante tutto il tempo che furono osservati, e le particelle non vennero chiaramente mai in contatto colla superficie delle glandule.

Da questi esperimenti apprendiamo che le particelle non contenenti materia solubile, quando sono poste sulle glandule, fanno spesso che i tentacoli comincino a piegarsi in un intervallo da uno a cinque minuti, e che in tali casi le particelle devono fin da principio venire in contatto colla superficie delle glandule. Quando i tentacoli non cominciano a moversi per un tempo molto più lungo, cioè da mezz'ora a tre o quattro ore, ciò avviene perchè le particelle sono state portate adagio a contatto colle glandule o per esser la secrezione assorbita dalle particelle o pel suo spandersi progressivo al disopra d'esse insieme alla conseguente più rapida sua evaporazione. Quando i tentacoli non si muovono del tutto, le particelle non sono mai venute in contatto colle glandule o in alcuni casi i tentacoli possono non esser stati in una condizione attiva. Per eccitare movimento è indispensabile che le particelle posino effettivamente sulle glandule; giacchè un tocco ripetuto una, due e persino tre volte da un corpo duro non è sufficiente ad eccitare il movimento.

Si può qui dare un altro esperimento per dimostrare che le particelle estremamente minute agiscono sulle glandule quando sono immerse nell'acqua. Un grano di solfato di chinino fu aggiunto ad un'oncia d'acqua, che non venne di poi filtrata; e avendo posto tre foglie in novanta goccie di questo fluido, io fui assai

Digitized by Google

sorpreso di trovare che tutte le tre foglie s'erano molto piegate in 15 minuti; poichè io sapeva per esperimenti precedenti che la soluzione non agisce altrettanto rapidamente. Pensai tosto che le particelle del sale non disciolto, che erano sì leggiere da stare a galla, potessero esser venute a contatto colle glandule ed aver prodotto quel rapido movimento. Per conseguenza aggiunsi ad un po' d'acqua distillata un pizzico d'una sostanza affatto innocente, cioè del precipitato di carbonato di calce, che consiste in una polvere finissima; agitai la mistura ed ottenni così un fluido simile a latte chiaro. Due foglie vi vennero immerse ed in 6 minuti quasi ogni tentacolo era molto piegato. Sottoposi una di quelle foglie al microscopio e vidi atomi innumerevoli di calce aderenti alla superficie esterna della secrezione. Alcuni però l'avevano penetrata e giacevano sulla superficie delle glandule; ed erano senza dubbio quelle particelle che aveano cagionato il piegamento dei tentacoli. Quando una foglia è immersa nell'acqua, la secrezione si gonfia molto sul momento; ed io opino che essa vien rotta qua e là, sicchè piccole correnti d'acqua vi precipitano. Se è così, noi possiamo comprendere come gli atomi di calce, che giacciono sulla superficie delle glandule, penetrino attraverso la secrezione. Chiunque abbia stropicciato fra le dita precipitato di calce avrà sentito quanto eccessivamente fina è la polvere. Senza dubbio vi deve essere un limite, al di là del quale una particella sarebbe troppo piccola per agire sopra una glandula; ma quale sia questo limite, io non lo so. Ho veduto spesso fibre e polvere, che erano cadute dall'aria, sulle glandule di piante tenute in mia stanza, ma esse non produssero mai alcun movimento; allora però tali particelle giacevano sulla superficie della secrezione e non giungevano mai alla glandula stessa.

In conclusione, è un fatto straordinario che un pezzettino di morbido filo, lungo $^1/_{50}$ di pollice e del peso di $^1/_{8197}$ di grano, o di capello umano, lungo $^8/_{1000}$ di pollice e del peso di solo $^1/_{78740}$ di grano (0,000822 d'un milligrammo), o particelle di calce precipitata, dopo aver riposato per breve tempo sopra una glandula, debba produrre alterazione nelle sue cellule, eccitandole a trasmettere un impulso motore lungo l'intera lunghezza del picciuolo, consistente di circa venti cellule, sino presso alla sua base, facendo piegare questa parte e facendo percorrere al tentacolo un angolo di oltre 180°. Che il contenuto delle cellule delle glandule e poi quello dei picciuoli siano eccitati in modo chiaramente visibile dalla pressione di minute particelle, sarà dimostrato con grande evidenza, quando tratteremo dell'aggregazione del protoplasma. Ma il caso è molto più notevole di quanto io abbia indicato, perocchè le particelle sono sostenute dalla viscosa e densa secrezione; tuttavia, delle particelle ancora più piccole di quelle di cui si diedero le misure, quando vengano portate da un movimento insensibilmente lento, per virtù dei mezzi sopra indicati, in contatto colla superficie d'una glandula, agiscono su di essa ed il tentacolo si piega. La pressione esercitata dalla particella di capello, che pesava solamente $^1/_{78740}$ di grano ed era sostenuto da un denso fluido, deve esser

Digitized by Google

stata d'una leggerezza inconcepibile. Possiamo supporre che appena potrebbe aver eguagliato il milionesimo di grano; e vedremo più sotto che assai meno d'un milionesimo di grano di fosfato d'ammoniaca in soluzione, quando viene assorbito da una glandula, agisce su di essa e causa movimento. Un pezzetto di capello, lungo $^1/_{50}$ di pollice, e quindi molto maggiore di quelli usati negli altri esperimenti, non fu sentito quando lo si pose sulla mia lingua; ed è oltremodo incerto se alcun nervo del corpo umano, anche se si trova in stato d'infiammazione, sarebbe in qualche modo eccitato da una tale particella sostenuta in un fluido denso e portata lentamente in contatto del nervo. Al contrario le cellule delle glandule della Drosera sono da tali briciole eccitate a trasmettere un impulso motore ad un punto distante, cagionando movimento. Mi pare che difficilmente fatto più notevole sia stato osservato nel regno vegetale.

Inflessione dei tentacoli esterni, quando le loro glandule sono eccitate da replicati tocchi.

Abbiamo già veduto che se si eccitano le glandule centrali col toccarle delicatamente, esse trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni, facendoli curvare; ora abbiamo da considerare gli effetti che seguono quando le stesse glandule dei tentacoli esterni vengono toccate. In parecchie occasioni, si toccò un gran numero di glandule solo una volta con uno spillo o con una spazzola fina, dura abbastanza da piegare l'intero tentacolo flessibile; e quantunque ciò debba aver cagionato una pressione mille volte più grande del peso delle particelle sopra descritte, pure non si mosse alcun tentacolo. In altra occasione quarantacinque glandule sopra undici foglie vennero toccate una, due e persino tre volte con uno spillo o con una rigida setola. Ciò fu fatto colla maggior prestezza possibile, ma con forza sufficiente per piegare i tentacoli; tuttavia soltanto sei di essi si curvarono — tre chiaramente, e tre in grado leggiero. Per accertarmi se quei tentacoli che non vennero eccitati si trovavano in uno stato d'efficienza, furon posti dei pezzetti di carne su dieci di essi, e tosto divennero tutti assai incurvati. D'altra parte, quando un gran numero di glandule veniva toccato quattro, cinque o sei volte colla stessa forza di prima, facendo uso d'uno spillo o di un'acuta scheggia di vetro, un numero molto maggiore di tentacoli s'incurvava; ma il risultato era così incerto da sembrar capriccioso. Per esempio, io toccai nella maniera suddetta tre glandule, che per accidente erano straordinariamente sensitive, e tutte e tre si curvarono quasi così rapidamente come se vi fossero stati posti sopra dei pezzetti di carne. In altra occasione diedi un unico colpo forte ad un numero considerevole di glandule e nessuno si mosse; ma queste stesse glandule, dopo un intervallo di alcune ore, essendo toccate quattro o cinque volte con uno spillo, parecchi tentacoli divennero tosto incurvati.

Digitized by Google

Il fatto che un solo tocco o persino due o tre non cagionano incurvamento, deve riuscire di grande utilità alla pianta; così durante tempo burrascoso, le glandule senza dubbio vengono casualmente toccate dagli altri steli d'erba o da altre piante che crescono là appresso; e sarebbe un gran male se i tentacoli venissero così portati in azione, giacchè l'atto di ri-tensione esige un tempo considerevole, e finchè i tentacoli non sono tesi di bel nuovo, non possono pigliar preda. D'altronde un'estrema sensitività a leggiera pressione è della più alta utilità alla pianta; giacchè, come abbiamo veduto, se i piedi delicati d'un insetto minuto dibattentesi premono pure così leggermente sulla superficie di due o tre glandule, i tentacoli che portano quelle glandule s'arricciano tosto verso l'interno e portano con sè l'insetto al centro, facendolo abbracciare dopo qualche tempo da tutti i tentacoli della circonferenza. Nulladimeno i movimenti della pianta non sono perfettamente adatti alle sue esigenze; perocchè se un pezzetto di musco secco, di torba o d'altro detrito è soffiato sul disco, come spesso accade, i tentacoli l'afferrano senza alcuno scopo. Essi però scoprono tosto il loro inganno e rilasciano tali oggetti non nutritivi.

È anche un fatto notevole, che le goccie d'acqua che cadono da un'altezza sotto forma di pioggia sia naturale, sia artificiale, non fanno movere i tentacoli; pure le goccie devono colpire le glandule con forza considerevole, più specialmente dopo che la secrezione è stata tutta lavata via da pioggia pesante; e ciò accade spesso, quantunque la secrezione sia così viscosa che può venir tolta con difficoltà solamente agitando le foglie nell'acqua. Se le goccie d'acqua che cadono sono piccole, esse restano aderenti alla secrezione, il peso della quale deve venir aumentato in grado assai maggiore che coll'aggiunta di particelle minute di materia solida; tuttavia le goccie non fanno mai incurvare i tentacoli. Evidentemente sarebbe stato gran male per la pianta (come nel caso di tocchi accidentali) se i tentacoli venissero stimolati a piegarsi per ogni rovescio di pioggia; ma da questo male si trovano scevre le glandule o essendo divenute, per abitudine, insensibili ai colpi ed alla pressione prolungata di goccie d'acqua, o essendo esse state rese sensibili unicamente al contatto di corpi solidi. Vedremo più sotto che i filamenti sulle foglie di Dionea sono parimente insensibili all'urto di fluidi, benchè squisitamente sensibili ai tocchi momentanei di un corpo solido.

Quando il picciuolo d'un tentacolo è mozzato da un paio di forbici affilate precisamente sotto la glandula, il tentacolo generalmente si piega. Tentai ripetutamente questo esperimento, che mi destava viva sorpresa, essendo tutte le altre parti dei picciuoli insensibili ad alcun eccitamento. Questi tentacoli senza capo dopo alcun tempo si raddrizzano; ma tornerò su questo argomento. D'altra parte io riuscii all'occasione a schiacciare una glandula fra un paio di pinzette, ma ciò non causò incurvamento. In quest'ultimo caso i tentacoli sembrano paralizzati, come parimenti segue per l'azione di soluzioni troppo forti di certi sali e pel

Digitized by Google

calore troppo grande, mentre soluzioni degli stessi sali più deboli ed un calore più mite causano movimento. Vedremo anche nei capitoli futuri che vari altri fluidi, alcuni vapori, e l'ossigeno (dopo che la pianta è stata privata per qualche tempo della sua azione) producono tutti curvamento, e ciò risulta parimenti da una corrente galvanica indotta (1).

(1) Mio figlio Francesco, guidato dalle osservazioni del dott. Burdon Sanderson sulla Dionea trova che se due spilli sono piantati nella nervatura d'una foglia di Drosera, i tentacoli non si muovono; ma che se sono piantati simili spilli in connessione colla ruota secondaria d'un apparato induttivo Du Bois, i tentacoli si curvano verso l'interno nel corso di alcuni minuti. Mio figlio spera di pubblicar presto una relazione delle sue osservazioni.

Digitized by Google

CAPITOLO III.

AGGREGAZIONE DEL PROTOPLASMA DENTRO LE CELLULE DEI TENTACOLI

Natura del contenuto delle cellule prima dell'aggregazione. — Varie cause che eccitano l'aggregazione. — Il processo comincia entro le glandule e passa ai tentacoli. — Descrizione delle masse aggregate e dei loro movimenti spontanei. — Correnti di protoplasma lungo le pareti delle cellule. — Azione del carbonato d'ammoniaca. — Le granulazioni nel protoplasma che scorre lungo le pareti si collegano alle masse centrali. — Minuta quantità di carbonato d'ammoniaca che cagiona l'aggregazione. — Azione d'altri sali d'ammoniaca. — Di altre sostanze, fluidi organici, ecc. — Dell'acqua. — Del calore. — Nuova dissoluzione delle masse aggregate. — Cause immediate dell'aggregazione del protoplasma. — Sommario ed osservazioni conclusionali. — Osservazioni supplementari sull'aggregazione nelle radici delle piante.

Io interromperò qui la mia relazione dei movimenti delle foglie e descriverò il fenomeno dell'aggregazione, al qual argomento ho già accennato. Se si esaminino i tentacoli d'una foglia giovane, purchè pienamente sviluppata, che non sia mai stata eccitata nè si sia mai incurvata, si vedrà che le cellule formanti i picciuoli contengono un omogeneo fluido purpureo. Le pareti sono foderate d'uno strato di protoplasma incoloro, circolante; ma si può veder ciò molto più distintamente dopo che il processo d'aggregazione sia stato in parte provocato. Il fluido purpureo che essuda da un tentacolo schiacciato è alquanto consistente e non si mescola coll'acqua circostante; esso contiene molta materia fioccosa o granulare. Ma questa sostanza può esser stata generata dalle cellule che vennero schiacciate, essendo stato in tal modo quasi istantaneamente cagionato qualche grado d'aggregazione.

Se si esamina un tentacolo alcune ore dopo che la glandula è stata eccitata da ripetuti tocchi o da una particella organica od inorganica posta su di essa o dall'assorbimento di certi fluidi, esso presenta un aspetto interamente cangiato. Le cellule, invece d'esser ripiene di fluido purpureo omogeneo, contengono ora masse di materia purpurea variamente conformate, sospese in un fluido incoloro o quasi incoloro. Il cambiamento è così grande che lo si vede per mezzo d'una debole lente e persino talora ad occhio nudo; i tentacoli hanno ora un aspetto picchiettato, sicchè uno di essi affetto in tal modo puossi discernere facilmente da tutti gli altri. Lo stesso risultato segue se le glandule sul disco vengono irritate in alcun modo, sicchè i tentacoli esterni s'incurvino; giacchè si troverà allora il loro contenuto in uno stato d'aggregazione, benchè le loro glandule non abbiano ancora toccato alcun oggetto. Ma l'aggregazione può aver luogo indipendentemente dall'inflessione come vedremo quanto prima. Da qualsiasi cagione il processo sia stato

Digitized by Google

eccitato, esso comincia entro le glandule e passa ai tentacoli. Ciò può osservarsi molto più distintamente nelle cellule superiori dei picciuoli che entro le glandule, essendo queste alquanto opache. Breve tratto dopo che i tentacoli sono nuovamente distesi, le piccole masse di protoplasma si sciolgono tutte di bel nuovo ed il fluido purpureo entro le celle diviene così omogeneo e trasparente come lo era dapprima. Il processo di ri-dissoluzione sale dalle basi dei tentacoli alle glandule e perciò ha luogo in direzione inversa a quello d'aggregazione. Si mostrarono i tentacoli allo stato d'aggregazione al prof. Huxley, al dott. Hooker ed al dott. Burdon Sanderson, che osservarono i cambiamenti sotto al microscopio e furono molto colpiti dall'intero fenomeno.

Le piccole masse di materia aggregata sono delle forme le più variate, spesso sferiche od ovali, talvolta molto allungate, o affatto irregolari con proiezioni simili ad un nastro o ad una collana o grossamente conformate. Esse consistono di una sostanza densa, apparentemente viscida, che nei tentacoli esterni è d'un colore porporeggiante e nei corti tentacoli del disco verdognola. Queste piccole masse cambiano continuamente di forma e di posizione, non stando mai tranquille. Una singola massa può spesso dividersi in due, che dipoi si riuniscono. I loro movimenti sono alquanto lenti, e somigliano a quelli delle Amebe o dei corpuscoli bianchi del sangue. Possiamo perciò concludere che esse consistono di protoplasma. Se le loro forme sono abbozzate ad intervalli di alcuni minuti, si vede invariabilmente aver esse sofferto grandi cambiamenti di forma; e la stessa cellula è stata osservata per parecchie ore. Diamo qui (fig. 7) otto schizzi rozzi, benchè accurati della stessa cellula, fatti ad intervalli di 2 o 3 minuti circa, i quali illustrano alcuni fra i più semplici e comuni cambiamenti. La cellula *A*, quando fu schizzata per la prima volta, conteneva due masse ovali di protoplasma purpureo toccantisi l'una l'altra. Queste si separarono come si mostra in *B* e poi si riunirono, come si vede in *C*. Dopo l'intervallo successivo si presentò un'apparizione assai comune, cioè *D*, la formazione d'una sfera estremamente minuta ad una estremità d'una massa allungata. Essa crebbe rapidamente in grandezza, come si vede in *E*, e fu poi riassorbita, come in *F*, nel qual tempo un'altra sfera s'era formata all'estremità opposta.

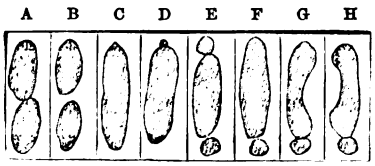

Fig. 7 — *Drosera rotundifolia*.
Diagramma della stessa cellula d'un tentacolo, per dimostrare le varie forme successivamente assunte dalle masse aggregate di protoplasma.

La cellula sopra disegnata era d'un tentacolo di una foglia rosso-oscura, che avea pigliato una piccola tignuola e fu esaminata sott'acqua. Avendo io dapprima creduto che i movimenti delle masse potessero derivare dall'assorbimento dell'acqua, posi una mosca sopra una foglia e quando, dopo 18 ore, tutti i tentacoli

Digitized by Google

furono ben piegati, vennero esaminati senza esser immersi nell'acqua. La cellula qui rappresentata (fig. 8) era di questa foglia e fu schizzata otto volte nel corso di 15 minuti. Questi schizzi offrono alcuni dei cangiamenti più notevoli a cui è sottoposto il protoplasma. Dapprima alla base della cellula 1 eravi una piccola massa sopra un gambo corto, ed una massa maggiore presso l'estremità superiore, ed esse sembravano affatto separate. Nondimeno esse possono essere state unite da un filo fino ed invisibile di protoplasma, poichè in altre due occasioni mentre una massa andava rapidamente crescendo ed un'altra nella stessa cellula andava rapidamente diminuendo, potei, variando la luce ed impiegando una forte lente, scoprire un filo di congiunzione d'estrema tenuità, che serviva evidentemente come canale di comunicazione fra le due masse. D'altronde tali fili congiungenti si vedono talvolta rompersi e le loro estremità allora diventano rapidamente clavate. Gli altri schizzi nella fig. 8 mostrano le forme successivamente assunte.

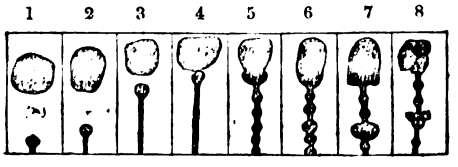

Fig. 8 — *Drosera rotundifolia.*

Diagramma della stessa cellula di un tentacolo, per mostrare le varie forme successivamente assunte dalle masse aggregate di protoplasma.

Poco dopo che il fluido purpureo entro le cellule si è aggregato, le piccole masse galleggiano attorno in un fluido senza colore o quasi senza colore; e lo strato di protoplasma bianco granulare che scorre lungo le pareti può ora esser veduto assai più distintamente. La corrente cammina in modo irregolare su per una parete e giù per l'opposta, generalmente in modo più lento attraverso le strette estremità delle cellule allungate, e così attorno attorno. Ma la corrente cessa qualche volta. Il movimento è spesso ad onde e le loro creste si stendono talora quasi attraverso l'intera larghezza della cellula e poi s'abbassano di bel nuovo. Piccole sfere di protoplasma, apparentemente del tutto libere, sono spesso incalzate dalla corrente attorno alle cellule; e filamenti attaccati alle masse centrali sono portati qua e là, quasi dibattentisi per isfuggire. Insomma una di queste cellule colle masse centrali che sempre cambiano, e lo strato di protoplasma che scorre intorno alle pareti, presenta una scena meravigliosa d'attività vitale.

Si fecero molte osservazioni sul contenuto delle cellule mentre subivano il processo d'aggregazione, ma io non mi diffonderò che su alcuni casi sotto differenti punti di vista. Una piccola porzione di foglia fu mozzata e sottoposta ad una forte lente, e le glandule furono delicatamente strette sotto un compressore. In quindici minuti vidi sfere estremamente piccole di protoplasma che s'aggregavano nel fluido purpureo; esse tanto entro le cellule delle glandule che entro quelle delle estremità superiori dei picciuoli aumentarono rapidamente in grandezza. Si posero anche particelle di vetro, di sughero e di ceneri sulle glandule di molti tentacoli; in un'ora parecchi di essi vennero piegati; ma dopo un'ora e 35 minuti

Digitized by Google

non v'era alcuna aggregazione. Altri tentacoli con queste particelle vennero esaminati dopo 8 ore e adesso tutte le loro cellule avevano subìto aggregazione; così pure le cellule dei tentacoli esterni che erano stati piegati dall'irritazione trasmessa dalle glandule del disco, su cui giaceano le particelle trasportate. Questo fu parimenti il caso dei tentacoli corti attorno ai margini del disco, che non erano stati ancora piegati. Quest'ultimo fatto mostra che il processo d'aggregazione è indipendente dall'inflessione dei tentacoli, della qual cosa abbiamo infatti altra ed abbondante prova. Di nuovo i tentacoli esterni su tre foglie vennero diligentemente esaminati e trovati contenere soltanto fluido purpureo omogeneo; si posero allora piccoli pezzetti di filo sulle glandule di tre di essi e dopo ventidue ore il fluido purpureo nelle loro cellule quasi fino alle loro basi era aggregato in innumerevoli masse di protoplasma, sferiche, allungate o filamentose. I pezzetti di filo erano stati portati qualche tempo prima al disco centrale, e ciò avea fatto incurvare un poco tutti gli altri tentacoli; e le loro celle aveano del pari subìto l'aggregazione, la quale però, come devesi osservare, non si era ancora estesa fino alle loro basi, ma era limitata alle cellule propriamente sotto le glandule.

Non soltanto replicati tocchi sulle glandule (1) ed il contatto di minute particelle causano l'aggregazione, ma se le glandule, senza venir esse stesse offese, sono mozzate dalle sommità de' loro picciuoli, ciò arreca un moderato grado d'aggregazione nei tentacoli privi di capo, dopo ch'essi divennero incurvati. D'altronde se le glandule vengono improvvisamente schiacciate fra le pinzette, come fu provato in sei casi, i tentacoli sembrano paralizzati da un urto sì grande, perocchè nè si piegano nè offrono alcun segno d'aggregazione.

Carbonato d'ammoniaca. — Di tutte le cause che producono l'aggregazione, quella che per quanto io vidi, agisce più rapidamente ed è la più potente, è una soluzione di carbonato d'ammoniaca. Qualunque sia la sua forza, le glandule sono sempre attaccate prima, e diventano tosto affatto opache, così da apparir nere. Per esempio, posi una foglia in alcune goccie d'una soluzione forte, vale a dire, d'una parte in 146 d'acqua (o 3 grani in un'oncia) e l'osservai sotto una forte lente. Tutte le glandule cominciarono ad oscurarsi in 10 secondi; ed in 13 erano immensamente più oscure. In 1 minuto si poterono vedere masse sferiche di protoplasma estremamente piccole levarsi nelle cellule dei picciuoli proprio sotto le glandule, nonchè nei cuscini, su cui le glandule marginali dalle lunghe teste si posano. In parecchi casi il processo passò giù pei picciuoli per una lunghezza due o tre volte quella delle glandule, in circa 10 minuti. Era interessante osservare il processo arrestato momentaneamente ad ogni divisione trasversa fra due cellule, e poi vedere il contenuto trasparente della prossima cellula di sotto tramutarsi quasi colla rapidità del lampo in una massa nuvolosa. Nella parte inferiore dei picciuoli, l'azione procedeva più lenta, sicchè passavano circa 20 minuti prima che le cellule sul mezzo dei tentacoli lunghi marginali e sottomarginali subissero l'aggregazione.

Possiamo dedurre che il carbonato d'ammoniaca è assorbito dalle glandule, non solo dall'essere la sua azione sì rapida, ma dall'essere il suo effetto alquanto differente da quello d'altri sali. Poichè le glandule, quando sono eccitate, secernono un acido che appartiene alla serie acetica, il carbonato viene probabilmente convertito ad un tratto in un sale di questa serie; e tosto vedremo che l'acetato

(1) A giudicare da una relazione delle osservazioni del sig. HECKEL, che io vidi soltanto ora citato nella *Gardener's Chronicle*, 10 ottobre 1874, sembra ch'egli abbia osservato un fenomeno simile negli stami di Berbero, dopo ch'essi sono stati eccitati da un tocco e si sono mossi, giacchè ei dice: « il contenuto d'ogni singola cella si riunisce insieme nel centro della cavità ».

Digitized by Google

d'ammoniaca cagiona l'aggregazione quasi od interamente colla stessa energia del carbonato. Se si aggiungono alcune goccie d'una soluzione d'una parte di carbonato in 437 d'acqua (o un grano ad un'oncia) al fluido purpureo che essuda dai tentacoli schiacciati o alla carta macchiata per essere stropicciata con essi, il fluido e la carta vengono cangiati in uno sporco verde pallido. Nondimeno ancora dopo un'ora e 30 minuti si può scoprire del colore porporino nelle glandule d'una foglia lasciata in una soluzione due volte più forte della suddetta (cioè 2 grani ad un'oncia); e dopo 24 ore le cellule dei picciuoli proprio sotto le glandule contengono ancora sfere di protoplasma d'un fino colore purpureo. Questi fatti dimostrano che l'ammoniaca non era entrata come un carbonato, giacchè altrimenti il colore sarebbe stato smontato. Pertanto ho talora osservato specialmente coi tentacoli a lunga testa sui margini di foglie molto pallide immerse in una soluzione, che le glandule nonchè le cellule superiori dei picciuoli erano scolorate; ed in questi casi presumo che il carbonato inalterato è stato assorbito. L'apparizione sopra descritta che, cioè, il processo d'aggregazione è arrestato per breve tempo ad ogni divisione trasversa, impressiona la mente coll'idea del passaggio della materia da cellula a cellula. Ma subendo le cellule una sotto l'altra l'aggregazione quando si pongono sulle glandule particelle inorganiche ed insolubili, il processo deve essere, almeno in questi casi di cambiamento molecolare, trasmesso dalle glandule, indipendentemente dall'assorbimento d'una materia qualsiasi. Così è possibile sia pure nel caso del carbonato d'ammoniaca. Siccome però l'aggregazione prodotta da questo sale passa giù ai tentacoli più rapidamente che quando particelle insolubili sono poste sulle glandule, è probabile che l'ammoniaca in qualche forma sia assorbita non solo dalle glandule, ma passi giù pei tentacoli.

Avendo esaminata una foglia nell'acqua e trovato il contenuto delle cellule omogeneo, la posi in alcune goccie d'una soluzione d'una parte di carbonato in 437 d'acqua ed attesi alle cellule immediatamente sotto le glandule, ma non feci uso d'una lente forte. In 3 minuti non fu visibile alcuna aggregazione; ma dopo 15 minuti erano formate piccole sfere di protoplasma, più specialmente sotto le glandule marginali a testa lunga; il processo però in questo caso ebbe luogo con inusitata lentezza. In 25 minuti cospicue masse sferiche si trovavano nelle cellule dei picciuoli per una lunghezza all'incirca uguale a quella delle glandule, ed in 3 ore uguale a quella d'un terzo o d'una metà dell'intero tentacolo.

Se i tentacoli con cellule contenenti soltanto fluido roseo molto pallido, ed apparentemente soltanto poco protoplasma, vengono posti in alcune goccie d'una debole soluzione d'una parte di carbonato in 4375 d'acqua (un grano in 10 oncie) e si osservano diligentemente sotto una forte lente le cellule molto trasparenti sotto le glandule, si può vedere dapprima che esse diventano leggermente nuvolose per la formazione d'innumerevoli granulazioni, solo appena percettibili; le quali diventano rapidamente maggiori o per aggregarsi o per attrarre più protoplasma dal fluido circostante. In un'occasione scelsi una foglia particolarmente pallida e le diedi, mentr'era sotto al microscopio, un'unica goccia d'una soluzione più forte, d'una parte in 437 d'acqua; in questo caso il contenuto delle cellule non divenne nuvoloso, ma dopo 10 minuti si poterono scoprire minute granulazioni irregolari di protoplasma, che presto crebbero a masse e globuli irregolari d'una tinta verdognola o purpurea assai pallida; ma queste non formarono mai sfere perfette, benchè cangiassero incessantemente le loro forme e posizioni.

Con foglie moderatamente rosse il primo effetto d'una soluzione di carbonato è generalmente la formazione di due o tre o parecchie sfere purpuree estremamente minute, che aumentano rapidamente in grandezza. Per dare un'idea del modo con cui tali sfere aumentano in grandezza, posso rammentare che si diede una goccia d'una soluzione d'una parte in 292 d'acqua ad una foglia pur-

Digitized by Google

purea alquanto pallida posta sotto un pezzo di vetro, ed in 13 minuti s'erano formate alcune piccole sfere di protoplasma; una d'esse dopo 2 ore e 30 minuti era circa due terzi del diametro della cellula. Dopo 4 ore e 25 minuti essa era quasi uguale in diametro alla cellula; e s'era formata una seconda sfera grande come circa metà della prima, insieme ad alcune altre piccole. Dopo 6 ore il fluido in cui le sfere galleggiavano era quasi incoloro. Dopo 8 ore e 35 minuti (sempre calcolando dal tempo in cui s'aveva messa primieramente la soluzione) erano apparse quattro nuove sfere minute. Il mattino seguente dopo 22 ore, oltre le due grandi sfere, ve n'erano sette più piccole, galleggianti in un fluido assolutamente incoloro, in cui stava sospesa della materia verdognola flocculenta.

Al cominciare del processo d'aggregazione, più specialmente in foglie rosso-oscure, il contenuto delle cellule presenta spesso un'apparenza differente, come se lo strato di protoplasma (otricolo primordiale) che fodera le cellule si fosse separato e ritirato dalle pareti; restando così formato un sacco purpureo di struttura irregolare. Altri fluidi, oltre alla soluzione di carbonato, per esempio un'infusione di carne cruda, producono lo stesso effetto. Ma l'apparenza del ritirarsi dell'otricolo primordiale dalle pareti è certamente falsa (1), perocchè prima di dare la soluzione, vidi in parecchie occasioni che le pareti erano foderate di protoplasma incoloro scorrente e dopo che le masse, somiglianti a sacchi, s'erano formate, il protoplasma scorreva ancora lungo le pareti in maniera notevolissima, anzi più ora di prima. Sembrava invero che la corrente di protoplasma fosse rinforzata dall'azione del carbonato, ma non fu possibile accertare se la cosa stava realmente così. Le masse simili a sacchi, una volta formate, cominciano tosto a scorrere lentamente attorno alle cellule, mandando fuori talvolta proiezioni che si dividono in piccole sfere; altre sfere appariscono nel fluido circostante ai sacchi e queste vanno molto più velocemente. È dimostrato spesso che le piccole sfere sono indipendenti nel loro sorpassarsi talvolta l'una l'altra e talvolta esse si girano scambievolmente intorno. In qualche occasione ho veduto sfere di questa specie percorrere in su ed in giù per lo stesso lato di una cellula invece di girarvi intorno. Le masse sacciformi dopo qualche tempo si dividono generalmente in due masse arrotondate od ovali, e queste subiscono i cambiamenti mostrati nelle figure 7 ed 8. Altre volte appariscono delle sfere entro i sacchi; e queste si collegano e si dividono, prestandosi ad un ciclo interminabile di mutamenti.

Dopochè le foglie sono state lasciate per parecchie ore in una soluzione di carbonato e che ha avuto luogo l'aggregazione completa, la corrente di protoplasma sulle pareti delle cellule cessa d'essere visibile; io osservai questo fatto ripetutamente, ma darò un esempio soltanto. Una foglia d'un pallido purpureo fu posta in alcune goccie d'una soluzione d'una parte in 292 d'acqua, ed in 2 ore alcune sfere d'un colore di porpora si formarono nelle cellule superiori dei picciuoli, e la corrente di protoplasma attorno alle loro pareti era ancora interamente distinta; ma dopo altre quattro ore, durante il qual tempo si formarono molte sfere di più, la corrente non era più distinguibile col più accurato esame, e ciò era senza dubbio dovuto alle contenute granulazioni che s'erano unite alle sfere, sicchè nessun mezzo era dato da poter discernere il movimento del limpido protoplasma Ma minute sfere libere andavano ancora su e giù nelle cellule, mostrando che v'era sempre una corrente.

Così era al mattino successivo, dopo 22 ore, durante le quali alcune nuove

(1) In altre piante ho spesso veduto ciò che sembra essere un vero ritirarsi dell'otricolo primordiale dalle pareti delle cellule, causato da una soluzione di carbonato d'ammoniaca, come segue parimenti per offese meccaniche.

Digitized by Google

sfere minute s'erano formate; queste oscillavano dall'una all'altra parte e cangiavano le loro posizioni, provando che la corrente non era cessata, benchè non fosse visibile alcun corso di protoplasma. In altra occasione però si vide una corrente, che scorreva intorno alle pareti delle celle d'una foglia vigorosa, di colore oscuro, dopo essere stata lasciata per 24 ore in una soluzione alquanto più forte, cioè, d'una parte di carbonato in 218 d'acqua. Questa foglia non fu perciò molto offesa, o non lo fu affatto in un'immersione per ugual tratto di tempo nella suddetta soluzione di 2 grani in un'oncia; ed essendo di poi lasciata per 24 ore in acqua, le masse aggregate in molte cellule vennero ridisciolte, nello stesso modo che avviene nelle foglie allo stato naturale, quando si stendono di nuovo dopo aver pigliato degl'insetti.

In una foglia che era stata lasciata per 22 ore in una soluzione d'una parte di carbonato in 292 d'acqua, si compressero delicatamente sotto un vetro, che le copriva, alcune sfere di protoplasma (formate dall'essersi la massa sacciforme divisa da se stessa) e vennero poscia esaminate sotto una forte lente. Esse erano ora distintamente divise da fessure raggianti ben definite ed erano separate in frammenti staccati con margini affilati; ed erano solide al centro. Nelle maggiori sfere staccate la parte centrale era più opaca, di colore più oscuro, e meno fragile dell'esterna; l'ultima era solo in alcuni casi penetrata dalle fessure. In molte sfere la linea di separazione fra le parti esterna ed interna era abbastanza bene determinata. Le parti esterne erano precisamente dello stesso colore purpureo molto pallido delle ultime sfere minori formatesi; e queste non racchiudevano al centro un nucleo più oscuro.

Da questi diversi fatti possiamo conchiudere che, quando foglie vigorose di colore oscuro vengono assoggettate all'azione del carbonato d'ammoniaca, il fluido entro le cellule dei tentacoli spesso s'aggrega esteriormente in materia viscosa, coerente, formando una specie di sacco. Talvolta appariscono piccole sfere entro questo sacco ed il tutto generalmente dividesi presto in due o più sfere, che si collegano e ridividono ripetutamente. Dopo un tempo più o meno lungo le granulazioni nello strato incoloro di protoplasma, che scorrono intorno alle pareti, vengono attratte ed unite colle sfere maggiori, o formano piccole sfere indipendenti; queste ultime sono d'un colore molto più pallido, e più fragili delle prime masse aggregate. Dopochè le granulazioni di protoplasma sono state attratte in tal modo, lo stato di protoplasma non può venir distinto più a lungo, benchè una corrente di fluido limpido scorra ancora intorno alle pareti.

Se una foglia viene immersa in una soluzione molto forte, quasi concentrata, di carbonato d'ammoniaca, le glandule sono istantaneamente annerite e secernono copiosamente; ma non ne segue alcun movimento dei tentacoli. Due foglie trattate così divennero dopo un'ora flaccide e sembravano uccise; tutte le cellule nei loro tentacoli contenevano sfere di protoplasma, ma queste erano piccole e scolorate. Altre due foglie vennero poste in una soluzione non propriamente così forte, e vi fu aggregazione ben marcata in 30 minuti. Dopo 24 ore le masse sferiche o più comunemente oblunghe di protoplasma divennero opache e granulari, invece di essere come d'ordinario trasparenti; e nelle cellule inferiori v'erano solamente innumerevoli minute granulazioni sferiche. Era evidente che la forza della soluzione aveva impedito il compimento del processo, come vedremo seguire parimenti in causa di troppo calore.

Tutte le precedenti osservazioni si riferiscono ai tentacoli esterni, che sono di colore purpureo; ma sui picciuoli verdi dei corti tentacoli centrali il carbonato e l'infusione di carne cruda agiscono esattamente nel modo stesso, colla sola differenza che le masse aggregate sono d'un colore verdognolo; sicchè il processo non dipende punto dal colore del fluido entro le cellule.

Digitized by Google

Finalmente, il fatto più notevole riguardo questo sale è la quantità straordinariamente piccola che basta a produrre l'aggregazione. Si daranno dettagli completi nel settimo capitolo, e qui basterà dire che in una foglia attiva l'assorbimento fatto da una glandula d'$^{1}/_{134400}$ di grano (0,000482 di milligrammo) basta a produrre nel corso di un'ora aggregazione ben marcata nelle cellule immediatamente sotto la glandula.

Effetti di certi altri sali e fluidi. — Due foglie vennero poste in una soluzione d'una parte d'acetato d'ammoniaca in circa 146 d'acqua, e l'azione su esse fu appunto così energica, ma forse non propriamente così rapida come quella del carbonato. Dopo 10 minuti le glandule erano nere, e nelle cellule sotto di esse v'erano traccie d'aggregazione, che dopo 15 minuti era ben marcata estendendosi fin giù pei tentacoli per una lunghezza uguale a quella delle glandule. Dopo 2 ore il contenuto di quasi tutte le cellule in tutti i tentacoli era diviso in masse di protoplasma. Una foglia venne immersa in una soluzione d'una parte d'ossalato d'ammoniaca in 146 d'acqua; e dopo 24 ore si potè vedere qualche mutamento, ma non grande, entro le cellule sotto le glandule. Dopo 47 minuti erano formate in abbondanza le masse sferiche di protoplasma e queste s'estendevano giù per i tentacoli per circa la lunghezza delle glandule. Questo sale non agisce quindi così rapidamente come il carbonato. Rispetto al citrato d'ammoniaca, si pose una foglia in una piccola soluzione della suddetta forza, e non vi fu neppure una traccia d'aggregazione nelle cellule sotto le glandule, finchè non erano trascorsi 56 minuti; ma era ben marcata dopo 2 ore e 20 minuti. In altra occasione fu posta una foglia in una soluzione più forte, d'una parte di citrato in 109 d'acqua (4 grani in un'oncia) e contemporaneamente un'altra foglia in una soluzione di carbonato della stessa forza. Le glandule dell'ultima erano annerite in meno di 2 minuti e dopo un'ora e 45 minuti le masse aggregate, che erano sferiche e di colore molto oscuro, s'estendevano giù per tutti i tentacoli per un tratto da metà a due terzi delle loro lunghezze; mentre nella foglia immersa nel citrato le glandule dopo 30 minuti erano d'un rosso-scuro e le masse aggregate nelle cellule sotto di esse erano rosee ed allungate. Dopo un'ora e 45 minuti quelle masse s'estendevano giù per circa un quinto od un quarto soltanto della lunghezza dei tentacoli.

Due foglie vennere poste ciascuna in dieci minimi d'una soluzione d'una parte di nitrato d'ammoniaca in 5250 d'acqua (un grano in 12 oncie), sicchè ogni foglia riceveva $^{1}/_{576}$ di grano (0,1124 di milligrammo). Questa quantità fece piegare tutti i tentacoli, ma dopo 24 ore v'era soltanto una traccia d'aggregazione. Una di queste foglie fu poi posta in una debole soluzione di carbonato e dopo un'ora e 45 minuti i tentacoli per metà delle loro lunghezze mostravano un grado sorprendente d'aggregazione. Altre due foglie vennero indi poste in una soluzione molto più forte d'una parte di nitrato in 146 d'acqna (3 grani in un'oncia); in una d'esse non v'era alcun cambiamento marcato dopo 3 ore; ma nell'altra v'era una traccia d'aggregazione dopo 52 minuti, e questa era chiaramente marcata dopo un'ora e 22 minuti, ma anche dopo 2 ore e 12 minuti non v'era certamente maggiore aggregazione di quella che sarebbe seguìta dall'immersione per un tratto da 5 a 10 minuti in una soluzione egualmente forte di carbonato.

Finalmente, una foglia fu messa in trenta minimi d'una soluzione d'una parte di fosfato d'ammoniaca in 43,750 d'acqua (un grano in 100 once), sicchè ricevette $^{1}/_{1600}$ di grano (0,04079 di milligrammo); ciò fece presto piegare fortemente i tentacoli; e dopo 24 ore il contenuto delle cellule era aggregato in masse ovali ed irregolarmente globulari, con una corrente abbondante di protoplasma che scorreva intorno alle pareti. Ma dopo un intervallo sì lungo avrebbe avuto luogo l'aggregazione, qualunque fosse stata la causa dell'inflessione.

Digitized by Google

Solo pochi altri sali, oltre a quelli d'ammoniaca, vennero provati riguardo al processo d'aggregazione. Fu posta una foglia in una soluzione d'una parte di cloruro di sodio in 218 d'acqua, e dopo un'ora il contenuto delle cellule era aggregato in piccole masse brunastre, irregolarmente globulari; queste dopo 2 ore erano quasi disintegrate e polpose. Era evidente che il protoplasma era stato dannosamente attaccato; e tosto dopo alcune cellule apparvero interamente vuote. Questi effetti differiscono affatto da quelli prodotti dai diversi sali di ammoniaca, come pure da vari fluidi organici, e da particelle inorganiche poste sulle glandule. Una soluzione della medesima forza di carbonato di soda e di carbonato di potassa agirono quasi allo stesso modo del cloruro; e qui nuovamente dopo 2 ore e 30 minuti, le cellule esterne d'alcune glandule s'erano vuotate del loro bruno contenuto polposo. Vedremo nell'ottavo capitolo che soluzioni di parecchi sali di soda di metà della forza suddetta producono inflessione ma non danneggiano le foglie. Deboli soluzioni di solfato di chinino, di nicotina, di canfora, di veleno del cobra, ecc. producono spesso aggregazione ben marcata; mentre certe altre sostanze (per esempio una soluzione di curaro) non hanno tale attitudine.

Molti acidi, benchè molto diluiti, sono velenosi; e quantunque, come si mostrerà nell'ottavo capitolo, essi facciano curvare i tentacoli, non eccitano vera aggregazione. Così furono messe delle foglie in una soluzione d'una parte d'acido benzoico in 437 d'acqua; ed in 15 minuti il fluido purpureo entro le cellule s'era un po' staccato dalle pareti; pure, quando venne dopo un'ora e 20 minuti diligentemente esaminato, non vi era vera aggregazione; e dopo 24 ore la foglia era evidentemente morta. Altre foglie nell'acido iodico, diluito allo stesso grado, presentavano dopo 2 ore e 15 minuti lo stesso aspetto del fluido purpureo staccato entro le cellule; e queste dopo 6 ore e 15 minuti si vedevano sotto una lente forte piene di sfere eccessivamente minute di protoplasma d'un colore rossiccio smorto, che il mattino seguente, dopo 24 ore, era quasi scomparso, essendo la foglia evidentemente morta. Nè v'era aggregazione reale in foglie immerse in acido propionico della stessa forza; ma in questo caso il protoplasma era riunito in masse irregolari verso le basi delle cellule inferiori dei tentacoli.

Un'infusione filtrata di carne cruda produce aggregazione, ma non molto rapida. In una foglia immersa in essa vi era una piccola aggregazione dopo un'ora e 20 minuti ed in un'altra dopo un'ora e 50 minuti. Per altre foglie fu richiesto un tempo considerabilmente più lungo: per esempio, una immersa per 5 ore non mostrò aggregazione, ma risentì chiaramente l'influenza quando venne posta in alcune goccie d'una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 146 d'acqua. Alcune foglie vennero lasciate nell'infusione per 24 ore e queste si aggregarono in grado meraviglioso, sicchè i tentacoli incurvati presentavano ad occhio nudo un aspetto chiaramente picchiettato. Le piccole masse di protoplasma purpureo erano generalmente ovali o fatte a pallottola, e non così spesso sferiche come nel caso di foglie sottoposte a carbonato d'ammoniaca. Esse subivano continui mutamenti di forma; e la corrente di protoplasma incoloro intorno alle pareti era assai chiara dopo un'immersione di 25 ore. La carne cruda è uno stimolante troppo potente ed anzi piccoli pezzetti danneggiano generalmente e talvolta uccidono le foglie, a cui vengono dati: le piccole masse di protoplasma diventano brune o quasi incolore, e presentano uno straordinario aspetto granulare, come avviene ugualmente con foglie che siano state immerse in una fortissima soluzione di carbonato d'ammoniaca. Una foglia messa nel latte ebbe il contenuto delle sue cellule alquanto aggregato in un'ora. Altre due foglie, una immersa in saliva umana per due ore e trenta minuti ed un'altra in bianco d'uovo non bollito per

Digitized by Google

un'ora e 30 minuti non subirono la stessa influenza; quantunque, se fosse stato loro conceduto maggior tempo, esse l'avrebbero senza dubbio provata. Queste stesse due foglie, essendo state poscia messe in una soluzione di carbonato d'ammoniaca (3 grani in un'oncia) ebbero le loro cellule aggregate, una in 10 minuti e l'altra in 5.

Parecchie foglie vennero lasciate per 4 ore e 30 minuti in una soluzione d'una parte di zucchero bianco in 146 d'acqua, e non ne seguì alcuna aggregazione; essendo messe in una soluzione di questa stessa forza di carbonato di ammoniaca, esse subirono la sua azione in 5 minuti; come parimenti avvenne con una foglia, che era stata lasciata per un'ora e 45 minuti in una soluzione moderatamente densa di gomma arabica. Parecchie altre foglie vennero immerse per alcune ore in soluzioni più dense di zucchero, di gomma e d'amido, ed il contenuto delle loro cellule divenne molto aggregato. Quest'effetto può venire attribuito ad esosmosi; giacchè le foglie nello sciroppo divennero interamente e quelle nella gomma e nell'amido alquanto flaccide, coi loro tentacoli attorcigliati nel modo più irregolare, i più lunghi come cavaturaccioli. Vedremo di poi che soluzioni di queste sostanze, poste sui dischi delle foglie, non eccitano inflessione. Si aggiunsero alla secrezione attorno a parecchie glandule particelle di zucchero tenero e vennero tosto disciolte, cagionando, senza dubbio per esosmosi, un grande aumento della secrezione; e dopo 24 ore le cellule mostravano un certo grado d'aggregazione, benchè i tentacoli non fossero piegati. La glicerina produce in alcuni minuti un'aggregazione ben pronunciata, che comincia, come d'ordinario, entro le glandule e discende poscia ai tentacoli; ed io presumo ciò possa attribuirsi alla forte attrazione di questa sostanza per l'acqua. L'immersione per parecchie ore nell'acqua causa qualche grado d'aggregazione. Venti foglie vennero prima esaminate e riesaminate dopo essere state lasciate immerse per vari periodi in acqua distillata, coi seguenti risultati. È raro il trovare qualche traccia d'aggregazione prima che siano trascorse 4 o 5 ore e generalmente ne occorrono parecchie di più. Quando però una foglia diviene rapidamente incurvata nell'acqua, come talvolta accade, specialmente durante tempo molto caldo, l'aggregazione può aver luogo in poco più di un'ora. In ogni caso le foglie lasciate nell'acqua per più di 24 ore hanno le loro glandule annerite, il che mostra che il loro contenuto è aggregato; e nei campioni, che vennero diligentemente esaminati, era aggregazione assai ben marcata nelle cellule superiori dei picciuoli. Queste prove furono fatte con foglie mozzate e mi cadde in mente che questa circostanza potesse aver influenza sul risultato, poichè i gambi non assorbirebbero forse l'acqua abbastanza rapidamente da fornire le glandule quando continuano a secernere. Ma questo pensiero fu provato erroneo, giacchè una pianta con radici illese, che portava 4 foglie, fu sommersa in acqua distillata per 47 ore e le glandule divennero nere, benchè i tentacoli fossero incurvati molto poco. In una di queste foglie vi fu soltanto un leggiero grado d'aggregazione nei tentacoli; nella seconda alquanto più, essendo il contenuto purpureo delle cellule un poco separato dalle pareti; nella terza e nella quarta che erano foglie pallide, l'aggregazione nelle parti superiori dei picciuoli era ben marcata. In queste foglie le piccole masse di protoplasma, molte delle quali erano ovali, cangiavano lentamente di forma e posizione; sicchè una sommersione di 47 ore non avea ucciso il protoplasma. In una prova precedente con una pianta sommersa i tentacoli non s'erano minimamente incurvati.

Il calore produce aggregazione. Una foglia, colle cellule dei tentacoli contenenti solo fluido omogeneo, fu agitata per un minuto entro dell'acqua a 130° Fahr. (54°, 44 centigradi), e venne indi esaminata sotto il microscopio più rapidamente che fu possibile, cioè in 2 o 3 minuti; e durante questo tempo il

Digitized by Google

contenuto delle cellule aveva subìto qualche grado d'aggregazione. Una seconda foglia venne agitata per 2 minuti in acqua a 125° (51°,6 centigradi) e prestamente esaminata come prima; i tentacoli erano bene incurvati; il fluido purpureo in tutte le cellule s'era un po' staccato dalle pareti e conteneva molte masse di protoplasma ovali ed allungate con alcune sfere minute. Una terza foglia venne lasciata in acqua a 125°, finchè si raffreddò, e quando la si esaminò dopo un'ora e 45 minuti i tentacoli incurvati mostravano qualche po' di aggregazione, che divenne dopo 3 ore più fortemente marcata, ma successivamente non aumentò. Finalmente, una foglia fu agitata per un minuto in acqua a 120° (48°,8 centigradi) e poi lasciata per un'ora e 26 minuti in acqua fredda; i tentacoli non erano incurvati che poco, e solo qua e là v'erano traccie di aggregazione. In tutte queste ed altre prove con acqua calda il protoplasma palesò molto minore disposizione ad aggregarsi in masse sferiche che quando è eccitato da carbonato d'ammoniaca.

Nuova dissoluzione delle masse aggregate di protoplasma. — Tosto che i tentacoli si sono pienamente ri-distesi (dopo che hanno abbracciato un insetto o alcun oggetto inorganico o sono stati eccitati in qualche guisa) le masse aggregate di protoplasma vengono nuovamente disciolte e scompaiono; le cellule ora si riempiono di fluido purpureo omogeneo come erano prima che i tentacoli s'incurvassero. Il processo di ridissoluzione comincia in tutti i casi alle base dei tentacoli, ed ascende per questi verso le glandule. Nelle foglie vecchie però, specialmente in quelle che sono state parecchie volte in azione, il protoplasma nelle cellule superiori dei picciuoli rimane in una condizione di maggiore o minore aggregazione permanente. Per osservare il processo di ridissoluzione, furono fatte le seguenti osservazioni: una foglia fu lasciata per 24 ore in una piccola soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua, ed il protoplasma fu come d'ordinario aggregato in innumerevoli sfere purpuree, che cangiavano continuamente le loro forme. La foglia venne poscia lavata e messa in acqua distillata, e dopo 3 ore e 15 minuti alcune poche sfere cominciarono a mostrare coi loro margini meno chiaramente definiti segni di ridissoluzione. Dopo 9 ore molte di esse erano divenute allungate ed il fluido circostante nelle cellule era leggermente più colorato, mostrando evidentemente che la ridissoluzione era cominciata. Dopo 24 ore benchè molte cellule contenessero ancora delle sfere, si avrebbe potuto vederne qua e là qualcuna piena di fluido purpureo, senza vestigio di protoplasma aggregato; esso era stato interamente ridisciolto. Una foglia con masse aggregate, causate dall'essere essa stata agitata per 2 minuti nell'acqua alla temperatura di 125° Fahr. fu lasciata nell'acqua fredda, e dopo 11 ore il protoplasma mostrava traccie di ridissoluzione incipiente. Allorchè fu di nuovo esaminata tre giorni dopo la sua immersione nell'acqua calda, vi era immensa differenza, benchè il protoplasma fosse ancora alquanto aggregato. Un'altra foglia, col contenuto di tutte le cellule fortemente aggregato dall'azione d'una debole soluzione di fosfato d'ammoniaca, fu lasciato da tre a quattro giorni in una mistura (riconosciuta innocua) d'una dramma di alcool in otto dramme d'acqua, e quando la si riesaminò, ogni traccia d'aggregazione era scomparsa, essendo ora le cellule ripiene di fluido omogeneo.

Abbiamo veduto che le foglie, immerse per alcune ore in dense soluzioni di zucchero, di gomma, e d'amido, hanno il contenuto delle loro cellule assai aggregato, e sono rese più o meno flaccide, coi tentacoli irregolarmente contorti. Queste foglie, dopo essere state lasciate per quattro giorni nell'acqua distillata, divennero meno flaccide, coi loro tentacoli parzialmente ri-distesi, e le masse aggregate di protoplasma erano in parte ridisciolte. Si pose in un po' di vino di Xeres una foglia coi suoi tentacoli strettamente abbracciati sopra una mosca e

Digitized by Google

col contenuto delle sue cellule fortemente aggregato; dopo 2 ore parecchi tentacoli s'erano ri-distesi, e gli altri potevano venir spinti indietro con un semplice tocco nelle loro posizioni propriamente distese, ed ora ogni traccia di aggregazione era scomparsa, essendo le cellule ripiene di fluido roseo perfettamente omogeneo. Io presumo che la ridissoluzione possa venire in tali casi attribuita ad esosmosi.

Sulle cause immediate del processo d'aggregazione.

Dacchè la maggior parte degli stimolanti che causano l'inflessione dei tentacoli producono parimenti aggregazione nel contenuto delle cellule loro, si potrebbe credere che quest'ultimo processo fosse il risultato diretto dell'inflessione; ma la cosa non è così. Se si pongono delle foglie in soluzioni piuttosto forti di carbonato d'ammoniaca, per esempio di tre o quattro, e talvolta anche solo di due grani in un'oncia d'acqua (vale a dire una parte in 109, o 146, o 218 d'acqua), i tentacoli vengono paralizzati e non s'incurvano; pure essi presentano tosto un'aggregazione fortemente accentuata. Inoltre i corti tentacoli centrali d'una foglia che è stata immersa in una debole soluzione di qualche sale d'ammoniaca o in qualche fluido organico nitrogenato, non si curvano menomamente; nondimeno essi presentano tutti i fenomeni d'aggregazione. D'altro canto parecchi acidi cagionano inflessione fortemente pronunciata, ma nessuna aggregazione.

È un fatto importante che quando si mette sulle glandule del disco un oggetto organico od inorganico e si fanno in tal modo piegare verso l'interno i tentacoli esterni, non solo la secrezione delle glandule di questi viene aumentata in quantità e resa acida, ma il contenuto delle celle dei loro picciuoli diventa aggregato. Il processo comincia sempre nelle glandule, benchè queste non abbiano finora toccato alcun oggetto. Qualche forza od influenza deve perciò esser trasmessa dalle glandule centrali ai tentacoli esterni, dapprima presso le loro basi facendo piegare questa parte, e poi alle glandule facendole secernere più copiosamente. Dopo un breve tempo le glandule, così indirettamente eccitate, trasmettono o riflettono qualche influenza giù pei loro propri picciuoli, producendo aggregazione da cellula in cellula fino alle loro basi.

A prima vista sembra probabile che l'aggregazione sia dovuta all'essere le glandule eccitate a secernere più copiosamente, sicchè non resta nelle loro cellule e nelle cellule dei loro picciuoli fluido sufficiente a tenere in soluzione il protoplasma. In favore di quest'opinione sta il fatto che l'aggregazione segue l'inflessione dei tentacoli, e durante il movimento le glandule secernono generalmente, o, come io credo, sempre più abbondantemente di prima. Di più, durante la ri-tensione dei tentacoli, le glandule secernono meno liberamente, o cessano affatto di secernere, e le masse aggregate allora si sciolgono di bel nuovo. Inoltre, quando s'immergono delle foglie in dense soluzioni vegetabili o in glicerina, il fluido entro

Digitized by Google

le cellule delle glandule passa al di fuori, ed ha luogo l'aggregazione; e quando s'immergono dipoi le foglie in acqua, o in un fluido innocuo di gravità specifica minore dell'acqua, il protoplasma vien ridisciolto, e ciò è dovuto senza dubbio all'endosmosi.

A quest'opinione, che, cioè, l'aggregazione sia cagionata dall'uscita di fluido dalle cellule, oppongonsi i fatti seguenti. Sembra non esistere stretta relazione fra il grado di secrezione aumentata e quello d'aggregazione. Così una particella di zucchero, aggiunta alla secrezione intorno ad una glandula, cagiona un aumento di secrezione molto maggiore, e molto meno aggregazione d'una particella di carbonato d'ammoniaca dato alla stessa maniera. Non sembra probabile che l'acqua pura causi molta esosmosi, eppure l'aggregazione segue spesso da un'immersione nell'acqua per un tratto fra 16 e 24 ore, e sempre dopo un tratto da 24 a 48 ore. È ancora meno probabile che l'acqua alla temperatura da 125° a 130° Fahr. (51°,6 a 54°,4 cent.) faccia passare del fluido non solo dalle glandule, ma da tutte le cellule dei tentacoli fino alle loro basi, sì rapidamente che l'aggregazione venga prodotta entro 2 o 3 minuti. Un altro forte argomento contro quell'opinione è, che dopo completa aggregazione, le sfere e le masse ovali di protoplasma galleggiano in un'abbondante quantità di fluido chiaro senza colore; sicchè almeno le ultime fasi del processo non possono attribuirsi alla mancanza di fluido che possa tenere il protoplasma in soluzione. Havvi una prova ancora più forte che l'aggregazione è indipendente dalla secrezione; perocchè le papille, descritte nel primo capitolo, colle quali le foglie sono guarnite, non sono glandulari e non secernono, tuttavia assorbono rapidamente il carbonato d'ammoniaca od un'infusione di carne cruda, ed allora il loro contenuto subisce presto l'aggregazione, che s'estende dipoi nelle cellule dei tessuti circostanti. Vedremo più tardi che il fluido purpureo entro i filamenti sensitivi della Dionea, i quali non secernono, subisce parimenti l'aggregazione sotto l'azione di una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca.

Il processo d'aggregazione è vitale; con ciò intendo che il contenuto delle cellule deve essere vivo ed illeso per poter venire così eccitato, e deve essere in una condizione ossigenata per poter convenientemente trasmettere l'aggregazione. Alcuni tentacoli in una goccia d'acqua furono fortemente compressi sotto un pezzo di vetro; molte cellule si ruppero e ne uscì materia polposa di color porporino, con granulazioni di tutte le grandezze e forme, ma appena qualche cellula venne vuotata interamente. Io poi aggiunsi una minuta goccia d'una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 109 d'acqua, e dopo un'ora esaminai i campioni. Qua e là alcune cellule, tanto nelle glandule che ne' picciuoli, avevano sfuggito di venir rotte, ed il loro contenuto era ben aggregato in isfere che cambiavano costantemente di forma e di posizione, e si poteva ancora vedere una corrente muoversi lungo le pareti, sicchè il protoplasma era vivo. D'altra parte la materia uscita, che invece di purpurea era ora quasi senza colore, non offriva

Digitized by Google

traccia d'aggregazione. Nè v'era traccia nelle molte cellule che erano rotte, ma che non erano state completamente vuotate del loro contenuto. Benchè guardassi accuratamente, non potei veder alcun segno di corrente entro queste cellule rotte. Esse erano state evidentemente uccise dalla pressione; e la sostanza che ancora contenevano non subiva maggior aggregazione di quella ch'era uscita. In questi campioni, posso aggiungere, l'individualità della vita d'ogni cellula fu bene illustrata.

Nel prossimo capitolo verrà dato un pieno resoconto degli effetti del calore sulle foglie, ed io ho bisogno di stabilire qui soltanto che le foglie immerse per un tempo breve in acqua ad una temperatura di 120° Fahr. (48°,8 cent.), che, come vedremo, non produce immediatamente aggregazione, vennero poscia messe in alcune goccie d'una forte soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 109 di acqua, e presentarono tosto l'aggregazione. D'altra parte essendo messe delle foglie nella stessa soluzione forte, dopo un'immersione in acqua a 150° (65°,5 cent.) non subirono aggregazione, diventando le cellule piene di sostanza bruniccia, polposa o melmosa. Con foglie sottoposte a temperature tra questi due estremi di 120° e 150° Fahr. (48°,8 e 65°,5 cent.) vi furono gradazioni nel compimento del processo; non impedendo la prima temperatura l'aggregazione causata dalla successiva azione del carbonato d'ammoniaca, l'altra arrestandola affatto. Così, le foglie immerse nell'acqua riscaldata fino a 130° (54°,4 cent.) e poi nella soluzione, formarono sfere perfettamente determinate, ma queste erano decisamente minori che in casi ordinari. Con altre foglie riscaldate fino a 140° (60° cent.) le sfere erano estremamente piccole, tuttavia ben definite, ma molte cellule contenevano in aggiunta della sostanza polposa bruniccia. In due casi di foglie riscaldate a 145° (62°,7 cent.) si potè trovare alcuni tentacoli con alcune delle loro cellule contenenti delle sfere minute; mentre le altre cellule ed altri tentacoli interi racchiudevano soltanto la materia bruniccia polposa o disintegrata.

Il fluido entro le cellule dei tentacoli deve essere in una condizione ossigenata, perchè la forza od influenza che produce l'aggregazione venga trasmessa nel grado conveniente da cellula a cellula. Una pianta colle sue radici nell'acqua fu lasciata per 45 minuti in un vaso contenente 22 oncie d'acido carbonico. Una foglia di questa pianta e, per confronto, una d'una pianta fresca, furono immerse tutte e due per un'ora in una soluzione piuttosto forte di carbonato d'ammoniaca. Esse vennero indi confrontate, e certamente fuvvi molto meno aggregazione nella foglia che era stata sottoposta all'acido carbonico che nell'altra. Un'altra pianta fu esposta nello stesso vaso per 2 ore all'acido carbonico, ed una delle sue foglie fu poscia messa in una soluzione d'una parte di carbonato in 437 d'acqua; le glandule furono istantaneamente annerite, dimostrando che aveano assorbito e che il loro contenuto era aggregato; ma nelle cellule immediatamente sotto le glandule non vi fu aggregazione nemmeno dopo un intervallo di 3 ore. Dopo 4 ore e 15 minuti alcune minute sfere di protoplasma erano formate in quelle cellule, ma neppure dopo 5

Digitized by Google

ore e 30 minuti l'aggregazione si estendeva giù per i picciuoli per una lunghezza eguale a quella delle glandule. Dopo innumerevoli prove con foglie fresche immerse in una soluzione di questa forza, non ho mai veduto l'azione aggregante trasmessa in un grado sì meschino e sì lento. Un'altra pianta fu lasciata per 2 ore nell'acido carbonico, ma venne poi esposta per 20 minuti all'aria aperta, durante il qual tempo le foglie, essendo di color rosso, avrebbero assorbito dell'ossigeno. Una d'esse, nonchè una foglia fresca per confronto, furono immerse ora nella stessa soluzione di prima. La prima venne guardata ripetutamente, e dopo un intervallo di 65 minuti si osservarono prima alcune sfere di protoplasma nelle cellule subito sotto le glandule, ma solamente in due o tre dei tentacoli più lunghi. Dopo 3 ore l'aggregazione era passata giù pei picciuoli d'alcuni tentacoli per una lunghezza eguale a quella delle glandule. Dall'altra parte, nella foglia fresca trattata allo stesso modo, l'aggregazione era evidente in molti tentacoli dopo 15 minuti; dopo 65 minuti s'era estesa giù pei picciuoli per quattro, cinque o più volte la lunghezza delle glandule; e dopo 3 ore le cellule di tutti i tentacoli erano attaccate per un terzo o una metà delle loro intere lunghezze. Perciò è fuor di dubbio che l'esposizione delle foglie all'acido carbonico o arresta per qualche tempo il processo di aggregazione, o reprime la trasmissione dell'influenza opportuna quando le glandule vengono successivamente eccitate da carbonato d'ammoniaca; e questa sostanza agisce più prontamente ed energicamente d'ogni altra. È noto che il protoplasma delle piante presenta i suoi movimenti spontanei solo fino a che è in condizione ossigenata; e così è dei corpuscoli bianchi del sangue, i quali si muovono solo finchè ricevono ossigeno dai corpuscoli rossi (1); ma i casi su descritti sono alquanto differenti, rapportandosi essi al ritardo nella formazione od aggregazione delle masse di protoplasma in seguito all'esclusione dell'ossigeno.

Sommario ed osservazioni conclusionali. — Il processo d'aggregazione è indipendente dall'inflessione dei tentacoli e dall'aumentata secrezione delle glandule. Comincia entro le glandule, siano esse state eccitate direttamente o indirettamente da uno stimolo ricevuto da altre glandule. In ambedue i casi il processo è trasmesso da cellula a cellula giù per l'intera lunghezza dei tentacoli, ed è arrestato per breve tempo ad ogni divisione traversale. Nelle foglie di color pallido il primo cambiamento ch'è percettibile, ma solo sotto una forte lente, è la comparsa delle più belle granulazioni del fluido entro le cellule, che lo rendono leggermente nuvoloso. Queste granulazioni s'aggregano tosto in piccole masse globulari. Io ho veduto una nuvola di questa specie apparire in 10 minuti, dopo che era stata data alla glandula una goccia d'una soluzione di carbonato d'ammoniaca. Nelle foglie rosso-

(1) Riguardo alle piante, SACHS, *Traité de bot.*, 3ª ediz., 1874, p. 864. Sui corpuscoli del sangue, vedi *Quarterly Journal of Microscopical Science*, aprile 1874 p. 185.

Digitized by Google

oscure il primo cambiamento visibile è spesso la conversione dello strato esterno del fluido entro le cellule in masse sacciformi. Le masse aggregate, comunque possano essere state sviluppate, cambiano necessariamente di forma e posizione. Esse non sono ripiene di fluido, ma sono solide ai loro centri. Per ultimo le granulazioni incolore nel protoplasma che scorre intorno alle pareti si collega colle sfere o masse centrali; ma v'è sempre una corrente di fluido limpido che scorre entro le cellule. Tosto che i tentacoli si raddrizzano pienamente, le masse aggregate vengono ridisciolte, e le cellule si riempiono di fluido purpureo omogeneo, come lo erano prima. Il processo di ridissoluzione comincia alle basi dei tentacoli, di là procedendo all'insù fino alle glandule, e perciò in direzione inversa a quella di aggregazione.

L'aggregazione è eccitata dalle più differenti cause, — dall'essere le glandule toccate parecchie volte, — dalla pressione di particelle di qualche sorta, ed essendo queste sostenute dalla secrezione densa, esse possono premere appena sulle glandule col peso d'un milionesimo di grano (1), — dall'essere i tentacoli mozzati immediatamente sotto le glandule, — dall'assorbire le glandule vari fluidi o materia disciolta fuori di certi corpi, — dall'esosmosi, — e da un certo grado di calore. D'altronde, una temperatura di circa 150° Fahr. (65°,5 cent.) non eccita l'aggregazione, come neppure lo schiacciamento improvviso d'una glandula. Se una cellula è rotta, nè la materia uscita nè quella che rimane ancora entro la cellula subiscono aggregazione quando viene aggiunto carbonato d'ammoniaca. Una fortissima soluzione di questo sale e dei pezzi alquanto grandi di carne cruda impediscono che le masse aggregate sieno ben sviluppate. Da questi fatti possiamo concludere che il fluido protoplastico entro una cellula non può aggregarsi a meno che esso sia in uno stato di vitalità, e soltanto imperfettamente se la cellula è stata lesa. Abbiamo anche veduto che il fluido deve essere in uno stato ossigenato, affinchè il processo d'aggregazione passi da cellula a cellula in grado conveniente.

Vari fluidi organici nitrogenati e sali d'ammoniaca producono aggregazione, ma in gradi e modi differenti. Il carbonato d'ammoniaca è la più potente di tutte le sostanze conosciute; l'assorbimento di $^1/_{134400}$ d'un grano (0,000482 di milligr.) fatto da una glandula basta a produrre l'aggregazione in tutte le cellule dello stesso tentacolo. Il primo effetto del carbonato e di certi altri sali d'ammoniaca, nonchè d'alcuni altri fluidi, è l'oscuramento o l'annerimento delle glandule. Ciò segue persino in seguito a lunga immersione in acqua fredda distillata. È chiaro

(1) Secondo HOFMEISTER (citato da SACHS, *Traité de bot.*, 1874, p. 958), un aleggerissima pressione sulla membrana delle cellule arresta immediatamente i movimenti del protoplasma, e determina persino la sua separazione dalle pareti. Ma il processo di aggregazione è un fenomeno differente, riportandosi esso al contenuto delle cellule, e soltanto secondariamente allo stato del protoplasma che scorre lungo le pareti; benchè senza dubbio gli effetti della pressione o d'un tocco sull'esterno debbano esser trasmessi attraverso quello strato.

Digitized by Google

che ciò principalmente dipende dalla forte aggregazione del contenuto delle loro cellule, che diventa così opaco e non riflette la luce. Qualche altro fluido rende le glandule d'un rosso più brillante; mentre certi acidi, benchè assai diluiti, il veleno del cobra, ecc. rendono le glandule perfettamente bianche ed opache; e ciò sembra dipendere dalla coagulazione del loro contenuto senza aggregazione di sorta. Nondimeno, prima d'essere così affette, possono, almeno in alcuni casi, eccitare l'aggregazione nei loro propri tentacoli.

Che le glandule centrali, se irritate, mandino centrifugamente qualche influenza alle glandule esterne, facendole mandar indietro un'influenza centripeta che produce l'aggregazione, è forse il fatto più interessante esposto in questo capitolo. Ma l'intero processo d'aggregazione è per se stesso un fenomeno maraviglioso. Ogni volta che l'estremità periferica d'un nervo viene toccata o compressa, e si sente una sensazione, si crede che un invisibile cambiamento molecolare sia effettuato da una estremità del nervo all'altra; ma quando una glandula di Drosera vien ripetutamente toccata o delicatamente compressa, possiamo effettivamente vedere un cambiamento molecolare che procede dalla glandula giù pel tentacolo; quantunque questo cambiamento sia di natura assai differente da quella in un nervo. Finalmente poichè tante cause sì largamente differenti eccitano l'aggregazione, sembrerebbe che la materia vitale entro le cellule delle glandule sia in condizione sì instabile che quasi qualsiasi disturbo basti a cambiare la sua natura molecolare, come nel caso di certe composizioni chimiche. E questo cambiamento nelle glandule, sia esso eccitato direttamente od indirettamente da uno stimolo ricevuto da altre glandule, vien trasmesso da cellula a cellula, facendo effettivamente generare granulazioni di protoplasma nel fluido prima limpido, o facendole coagulare e così diventare visibili.

Osservazioni supplementari sul processo d'aggregazione nelle radici delle piante.

Si vedrà in seguito che una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca produce aggregazione nelle cellule delle radici della Drosera; e ciò m'indusse a fare alcune prove su radici d'altre piante. Nell'ultima parte d'ottobre cavai la prima mal erba che incontrai, cioè *Euphorbia peplus*, ponendo cura di non danneggiarne le radici; queste furono lavate e poste in una piccola soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 146 d'acqua. In meno d'un minuto vidi una nube passare da cellula a cellula su per le radici, con sorprendente rapidità. Dopo un intervallo da 8 a 9 minuti le belle granulazioni, che cagionavano l'apparente nebulosa, divennero aggregate verso l'estremità delle radici in masse quadrangolari di sostanza bruna; ed alcune di queste cangiarono tosto le loro forme e divennero sferiche. Alcune cellule pertanto non restarono attaccate. Ripetei l'esperimento con un'altra pianta della medesima specie, ma prima ch'io potessi mettere il campione all'esame sotto il microscopio, erano formate delle nubi di granulazioni e masse quadrangolari di sostanza rossiccia e bruna e s'erano inoltrate su per tutte

Digitized by Google

le radici. Una radice fresca fu ora lasciata per 18 ore in una dramma d'una soluzione d'una parte di carbonato in 437 d'acqua, sicchè ricevette $^1/_8$ di grano, o milligrammi 2,024. Quando la si esaminò, le cellule di tutte le radici nella loro intera lunghezza contenevano masse aggregate di sostanza rossiccia e bruna. Prima di fare questi esperimenti, parecchie radici vennero accuratamente esaminate, e non si potè vedere neppure una traccia dell'apparenza nebulosa o delle masse granulari in alcune di esse. S'immersero anche le radici per 35 minuti in una soluzione d'una parte di carbonato di potassa in 218 d'acqua; ma questo sale non produsse alcun effetto.

Posso qui aggiungere che sottili fette del gambo dell'Euforbia furono poste nella stessa soluzione, e le cellule che erano verdi divennero sull'istante nebulose, mentre altre che erano incolore vennero annuvolate di bruno, in causa della formazione di numerose granulazioni di questo colore. Io ho veduto anche in varie specie di foglie, lasciate per qualche tempo in una soluzione di carbonato d'ammoniaca, che i grani di clorofilla confluiscono insieme e si collegano parzialmente; e questa sembra essere una forma d'aggregazione.

Lasciai delle piante di lente palustre (*Lemna*) per un tempo da 30 a 45 minuti in una soluzione d'una parte di questo stesso sale in 140 d'acqua, e tre delle loro radici vennero poscia esaminate. In due d'esse, tutte le cellule che aveano prima contenuto soltanto fluido limpido racchiudevano ora piccole sfere verdi. Dopo un intervallo da un'ora e mezzo a 2 ore, sfere simili apparvero nelle cellule sugli orli delle foglie; ma non posso dire se l'ammoniaca sia andata su per le radici o sia stata assorbita direttamente dalle foglie. Siccome una specie, *Lemna arrhiza*, non produce radici, l'ultima alternativa è forse la più probabile. Dopo circa 2 ore e $^1/_2$ alcune delle piccole sfere verdi nelle radici erano separate in piccole granulazioni che presentavano movimenti Browniani. Qualche lenticella palustre fu anche lasciata per un'ora e 30 minuti in una soluzione d'una parte di carbonato di potassa in 218 d'acqua e non si potè scorgere alcun deciso cambiamento nelle cellule delle radici; ma quando si misero queste radici stesse per 25 minuti in una soluzione di carbonato d'ammoniaca della stessa forza, si formarono piccole sfere verdi.

Un'alga marina verde fu lasciata per qualche tempo in questa stessa soluzione, ma fu assai dubbiamente attaccata. All'incontro, un'alga marina rossa, con rami frondosi vagamente pennuti, fu fortemente attaccata. Il contenuto delle cellule s'aggregò in cerchi rotti, sempre di color rosso, che cangiarono assai lentamente e leggermente di forma, e gli spazi centrali entro questi cerchi divennero nebulosi con sostanza granulare rossa. I fatti qui dati (se siano nuovi, non lo so) indicano che si guadagnerebbero forse dei risultati interessanti osservando l'azione di varie soluzioni saline e d'altri fluidi sulle radici delle piante.

Digitized by Google

CAPITOLO IV.

EFFETTI DEL CALORE SULLE FOGLIE

Natura degli esperimenti. — Effetti dell'acqua bollente. — L'acqua calda causa rapida inflessione. — L'acqua a temperatura più alta non causa l'inflessione immediata, ma non uccide le foglie, come lo dimostrano la loro successiva ri-tensione e l'aggregazione del protoplasma. — Una temperatura ancora più alta uccide le foglie e coagula il contenuto albuminoso delle glandule.

Nelle mie osservazioni sulla *Drosera rotundifolia*, le foglie sembravano curvarsi più rapidamente sopra sostanze animali, e rimanere curvate per un periodo più lungo durante tempo caldo che durante tempo freddo. Desideravo quindi di accertare se il calore solo produrrebbe inflessione, e qual temperatura sarebbe la più efficace. Un altro punto interessante si presentava, cioè a qual grado la vita era spenta; giacchè la Drosera offre non comuni facilità a questo riguardo, non per la perdita del potere d'inflessione, ma di quello della successiva ri-tensione, e più specialmente per non divenire il protoplasma aggregato, quando le foglie dopo essere riscaldate vengano immerse in una soluzione di carbonato d'ammoniaca (1).

I miei esperimenti furono eseguiti nella maniera seguente. Si mozzarono delle foglie, e ciò non indebolisce menomamente le loro forze; per esempio, si tennero in un'atmosfera umida tre foglie mozzate, con pezzi di carne posti su di esse, e dopo 23 minuti abbracciavano strettamente la carne tanto coi loro tentacoli che colle lamine; ed il protoplasma entro le loro cellule era bene aggregato. Tre oncie d'acqua doppiamente distillata furono riscaldate in un vaso di porcellana, con un termometro delicato avente un lungo bulbo sospeso obliquamente in essa L'acqua fu gradatamente elevata alla temperatura richiesta mediante una lampada a spirito mossa tutt'intorno il vaso; ed in tutti i casi le foglie furono continuamente agitate per alcuni minuti vicino al bulbo. Esse vennero messe poscia in

(1) Quando furono fatti i miei esperimenti sugli effetti del calore, non era a mia conoscenza che il soggetto fosse stato accuratamente investigato da parecchi osservatori. Per esempio, SACHS è convinto (*Traité de Botanique*. 1874, pp. 772, 854) che le specie più differenti di piante periscono tutte, se si tengono per 10 minuti in acqua a 45° sino a 46° cent., o 113° sino a 115° Fahr.; e conclude che il protoplasma entro le cellule si coagula sempre, se è in condizione umida, ad una temperatura da 50° a 60° cent., o da 122° a 140° Fahr. Max Schultze e Kühne (citati dal dott. BASTIAN nella *Contemp. Review*. 1874, p. 528) « trovarono che il protoplasma delle cellule delle piante, con cui essi esperimentarono, fu sempre ucciso ed alterato da una brevissima esposizione ad una temperatura di 118 $^1/_2$° Fahr. al massimo ». Essendo i miei risultati dedotti da fenomeni speciali, cioè, l'aggregazione successiva del protoplasma e la ri-tensione dei tentacoli, sembrami valga la pena di riferirli. Troveremo che la Drosera resiste al calore un po' meglio della più parte delle altre piante. Non è sorprendente che vi debbano essere considerevoli differenze in questo riguardo, riflettendo che alcuni bassi organismi vegetali crescono in calde sorgenti; questi fatti sono stati raccolti dal prof. WYMAN (*American Journal of Science*, vol. XLIV, 1867). Così, il dott. HOOKER trovò Conferve nell'acqua a 168° Fahr.; Humboldt, a 185° Fahr.; e Descloizeaux, a 208° Fahr.

Digitized by Google

acqua fredda, o in una soluzione di carbonato d'ammoniaca. In altri casi esse furono lasciate nell'acqua, che era stata elevata ad una certa temperatura, finchè essa divenne fredda. Inoltre, in altri casi le foglie vennero improvvisamente tuffate in acqua d'una certa temperatura, e là tenute per un dato tempo. Considerando che i tentacoli sono estremamente delicati, e che i loro involucri sono assai sottili, sembra a mala pena possibile che il contenuto fluido delle loro cellule abbia potuto portarsi tutt'al più fino ad uno o due gradi sopra la temperatura dell'acqua circostante. Credo che ulteriori precauzioni sarebbero state superflue, differendo leggermente le foglie per età o cause costituzionali nella loro sensibilità al calore.

Sarà conveniente di descrivere dapprima brevemente gli effetti dell'immersione per trenta secondi nell'acqua bollente. Le foglie sono rese flaccide, coi loro tentacoli piegati all'indietro, il che, come vedremo in un futuro capitolo, è probabilmente dovuto al fatto che le loro superficie esterne mantengono la loro elasticità per un periodo più lungo di quello che le loro superficie interne mantengano il potere di contrazione. Il fluido purpureo entro le cellule dei picciuoli è reso vagamente granulare, ma non v'è vera aggregazione; nè questa ha luogo quando le foglie sono poste successivamente in una soluzione di carbonato d'ammoniaca. Ma il cambiamento più rimarchevole è che le glandule diventano opache ed uniformemente bianche; e ciò può esser attribuito alla coagulazione del loro contenuto albuminoso.

Il mio primo e preliminare esperimento consistette nel mettere sette foglie nello stesso vaso d'acqua, e riscaldando adagio fino alla temperatura di 110° Fahr. (43° cent.); una foglia fu estratta tostochè la temperatura si elevò ad 80° (26°,6 cent.), un'altra ad 85°, un'altra a 90°, e così via. Ciascuna foglia, quando fu estratta, venne posta in acqua alla temperatura della mia stanza, ed i tentacoli di tutte divennero leggermente, benchè irregolarmente, incurvati. Esse vennero ora tolte dall'acqua fredda e tenute nell'aria umida, con pezzi di carne posti sui loro dischi. La foglia ch'era stata esposta alla temperatura di 110° divenne molto piegata in 15 minuti; ed in 2 ore ogni singolo tentacolo abbracciava strettamente la carne. Così avvenne, ma dopo intervalli alquanto più lunghi, colle altre sei foglie. Sembra perciò che il bagno caldo avesse aumentato la loro sensitività, allorchè era eccitata dalla carne.

Osservai di poi il grado d'inflessione che le foglie subiscono entro periodi determinati, mentre sono ancora immerse in acqua calda, tenuta quanto più approssimativamente è possibile alla stessa temperatura; ma io darò qui ed altrove solo alcune delle molte prove fatte. Una foglia fu lasciata per 10 minuti nell'acqua a 100° (37°,7 cent.) ma non avvenne incurvamento. Una seconda foglia tuttavia, trattata allo stesso modo, ebbe alcuni dei suoi tentacoli esterni molto leggermente piegati in 6 minuti, e parecchi piegati irregolarmente ma non strettamente in 10 minuti. Una terza foglia, tenuta in acqua a 105° sino a 106° (40°,5 sino a 41°,1 cent.) si era assai moderatamente curvata in 6 minuti. Una quarta foglia, in acqua a 110° (43°,3 cent.) si era alquanto piegata in 4 minuti, e considerevolmente in 6 sino a 7 minuti.

Tre foglie furono messe nell'acqua che venne riscaldata piuttosto presto, e subito che la temperatura s'elevò a 115°-116° (46° 1-46°,6 cent.) tutte e tre erano piegate. Allora allontanai la lampada, ed in alcuni minuti ogni singolo tentacolo era strettamente incurvato. Il protoplasma entro le cellule non era ucciso, ma si vide che era in movimento distinto; e le foglie essendo state lasciate per 20 ore in acqua fredda, si ri-distesero. Un'altra foglia fu immersa in acqua a 100° (37°,7 c.), che fu elevata a 120° (48°,8 cent.); e tutti i tentacoli, eccettuati gli estremi marginali, s'incurvarono tosto strettamente. La foglia venne messa allora in acqua fredda, ed in 7 ore e 30 minuti si era parzialmente ed in 10 ore pienamente ri-distesa. Il mattino seguente essa fu immersa in una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca, e le glandule divennero rapidamente nere, con aggregazione fortemente

Digitized by Google

marcata nei tentacoli, che dimostrava essere il protoplasma vivo e le glandule non aver perduto il loro potere d'assorbimento. Un'altra foglia fu messa in acqua a 110° (43°,3 cent.) che fu elevata a 120° (48°,8 cent.); ed ogni tentacolo tranne uno, tosto s'incurvò strettamente. Questa foglia fu messa allora in alcune goccie d'una forte soluzione di carbonato d'ammoniaca (una parte in 109 d'acqua); in 10 minuti tutte le glandule divennero d'un nero intenso, ed in 2 ore il protoplasma nelle cellule dei picciuoli era ben aggregato. Un'altra foglia venne improvvisamente tuffata, e come di solito agitata sott'acqua a 120°, ed i tentacoli si piegarono dopo 2-3 minuti, ma soltanto in modo da formare un angolo retto col disco. La foglia fu messa allora nella stessa soluzione (cioè una parte di carbonato di ammoniaca in 109 d'acqua, o 4 grani ad un'oncia, che io nominerò per l'avvenire la « forte soluzione »), e quando la riguardai dopo un intervallo di un'ora, le glandule erano annerite, e v'era aggregazione bene accentuata. Dopo un intervallo addizionale di 4 ore i tentacoli s'erano curvati molto più. È un fatto notevole che una soluzione forte quanto questa non cagiona mai inflessione nei casi ordinari. Finalmente una foglia fu improvvisamente messa nell'acqua a 125° (51°,6 cent.) e vi fu lasciata sino a che l'acqua si raffreddò; i tentacoli furono resi d'un rosso brillante e tosto si curvarono. Il contenuto delle cellule subì qualche grado d'aggregazione, che aumentò nel corso di 3 ore; ma le masse di protoplasma non divennero sferiche, come avviene quasi sempre con foglie immerse in una soluzione di carbonato d'ammoniaca.

Apprendiamo da questi casi che una temperatura di 120°-125° (48°,8-51°,6 cent.) eccita i tentacoli ad un rapido movimento, ma non uccide le foglie, come lo dimostrano o il loro successivo ri-tendersi o l'aggregazione del protoplasma. Vedremo ora che una temperatura di 130° (54°,4 cent.) è troppo alta per causare inflessione immediata, pure non uccide le foglie.

Esperimento 1. — Una foglia fu tuffata, e come in ogni caso agitata intorno per alcuni minuti, nell'acqua a 130° (54°,4 cent.) ma non vi fu traccia d'inflessione; fu poi messa in acqua fredda, e dopo un intervallo di 15 minuti si vide distintamente un lentissimo movimento in una piccola massa di protoplasma in una delle cellule d'un tentacolo (1). Dopo alcune ore tutti i tentacoli e la lamina divennero incurvati.

Esperimento 2. — Un'altra foglia fu tuffata nell'acqua a 130-131°, e come prima non vi fu incurvamento. Dopo essere stata nell'acqua fredda per un'ora, fu messa nella soluzione forte d'ammoniaca, e nel corso di 55 minuti i tentacoli furono considerabilmente incurvati. Le glandule che prima erano state rese d'un rosso più lucente, furono ora annerite. Il protoplasma nelle cellule dei tentacoli era distintamente aggregato; ma le sfere erano molto minori di quelle generate ordinariamente in foglie non riscaldate quando sono sottoposte al carbonato d'ammoniaca. Dopo un'aggiunta di 2 ore tutti i tentacoli, tranne sei o sette, erano curvati strettamente.

Esperimento 3. — Esperimento simile all'ultimo, precisamente cogli stessi risultati.

Esperimento 4. — Una bella foglia fu messa nell'acqua a 100° (37°,7 cent.) che fu portata a 145° (62°,7 cent.). Subito dopo l'immersione, vi fu, come si avrebbe

(1) Sachs stabilisce (*Traité de Botanique*, 1874, p. 855) che i movimenti del protoplasma nei peli d'una *Cucurbita* cessavano dopo che erano esposti per un minuto nell'acqua alla temperatura di 47°-48° cent., o 117°-119° Fahr.

Digitized by Google

potuto aspettarsi, forte inflessione. La foglia fu allora tolta e lasciata in acqua fredda; ma per essere stata esposta a temperatura sì alta, non si ri-distese più.

Esperimento 5. — Una foglia immersa a 130° (54°,4 cent.), e l'acqua elevata a 145° (62°,7 cent.), non vi fu incurvamento immediato; venne poscia messa in acqua ferdda, e dopo un'ora e 20 minuti alcuni tentacoli da un lato divennero piegati. Questa foglia fu allora posta nella soluzione forte, ed in 40 minuti tutti i tentacoli sottomarginali erano bene curvati e le glandule annerite. Dopo un intervallo addizionale di 2 ore e 45 minuti tutti i tentacoli, tranne otto o dieci, erano strettamente piegati, colle loro cellule che offrivano un grado leggiero d'aggregazione; ma le sfere del protoplasma erano assai piccole, e le cellule dei tentacoli esterni contenevano della sostanza polposa o bruniccia disaggregata.

Esperimento 6 *e* 7. — Due foglie vennero tuffate in acqua a 135° (57°,2 cent.) che fu elevata a 145° (62°,7 cent.); niuna delle due divenne incurvata. Una di esse tuttavia dopo di essere stata lasciata per 31 minuti in acqua fredda, presentava leggiera inflessione, che crebbe dopo un intervallo addizionale di un'ora e 45 minuti, finchè tutti i tentacoli, tranne sedici o diciassette, furono più o meno incurvati; ma la foglia era tanto danneggiata che mai si ri-distese. L'altra foglia, dopo essere stata lasciata per mezz'ora in acqua fredda, fu messa in soluzione forte, ma non ne seguì incurvamento; pure le glandule erano annerite, ed in qualche cellula v'era una piccola aggregazione, essendo le sfere di protoplasma estremamente piccole; in altre cellule, specialmente nei tentacoli esterni, vi era molta sostanza polposa verdognolo-bruna.

Esperimento 8. — Una foglia fu tuffata ed agitata sott'acqua per alcuni minuti alla temp. di 140° (60° cent.), e fu poi lasciata per mezz'ora in acqua fredda, ma non vi fu inflessione. Fu allora messa nella soluzione forte, e dopo 2 ore e 30 minuti i tentacoli sottomarginali interni erano ben curvati, colle loro glandule annerite, e vi fu aggregazione imperfetta nelle cellule dei picciuoli. Tre o quattro glandule aveano macchie dell'aspetto bianco simile a porcellana, come quello prodotto dall'acqua bollente. In nessun altro caso vidi questo risultato dopo un'immersione di soli pochi minuti in acqua d'una temperatura così bassa come 140°, e di quattro foglie soltanto in una dopo una simile immersione ad una temperatura di 145° Fahr. D'altronde, di due foglie l'una fu posta in acqua a 145° (62°,7 cent.) e l'altra in acqua a 140° (60° cent.) ed essendovi lasciate dentro ambedue finchè l'acqua divenne fredda, le glandule d'ambedue divennero bianche e simili a porcellana. Sicchè la durata dell'immersione è un elemento importante nel risultato.

Esperimento 9. — Una foglia fu messa in acqua a 140° (60° cent.), che fu elevata a 150° (65°,5 cent.); non ebbe luogo incurvamento; al contrario i tentacoli esterni erano alcun poco curvati all'indietro. Le glandule divennero come porcellana, ma alcune erano un po' picchiettate di porpora. Le basi delle glandule erano spesso più attaccate delle loro cime. Questa foglia essendo stata lasciata nella soluzione forte non subì alcuna inflessione od aggregazione.

Esperimento 10. — Una foglia venne tuffata in acqua a 150°-150 ½° (65°,5 cent.); divenne alquanto flaccida coi tentacoli esterni leggermente piegati in dietro, e gl'interni piegati un poco al di dentro ma solo verso le loro estremità; e questo ultimo fatto mostra che il movimento non era di vera inflessione, poichè la sola parte basale si curva normalmente. I tentacoli erano come di solito resi d'un rosso assai brillante, colle glandule quasi bianche come porcellana, pure tinte di color roseo. Essendo stata posta la foglia nella soluzione forte il contenuto delle cellule dei tentacoli divenne d'un bruno torbido, con nessuna traccia d'aggregazione.

Esperimento 11. — Una foglia fu immersa in acqua a 145° (62°,7 cent.), che fu elevata a 156° (68°,8 cent.). I tentacoli divennero rossi ed un poco ripiegati, con quasi tutte le glandule simili a porcellana; quelle sul disco erano ancora rosee,

Digitized by Google

quelle vicino al margine affatto bianche. Essendo posta la foglia come d'ordinario prima in acqua fredda, poi nella soluzione forte, le cellule dei tentacoli divennero d'un bruno verdognolo torbido, col protoplasma non aggregato. Tuttavia quattro glandule sfuggirono d'esser rese come porcellana, ed i picciuoli di queste glandule erano arricciati spiralmente, come un corno francese, verso le loro estremità superiori; ma questo non può venir riguardato in verun modo come un caso di vera inflessione. Il protoplasma entro le cellule delle parti circostanti era aggregato in sfere purpuree distinte benchè eccessivamente minute. Questo caso mostra chiaramente che il protoplasma, dopo essere stato esposto per alcuni minuti ad una temperatura alta, conserva la proprietà d'aggregarsi quando viene dipoi sottoposto all'azione del carbonato d'ammoniaca; a meno che il calore non sia stato così elevato sufficiente da cagionare coagulazione.

Osservazioni conclusionali. — Essendo i tentacoli, che somigliano a capelli, molto sottili ed avendo pareti delicate, e venendo le foglie agitate sott'acqua per alcuni minuti presso il bulbo del termometro, sembra appena possibile che essi non s'avessero riscaldato fin quasi alla temperatura indicata dall'istrumento. Dalle undici osservazioni ultime vediamo che una temperatura di 130° (54°,4 cent.) non causa mai l'inflessione immediata dei tentacoli, quantunque una temperatura da 120° a 125° (48°,8 a 51°,6 cent.) produca rapidamente quest'effetto. Ma le foglie vengono paralizzate solo per qualche tempo dalla temperatura di 130°, dacchè, se lasciate in acqua semplice od in una soluzione di carbonato d'ammoniaca, esse dipoi si incurvano ed il loro protoplasma subisce aggregazione. Questa grande differenza negli effetti d'una temperatura più alta e più bassa può venir confrontata con quella derivante dall'immersione in soluzioni forti e deboli dei sali d'ammoniaca; giacchè quelli non eccitano movimento, mentre questi agiscono energicamente. Una sospensione temporanea del potere di movimento dovuta al calore è chiamata da Sachs (1) « rigidezza del calore »: e ciò nel caso della pianta sensitiva (Mimosa) è prodotto dalla sua esposizione per alcuni minuti all'aria umida, elevata a 120°-122 Fahr., o 49°-50° cent. Merita menzione che le foglie di Drosera, dopo essere state immerse nell'acqua a 130° Fahr., sono eccitate al movimento da una soluzione così forte che paralizzerebbe le foglie ordinarie e non causerebbe inflessione.

L'esposizione delle foglie per alcuni minuti anche alla temperatura di 145° Fahr. (62°,7 cent.) non le uccide sempre; poichè quando sono dipoi lasciate nell'acqua fredda o in una forte soluzione di carbonato d'ammoniaca, esse generalmente incurvansi; però non sempre; ed il protoplasma entro le loro cellule subisce l'aggregazione, quantunque le sfere così formate siano estremamente piccole, e che molte cellule siano in parte ripiene di sostanza bruniccia torbida. In due esempi, quando le foglie vennero immerse nell'acqua ad una temperatura inferiore ai 130° (54°,4 cent.), che poi fu elevata a 145° (62°,7 cent.), esse si curvarono durante il primo periodo d'immersione; ma essendo dipoi lasciate in acqua fredda furono

(1) *Traité de Botanique*, 1874, p. 1034.

Digitized by Google

incapaci di ri-tensione. L'esposizione per alcuni minuti ad una temperatura di 145° cagiona ad alcune delle glandule più sensitive delle chiazze dell'aspetto simile a porcellana; ed in una occasione ciò avvenne ad una temperatura di 140° (60° cent.). In altra occasione quando una foglia venne messa in acqua a questa temperatura di soli 140°, e lasciatavi entro finchè l'acqua divenne fredda, ogni glandula diventò simile alla porcellana. L'esposizione per alcuni minuti alla temperatura di 150° (65°,5 cent.) produce generalmente quest'effetto, tuttavia molte glandule serbano un color roseo, e molte presentano un aspetto chiazzato. Questa temperatura alta non causa mai vera inflessione; al contrario, i tentacoli ordinariamente si ripiegano, benchè in grado minore che quando vengono immersi in acqua bollente; e ciò apparentemente è dovuto al loro potere elastico passivo. Dopo l'esposizione ad una temperatura di 150° Fahr., il protoplasma, se è successivamente sottoposto al carbonato d'ammoniaca, invece di subire aggregazione vien convertito in sostanza disaggregata o polposa scolorita. Insomma le foglie sono uccise in generale da questo grado di calore; ma in causa delle differenze d'età e di costituzione, esse variano alquanto in questo riguardo. In un caso anormale, delle molte glandule d'una foglia, ch'era stata immersa in acqua riscaldata a 156° (68°,8 cent.), quattro sfuggirono d'essere rese simili a porcellana (1), ed il protoplasma nelle cellule immediatamente sotto queste glandule subì qualche grado leggero, benchè imperfetto, d'aggregazione.

Finalmente, è un fatto rimarchevole che le foglie della *Drosera rotundifolia*, che prospera ovunque sulle fredde paludi montagnose nella Gran Bretagna, ed esiste (Hooker) presso il Circolo artico, possano resistere, sia pure per un tempo breve, all'immersione in acqua riscaldata fino alla temperatura di 145° (2).

Merita pure si aggiunga che l'immersione in acqua fredda non cagiona alcuna inflessione: io posi improvvisamente quattro foglie, prese da piante che erano state tenute per parecchi giorni ad una temperatura generalmente di circa 75° Fahr. (23°,8 cent.), in acqua a 45° (7°,2 cent.), ma esse furono, appena sensibilmente eccitate; non fu così di alcune altre foglie delle stesse piante, che furono immerse contemporaneamente in acqua a 75°, giacchè queste divennero, benchè in grado leggiero, decisamente incurvate.

(1) Poichè l'opacità e l'aspetto di porcellana delle glandule sono dovuti probabilmente alla coagulazione dell'albume, posso qui aggiungere, sull'autorità del dott. Burdon Sanderson, che l'albume si coagula a circa 55°, ma, in presenza di acidi la temperatura di coagulazione, è più bassa. Le foglie della Drosera contengono un acido, e forse una differenza nella quantità contenuta nelle diverse foglie può contribuire alle leggiere differenze nei risultati summentovati.

(2) È manifesto che gli animali a sangue freddo sono, come si potea attendersi, molto più sensitivi ad un aumento di temperatura della Drosera. Così, come apprendo dal dott. Burdon Sanderson, una rana comincia ad essere angustiata nell'acqua ad una temperatura di soli 85° Fahr. A 95° i muscoli diventano rigidi, e l'animale muore in condizione irrigidita.

Digitized by Google

CAPITOLO V.

EFFETTI DI FLUIDI ORGANICI NON NITROGENATI E NITROGENATI SULLE FOGLIE

Fluidi non nitrogenati. — Soluzioni di gomma arabica. — Zucchero. — Amido. — Alcool diluito. — Olio d'oliva. — Infusione e decozione di tè. — Fluidi nitrogenati. — Latte. — Orina. — Albume liquido. — Infusione di carne cruda. — Muco impuro. — Saliva. — Soluzione di colla di pesce. — Differenza nell'azione di queste due specie di fluidi. — Decozione di piselli verdi. — Decozione ed infusione di cavolo. — Decozione di foglie d'erba.

Quando, nel 1860, osservai per la prima volta la Drosera, e fui tratto a credere che le foglie assorbissero materia nutritiva dagl'insetti che pigliavano, mi sembrò un buon disegno fare qualche prova preliminare con alcuni fluidi comuni, contenenti e non contenenti sostanza nitrogenata, ed i risultati sono degni d'essere qui riferiti.

In tutti i casi seguenti si lasciò cadere una goccia presa collo stesso strumento appuntato sul centro della foglia; e con prove replicate fu accertato che una di queste goccie era molto prossima in media alla metà d'un minimo, o $^1/_{960}$ d'oncia di fluido, o 0,0295 milligr. Ma in queste misurazioni non v'ha certamente pretesa di stretta precisione; inoltre, le goccie dei fluidi viscidi sono evidentemente più grandi di quelle d'acqua. Si provò solamente una foglia della stessa pianta, e le piante vennero raccolte da due località distanti. Gli esperimenti furono fatti durante agosto e settembre. Nel giudicare degli effetti una sola avvertenza è necessaria: se una goccia di qualche fluido viscoso è messa sopra una foglia vecchia o debole, le cui glandule abbiano cessato di secernere copiosamente, la goccia talvolta si secca, specialmente se la pianta è tenuta in una stanza, ed alcuni dei tentacoli centrali e sottomarginali si trovano addossati l'un l'altro, il che dà ad essi la falsa apparenza d'esser divenuti incurvati. Ciò avviene talvolta con l'acqua, quando è resa appiccaticcia per la mescolanza colla secrezione viscosa. Perciò il solo indizio sicuro, e di questo solo mi son fidato, è il piegarsi verso l'interno dei tentacoli esterni, che non sono stati toccati dal fluido o tutt'al più solamente alle loro basi. In tal caso, il movimento è dovuto interamente all'esser state le glandule centrali stimolate dal fluido e dall'aver esse trasmesso un impulso motore ai tentacoli esterni. La lamina della foglia spesso si curva parimenti verso l'interno, nella stessa maniera come quando un insetto o pezzo di carne è messo sul disco. Quest'ultimo movimento non

Digitized by Google

è mai causato, per quanto io ho veduto, dal semplice seccarsi d'un fluido tenace e dall'esser successivamente i tentacoli addossati l'un l'altro.

Cominciamo coi fluidi non nitrogenati. Come prova preliminare, si posero delle goccie d'acqua distillata su trenta sino a quaranta foglie, e non fu prodotto effetto di sorta; nondimeno, in altri casi rari, alcuni tentacoli divennero per breve tempo incurvati; ma ciò può esser stato causato dall'essere state le glandule toccate accidentalmente nel collocare le foglie in posizione conveniente. Si avrebbe ben potuto prevedere che l'acqua non produrrebbe alcun effetto, poichè altrimenti le foglie sarebbero eccitate al movimento da ogni caduta di pioggia.

Gomma arabica. — Si fecero soluzioni di quattro gradi di forza; una di sei grani all'oncia d'acqua (una parte in 73); una seconda alquanto più forte, tuttavia molto chiara; una terza moderatamente densa, ed una quarta sì densa da cadere appunto solamente da uno stromento appuntato. Queste furono provate su quattordici foglie; le goccie furono lasciate sui dischi da 24 a 44 ore, in generale 30 ore circa. L'inflessione non fu mai causata per ciò. È necessario provare gomma arabica pura, giacchè un amico provò una soluzione comperata già preparata, e questa fece curvare i tentacoli; ma egli poi si accertò che conteneva molta materia animale, probabilmente colla.

Zucchero. — Goccie d'una soluzione di zucchero bianco di tre forze (la più debole conteneva una parte di zucchero in 73 d'acqua) furono lasciate su quattordici foglie da 32 a 48 ore; ma non fu prodotto alcun effetto.

Amido. -- Una mistura densa all'incirca come la crema, fu fatta cadere su sei foglie e lasciata su esse per 30 ore, senza produrre alcun effetto. Sono sorpreso di questo fatto, poichè credo che l'amido, che è in commercio, contenga qualche traccia di glutine, e questa sostanza nitrogenata cagiona incurvamento, come vedremo nel prossimo capitolo.

Alcool diluito. — Una parte d'alcool fu aggiunto in sette d'acqua, e le solite goccie furono poste sui dischi di tre foglie. Non ne seguì inflessione nel corso di 48 ore. Per accertare se queste foglie erano state punto danneggiate, furono posti su di esse sei pezzi di carne, e dopo 24 ore esse erano strettamente incurvate. Io posi anche su altre tre foglie delle goccie di vino di Xeres; non fu causata alcuna inflessione, benchè due d'esse sembrassero un poco danneggiate. Vedremo di poi che delle foglie mozzate immerse in alcool diluito della forza suddetta non s'incurvano.

Olio d'olica. - Ne furono poste delle goccie sui dischi di undici foglie, e non fu prodotto alcun effetto in un tempo da 24 a 48 ore. Quattro di queste foglie furono poi provate con pezzi di carne sui loro dischi, e tre di esse furono trovate dopo 24 ore con tutti i loro tentacoli e lamine strettamente incurvati, mentre la quarta avea incurvati solamente alcuni tentacoli. Sarà mostrato però in seguito che delle foglie mozzate e immerse in olio d'oliva sono potentemente attaccate.

Infusione e decozione di tè. — Delle goccie d'una forte infusione e decozione, nonchè d'una decozione piuttosto debole di tè furono messe su dieci foglie, niuna delle quali s'incurvò. Io provai però tre di esse aggiungendo dei pezzi di carne alle goccie che rimanevano ancora sui dischi loro, e quando le esaminai dopo 24 ore erano strettamente piegate. Il principio chimico del tè, cioè la teina, fu successivamente provato, ma non produsse alcun effetto. La materia albuminosa che le foglie devono aver contenuta originariamente, senza dubbio, era stata resa insolubile dall'esser esse state seccate.

Digitized by Google

Così noi vediamo che, escludendo gli esperimenti coll'acqua, sessantuna foglia furono provate con goccie dei su nominati fluidi non nitrogenati, ed i tentacoli non furono neppur in un caso incurvati.

Riguardo ai fluidi nitrogenati, furono provati i primi che vennero sotto mano. Gli esperimenti furono fatti nello stesso tempo e precisamente nella stessa maniera dei precedenti. Essendo bene evidente che questi fluidi produceano un grande effetto, omisi nella maggior parte dei casi di ricordare quanto presto i tentacoli s'incurvarono. Ma ciò avvenne sempre in meno di 24 ore; mentre le goccie di fluidi non nitrogenati, che non producevano effetto, furono osservate in ogni caso durante un periodo considerevolmente più lungo.

Latte. — Se ne posero delle goccie su sedici foglie, ed i tentacoli di tutte, come pure le lamine di parecchie, divennero tosto assai incurvate. I periodi furono notati solamente in tre casi, cioè per le foglie su cui erano state poste delle goccie inusitatamente piccole. I loro tentacoli erano alquanto incurvati in 45 minuti; e dopo 7 ore e 45 minuti le lamine di due erano tanto curvate da formare piccole coppe contenenti le goccie. Queste foglie si ri-tesero il terzo giorno. In altra occasione la lamina d'una foglia era molto piegata in 5 ore, dopo che una goccia di latte era stata posta su di essa.

Orina umana. — Ne furono poste delle goccie su dodici foglie, ed i tentacoli di tutte, fatta un'unica eccezione, s'incurvarono assai. Presumo che fosse in causa delle differenze nella natura chimica dell'orina in diverse occasioni, che il tempo richiesto pei movimenti dei tentacoli variava molto, ma fu sempre effettuato in meno di 24 ore. In due esempi ricordai che tutti i tentacoli esterni furono incurvati completamente in 17 ore, ma non la lamina della foglia. In un altro caso i margini d'una foglia, dopo 25 ore e 30 minuti divennero sì fortemente piegati che essa era convertita in una coppa. La forza dell'orina non giace nell'urea, che, come vedremo di poi, è inattiva.

Albume (fresco da un uovo di gallina) posto su sette foglie, fece piegar bene i tentacoli di sei di esse. In un caso lo stesso orlo della foglia divenne molto arricciato dopo 20 ore. La foglia che non fu attaccata rimase così per 26 ore e fu poi trattata con una goccia di latte, e ciò fece piegare i tentacoli verso l'interno in 12 ore.

Infusione fredda filtrata di carne cruda. — Questa fu provata solamente sopra un'unica foglia, che ebbe la maggior parte dei suoi tentacoli esterni e la lamina piegata in 19 ore. Durante gli anni seguenti, usai replicatamente questa infusione per provar delle foglie che erano state sperimentate con altre sostanze, e fu trovata agire con la massima energia, ma non essendosi fatto un esatto resoconto di queste prove, esse non vengono qui riportate.

Muco. — Muco denso e chiaro proveniente dai tubi bronchiali, posto su tre foglie, cagionò inflessione. Una foglia con muco chiaro ebbe i suoi tentacoli marginali e la lamina un po' curvata verso l'interno in 5 ore e 30 minuti, e molto curvata in 20 ore. L'azione di questo fluido è senza dubbio dovuta o alla saliva o a sostanza albuminosa (1) mescolata con essa, e non, come vedremo nel prossimo capitolo, a mucina ossia al principio chimico del muco.

Saliva. — La saliva umana, quando è evaporata, lascia (2) da 1,14 a 1,19

(1) MARSHALL dice (*Elementi di fisiologia*, vol. II, 1862, p. 364), che il muco proveniente dai canali respiratorii contiene dell'albume.

(2) MÜLLER, *Elementi di fisiologia*, trad. ing., vol. I, p. 514.

Digitized by Google

per cento di residuo; e questo da 0,25 per cento di cenere, sicchè la proporzione della materia nitrogenata contenuta dalla saliva deve essere piccola. Tuttavia, delle goccie messe sui dischi di otto foglie agirono su tutte. In un caso tutti i tentacoli esterni, tranne nove, si piegarono in 19 ore e 30 minuti; in un altro caso alcuni lo fecero in 2 ore, e dopo 7 ore e 30 minuti tutti quelli situati presso al punto dove era la goccia, come pure la lamina, aveano subìta l'influenza. Da quando faccio questi esperimenti, ho moltissime volte toccato appunto col manico del mio scalpello bagnato di saliva, per accertare, se una foglia era in stato attivo, essendo questo dimostrato nel corso d'alcuni minuti dal piegarsi dei tentacoli verso l'interno. Il nido commestibile della rondine cinese è formato di materia secreta dalle glandule salivali; due grani ne furono aggiunti ad un'oncia d'acqua distillata (una parte in 218), che fu fatta bollire per parecchi minuti, ma non disciolse tutto. Le goccie della solita grandezza vennero messe su tre foglie, e queste in un'ora e 30 minuti erano curvate bene, ed in 2 ore e 15 minuti lo erano strettamente.

Colla di pesce. — Si posero su otto foglie delle goccie d'una soluzione densa all'incirca come il latte e d'una soluzione ancora più densa, ed i tentacoli di tutte si curvarono. In un caso i tentacoli esterni erano ben curvati dopo 6 ore e 30 minuti, e la lamina della foglia lo era parzialmente dopo 24 ore. Agendo la saliva sì efficacemente, benchè contenga in proporzioni sì piccole materia nitrogenata, provai in quanto piccola quantità agirebbe la colla di pesce. Una parte di questa fu disciolta in 218 parti d'acqua distillata, e se ne posero delle goccie su quattro foglie. Dopo 5 ore due di queste erano considerevolmente e due moderatamente incurvate; dopo 22 ore quelle erano assai incurvate e queste molto più. Nel corso di 48 ore dal tempo in cui le goccie erano state messe sulle foglie, tutte quattro s'erano quasi ri-distese. Allora furono loro dati dei piccoli pezzi di carne, e questi agirono più potentemente della soluzione. Una parte di colla di pesce venne poscia disciolta in 437 d'acqua; il fluido così formato era sì chiaro che non lo si avrebbe potuto distinguere dall'acqua pura. Le goccie della solita grandezza vennero messe su sette foglie, ognuna delle quali ricevette in tal modo $^1/_{960}$ di grano (0,0295 milligrammi). Tre di esse furono osservate per 41 ore, ma non vennero punto attaccate; la quarta e la quinta aveano curvato dopo 18 ore due o tre dei loro tentacoli esterni; la sesta alcuni di più; e la settima aveva in aggiunta l'orlo della foglia proprio percettibilmente curvato verso l'interno. I tentacoli delle quattro foglie ultime cominciarono a ri-tendersi dopo un intervallo addizionale di sole 8 ore. Quindi $^1/_{960}$ di grano di colla di pesce è sufficiente ad attaccare molto leggermente le foglie più sensitive od attive. Si posero delle goccie d'una soluzione densa come il latte sopra una delle foglie, che non avea subìto l'influenza della soluzione debole, e sopra un'altra che avea curvati solo due dei suoi tentacoli; e la mattina seguente, dopo un intervallo di 16 ore, furono trovate amendue con tutti i loro tentacoli fortemente incurvati.

Io esperimentai sessantaquattro foglie coi suddetti fluidi nitrogenati, escluse le cinque foglie provate solamente colla soluzione di colla di pesce estremamente debole, e le numerose prove fatte successivamente, di cui non fu tenùto conto esatto. Di queste sessantaquattro foglie, sessantatre ebbero i loro tentacoli e spesso le loro lamine ben curvate. Quell'una che fallì era probabilmente troppo vecchia e torpida. Ma per ottenere in sì gran proporzione casi di buon successo, si dovette

Digitized by Google

aver cura di scegliere foglie giovani ed attive. Si scelsero con egual cura foglie in questa condizione per le sessantuna prove con fluidi non nitrogenati (l'acqua non compresa); ed abbiamo veduto che neppur una di queste fu menomamente attaccata. Possiamo perciò conchiudere con sicurezza che in sessantaquattro esperimenti con fluidi nitrogenati l'inflessione dei tentacoli esterni fu dovuta all'assorbimento della materia nitrogenata fatto dalle glandule dei tentacoli del disco.

Alcune delle foglie che non furono attaccate dai fluidi non nitrogenati vennero, come fu sopra riferito, provate subito dopo con pezzi di carne, e fu così provato che erano in condizione attiva. Ma oltre a queste prove, ventitre delle foglie, che avevano ancora sui loro dischi goccie di gomma, di sciroppo o di amido, le quali non avevano prodotto nessun effetto nel corso da 24 a 48 ore, furono poi provate con goccie di latte, d'orina o d'albume. Di ventitre foglie così trattate, diciassette ebbero i loro tentacoli, ed in qualche caso le loro lamine, bene incurvati; ma le loro forze erano alquanto diminuite, giacchè il modo di movimento era decisamente più lento che quando foglie fresche venivano trattate con questi stessi fluidi nitrogenati. Questa diminuzione, nonchè l'insensibilità di sei delle foglie, può essere attribuita al danno ricevuto dall'esosmosi in causa della densità dei fluidi posti sui loro dischi.

Si possono convenientemente qui riferire i risultati d'alcuni altri esperimenti con fluidi nitrogenati. Si fecero decozioni d'alcuni vegetali che si sapevano ricchi di nitrogeno, ed esse agirono come fluidi animali. Così furono fatti bollire per alcun tempo in acqua distillata dei piselli verdi, e si lasciò deporre così fatta decozione, moderatamente densa. Si posero delle goccie del fluido soprastante su quattro foglie, e quando esse furono guardate dopo 16 ore, i tentacoli e le lamine di tutte furono trovati fortemente incurvati. Deduco da un'osservazione di Gerhardt (1) che la legumina è presente nei piselli « in combinazione con un alcali, formando una soluzione incoagulabile », la quale si mescolerebbe all'acqua bollente. Posso ricordare in relazione cogli esperimenti suddetti e seguenti, che secondo Schiff (2) esistono certe forme di albume, che non vengono coagulate dall'acqua bollente, ma sono convertite in peptoni solubili.

In tre occasioni furono fatte bollire in acqua distillata per un'ora o per 1 ¼ delle foglie di cavolo sminuzzate (3); e travasando la decozione dopo che la si era lasciata riposare, s'aveva ottenuto un fluido pallido d'un verdognolo sporco. Le goccie della solita grandezza furono poste su tredici foglie. I loro tentacoli e le lamine erano incurvati dopo 4 ore in grado affatto straordinario. Il giorno dopo il protoplasma entro le cellule dei tentacoli fu trovato aggregato in modo assai fortemente pronunciato. Toccai anche la secrezione viscosa intorno alle glandule di parecchi tentacoli con minute goccie di decozione (mediante la testa d'un piccolo spillo) ed esse divennero ben bene incurvate in alcuni minuti. Mostran-

(1) WATTS, *Precetti di chimica*, vol. III, p. 568.

(2) *Leçons sur la phys. de la digestion*, tom. I, p. 379; tom. II, pp. 154, 166, sulla legumina.

(3) Le foglie di piante giovani, prima che il cuore sia formato, quali furono da me usate, contengono 2,1 per cento di sostanza albuminosa, e le foglie esterne di piante mature ne contengono 1,6 per cento. WATTS, *Precetti di chimica*, vol. I, p. 653.

Digitized by Google

dosi il fluido sì potente, ne fu diluita una parte con tre d'acqua, e se ne posero delle goccie sui dischi di cinque foglie; e queste avevano il mattino dopo subìto talmente l'influenza che le loro lamine erano completamente addoppiate. Vediamo così che una decozione di foglie di cavolo è quasi o interamente così potente come un'infusione di carne cruda.

La stessa quantità, circa, di foglie di cavolo sminuzzate e d'acqua distillata come nell'ultimo esperimento, fu tenuta in un vaso per 20 ore in un fornello caldo, ma non riscaldato fino ad avvicinarsi al punto d'ebullizione. Si posero su quattro foglie delle goccie di questa infusione. Una di queste dopo 23 ore era molto incurvata; una seconda leggermente; una terza avea incurvati solamente i tentacoli sottomarginali; e la quarta non era attaccata affatto. La forza di questa infusione è perciò assai minore di quello della decozione; ed è chiaro che l'immersione delle foglie di cavolo per un'ora in acqua alla temperatura di ebullizione e molto più efficace per estrarre materia che ecciti la Drosera che non l'immersione durante molte ore in acqua calda. Forse il contenuto delle cellule è protetto (come osserva Schiff rispetto ai legumi) dalle pareti formate di cellulosa, e fino a che queste sono rotte dall'acqua bollente, solo poco della materia albuminosa contenuta viene disciolta. Noi sappiamo dal forte odore delle foglie di cavolo cotte che l'acqua bollente produce qualche alterazione chimica in esse, e che sono così rese assai più digeribili e nutritive all'uomo. È perciò un fatto interessante che l'acqua a questa temperatura estragga da esse della sostanza eccitante la Drosera in grado straordinario.

Le graminacee contengono molto meno materia nitrogenata dei piselli e dei cavoli. Le foglie e gli steli di tre specie comuni furono sminuzzati e fatti bollire per qualche tempo in acqua distillata. Delle goccie di questa decozione (dopo essere state in quiete per 24 ore) furono messe su sei foglie, ed agirono in modo alquanto particolare, di cui saranno dati altri esempi nel settimo capitolo sui sali d'ammoniaca. Dopo 24 ore e 30 minuti quattro di queste foglie aveano le loro lamine assai curvate, ma non i loro tentacoli interni; e così avvenne di tutte le sei foglie dopo 24 ore. Due giorni dopo le lamine, nonchè i pochi tentacoli sottomarginali che erano stati curvati, si raddrizzarono tutti; e molta parte del fluido posto sui loro dischi fu durante quel tempo assorbito. Appare che la decozione eccita fortemente le glandule sul disco, facendo piegare rapidamente ed assai la lamina, ma che lo stimolo, diversamente da quanto avviene in casi ordinari, non s'estende, o soltanto debolmente, ai tentacoli esterni.

Posso qui aggiungere che una parte d'estratto di Belladonna (procurata da un droghiere) fu sciolta in 437 d'acqua e ne furono poste delle goccie su sei foglie. Il dì seguente tutte e sei erano alquanto incurvate, e dopo 48 ore erano completamente raddrizzate. Non fu l'atropina contenuta che produsse quest'effetto, poichè accertai successivamente che essa è affatto senza forza. Mi procurai anche dell'estratto di giusquiamo da tre botteghe, e ne feci delle infusioni della forza stessa di prima. Di queste tre infusioni una sola agì su qualcuna delle foglie, che vennero provate. Benchè i droghieri credano che tutto l'albume sia precipitato nella preparazione di queste droghe, non posso dubitare che un poco ne è occasionalmente trattenuto; ed una traccia sola basterebbe ad eccitare le foglie della Drosera più sensitive.

Digitized by Google

CAPITOLO VI.

POTERE DIGESTIVO DELLA SECREZIONE DELLA DROSERA

La secrezione resa acida dall'eccitamento diretto ed indiretto delle glandule. — Natura dell'acido. — Sostanze digeribili. — Albume, la sua digestione arrestata dagli alcali, ricomincia per l'aggiunta d'un acido. — Carne. — Fibrina. — Sintonina. — Tessuto areolare. — Cartilagine. — Fibrocartilagine. — Osso. — Smalto e dentina. — Fosfato di calce. — Base fibrosa dell'osso. — Gelatina. — Condrina. - Latte, caseina e cacio. — Glutina. — Legumina. — Polline. — Globulina. — Ematina. — Sostanze indigeribili. — Prodotti dell'epidermide — Tessuto fibro-elastico. — Mucina. — Pepsina. — Urea — Chitina. — Cellulosa — Cotone fulminante. — Clorofilla. — Grasso ed olio. — Amido. — Azione della secrezione su semi viventi. — Sommario ed osservazioni conclusionali.

Avendo noi veduto che i fluidi nitrogenati agiscono sulle foglie della Drosera molto diversamente dai fluidi non nitrogenati, e che le foglie restano abbracciate per un tempo assai più lungo sopra vari corpi organici che sopra corpi inorganici, come pezzi di vetro, cenere, legno, ecc., diviene interessante il ricercare, se esse possano soltanto assorbire sostanza già in soluzione, o possano anche renderla solubile, — cioè, se abbiano potere digestivo. Vedremo subito ch'esse hanno di certo questo potere, e che esse agiscono sui composti albuminosi precisamente nel modo stesso del succo gastrico dei mammiferi; la sostanza digerita viene dipoi assorbita. Questo fatto, che verrà provato chiaramente, è maraviglioso nella fisiologia delle piante. Devo qui palesare che in tutti i miei ultimi esperimenti sono stato aiutato efficacemente dai preziosi suggerimenti e dall'assistenza, datami con la maggior cortesia dal dott. Burdon Sanderson.

Sarà bene di premettere per riguardo a qualche lettore che non sa nulla sulla digestione dei composti albuminosi negli animali, ch'essa è effettuata mediante un fermento, *pepsina*, insieme con acido cloridrico debole; benchè quasi ogni acido serva. Pure nè la pepsina nè alcun acido per se stesso ha un tal potere (1). Abbiamo veduto che quando le glandule del disco vengono eccitate dal contatto di qualche oggetto, specialmente d'uno contenente materia nitrogenata, i tentacoli esterni e spesso la lamina s'incurvano; la foglia vien così convertita in una cappa o stomaco temporaneo. Contemporaneamente le glandule del disco secernono più copiosa-

(1) Sembra pertanto, secondo Schiff e contrariamente all'opinione d'alcuni fisiologi, che l'acido cloridrico debole sciolga, benchè lentamente, una quantità molto minuta d'albume coagulato. SCHIFF, *Phys. de la digestion*, tom. II, 1867, p. 25.

Digitized by Google

mente, e la secrezione diviene acida. Inoltre, esse trasmettono dell'influenza alle glandule dei tentacoli esterni, facendole gemere una secrezione più copiosa, che diventa anche acida ovvero più acida di prima.

Essendo questo un risultato importante, ne darò la prova. La secrezione di molte glandule su trenta foglie, che non erano state in alcuna guisa eccitate, fu provata con carta di tornasole; e la secrezione di ventidue di queste foglie non attaccò menomamente il colore, mentre quella di otto cagionò una tinta rossa eccessivamente debole e talvolta dubbia. Due altre foglie vecchie tuttavia, che apparivano essere state incurvate parecchie volte, agirono molto più decisamente sulla carta. Delle particelle di vetro pulito furono poi poste su cinque delle foglie, dei cubi di albume su sei, e dei pezzi di carne cruda su tre, su nessuna delle quali la secrezione era allora menomamente acida. Dopo un intervallo di 24 ore, quando quasi tutti i tentacoli su queste quattordici foglie erano divenuti più o meno incurvati, provai nuovamente la secrezione, scegliendo glandule che non avevano ancora raggiunto il centro o toccato alcun oggetto, ed essa era ora manifestamente acida. Il grado d'acidezza della secrezione variava alquanto sulle glandule della stessa foglia. Su qualche foglia, alcuni tentacoli per qualche causa ignota non si curvarono, come avviene spesso; ed in cinque esempi la loro secrezione fu trovata non esser punto acida; mentre la secrezione dei tentacoli vicini e piegati sulla stessa foglia era decisamente acida. Con foglie eccitate da particelle di vetro poste sulle glandule centrali, la secrezione che si raccoglie sul disco sotto di esse, era molto più fortemente acida di quella che gemeva dai tentacoli esterni, che erano finora curvati solo debolmente. Quando de' pezzi d'albume (e questo è naturalmente alcalino) o dei pezzi di carne venivano messi sul disco, la secrezione riunita sotto di essi era pure fortemente acida. Poichè la carne cruda bagnata d'acqua è leggermente acida, confrontai la sua azione sulla carta di tornasole prima che fosse posta sulle foglie, e dopo quando fu bagnata nella secrezione; e non vi potrebbe essere il minimo dubbio che l'ultima era assai più acida. Ho provato infatti centinaia di volte lo stato della secrezione sui dischi di foglie che erano incurvate su vari oggetti, e non mi falli mai di trovarla acida. Possiamo perciò concludere che la secrezione derivante da foglie non eccitate, benchè estremamente viscosa, non è acida o solo leggermente, ma che diviene acida o lo diviene molto più fortemente, dopo che i tentacoli hanno cominciato a piegarsi sopra alcun oggetto organico od inorganico, ed ancora più fortemente acida dopo che i tentacoli sono restati per qualche tempo strettamente abbracciati sopra alcun oggetto.

Posso qui ricordare al lettore che la secrezione sembra essere fino ad un certo punto antisettica, arrestando essa l'apparizione di muffa e d'infusorii, impedendo così per alcun tempo lo scoloramento ed il guasto di certe sostanze, come il bianco dell'uovo, il cacio, ecc. Essa perciò agisce come il succo gastrico degli animali più elevati, che, come si sa, arresta la putrefazione distruggendo i microzimi.

Digitized by Google

Essendo ansioso d'apprendere che acido contenga la secrezione, si lavarono 445 foglie in acqua distillata, datami dal prof. Frankland; ma la secrezione è così viscosa che è appena possibile di raschiare o lavare tutto. Le condizioni erano anche sfavorevoli, essendo la stagione avanzata e le foglie piccole. Il professore Frankland imprese a provare con grande gentilezza il fluido così raccolto. Le foglie erano eccitate da particelle nette di vetro poste su esse 24 ore prima. Senza dubbio sarebbe stato secreto molto più acido se le foglie fossero state eccitate da sostanza animale, ma ciò avrebbe resa l'analisi più difficile. Il prof. Frankland m'informa che il fluido non conteneva alcuna traccia d'acidi cloridrico, tartarico, solforico, ossalico, o formico. Essendo stato accertato ciò, il resto del fluido fu evaporato fino alla disseccazione, ed acidificato con acido solforico; allora esso sviluppò vapore volatile acido, che venne condensato e disciolto con carbonato d'argento. « Il peso del sale d'argento così prodotto era soltanto 0,37 grammi, quantità affatto troppo piccola per la determinazione accurata del peso molecolare dell'acido. Il numero ottenuto pertanto corrispondeva quasi con quello dell'acido propionico; e credo che questo od una mistura d'acidi acetico e butirrico fossero presenti nel liquido. L'acido appartiene senza dubbio alla serie acetica o alla grassa ».

Il prof. Frankland, nonchè il suo assistente, osservò (e questo è un fatto importante) che il fluido, « quando veniva acidificato coll'acido solforico, emanava un odore potente affine a quello della pepsina ». Le foglie da cui la secrezione era stata lavata furono pure mandate al prof. Frankland; esse vennero macerate per alcune ore, poi acidificate con acido solforico e distillate, ma verun acido ne fu emesso. Quindi l'acido contenuto nelle foglie fresche, come lo dimostra il loro scolorare la carta di tornasole quando sono schiacciate, deve essere di natura differente da quello presente nella secrezione. Nè da esse fu emanato alcun odore di pepsina.

Benchè fosse noto da lungo tempo che la pepsina coll'acido acetico ha il potere di sciogliere composti albuminosi, apparve conveniente accertare se l'acido acetico potrebbe venir rimpiazzato, senza la perdita del potere digestivo, dagli acidi affini che, come si crede, trovansi nella secrezione della Drosera, cioè, propionico, butirrico, o valerianico. Il dott. Burdon Sanderson fu così cortese da far per me gli esperimenti seguenti, i risultati dei quali sono preziosi, indipendentemente dalla presente ricerca. Il prof. Frankland fornì gli acidi.

« 1. — Lo scopo dei seguenti esperimenti era di determinare l'attività digestiva dei liquidi contenenti pepsina, acidulati con certi acidi volatili appartenenti alla serie acetica, in confronto con liquidi acidulati con acido cloridrico, in proporzione simile a quella, in cui esso esiste nel succo gastrico.

« 2. — È stato empiricamente determinato che si ottengono i migliori risultati nella digestione artificiale quando si usa un liquido contenente il due per mille di peso di gas acido cloridrico. Ciò corrisponde a circa centimetri cubici 6,25 per litro d'acido cloridrico di forza ordinaria. Le quantità di acidi propionico, butirrico, e valerianico rispettivamente che sono richieste a neutralizzare tanta base quanti centimetri cubici 6,25 di HCl, sono in grammi 4,04 d'acido propionico, 4,82 d'acido butirrico, e 5,68 d'acido valerianico. Fu perciò giudicato utile, confrontando le forze digestive di questi acidi con quello d'acido cloridrico, d'usarli nelle stesse proporzioni.

« 3. — Essendo stati preparati cinquecento centimetri cubici d'un liquido contenente circa 8 centimetri cubici d'un estratto di glicerina della membrana mucosa dello stomaco d'un cane ucciso durante la digestione, se ne fecero svaporare 10 centimetri cubici e disseccare a 110°. Questa quantità lasciò 0,0031 di residuo.

Digitized by Google

« 4. — Di questo liquido si presero quattro quantità che furono acidulate diversamente con acido cloridrico, acido propionico, acido butirrico ed acido valerianico, nelle proporzioni suindicate. Ogni liquido venne poscia posto in un tubo, che fu fatto galleggiare in un bagno d'acqua, contenente un termometro che indicava una temperatura da 38° a 40° cent. In ciascuno venne introdotta una quantità di fibrina non bollita, e fu lasciato stare tutto per quattro ore, mantenendo la temperatura durante tutto questo tempo e prendendo cura che ciascuno contenesse dapertutto un eccesso di fibrina. Alla fine del periodo ogni liquido fu filtrato. Del filtrato che conteneva certamente tanta fibrina quanta n'era stata disciolta durante quattr'ore, 10 centimetri cubici furono misurati e fatti svaporare, e disseccati a 110° come prima. I residui furono rispettivamente:

« Nel liquido contenente acido cloridrico 0,4079
» » » propionico 0,0601
» » » butirrico 0,1468
» » » valerianico 0,1254

« Quindi deducendo da ognuno di questi il residuo surriferito, lasciato quando il liquido digestivo stesso fu fatto svaporare, cioè 0,0031, abbiamo:

« Per acido propionico 0,0570
» » butirrico 0,1437
» » valerianico 0,1223

confrontati con 0,4048 per l'acido cloridrico; questi diversi numeri esprimono a peso le quantità di fibrina disciolte in presenza di quantità equivalenti degli acidi rispettivi in condizioni identiche.

« I risultati dell'esperimento possono venir così stabiliti: — Se 100 rappresenta il potere digestivo d'un liquido contenente pepsina colla proporzione solita d'acido cloridrico, 14,0, 35,4, e 30,2, rappresenteranno rispettivamente le forze digestive dei tre acidi investigati.

« 5 — In un secondo esperimento in cui il procedimento fu in ogni riguardo il medesimo, tranne che tutti i tubi vennero tuffati nello stesso bagno d'acqua, ed i residui disseccati a 115° cent ; risultati furono i seguenti :

« Quantità di fibrina disciolta in quattro ore da 10 centimetri cubici del liquido.

« Acido propionico 0,0563
» butirrico 0,0835
» valerianico 0,0615

« La quantità disciolta da un liquido simile contenente acido cloridrico fu 0,3376. Quindi prendendo questo come 100, i numeri seguenti rappresentano le quantità relative disciolte dagli altri acidi :

« Acido propionico 16,5
» butirrico 24,7
» valerianico 16,1

« 6. — Un terzo esperimento della stessa specie diede:

« Quantità di fibrina disciolta in quattro ore da 10 centimetri cubici del liquido:

« Acido cloridrico 0,2915
» propionico 0,1490
» butirrico 0,1044
» valerianico 0,0520

« Confrontando come prima i tre ultimi numeri col primo preso come 100, la forza digestiva dell'acido propionico è rappresentata da 16,8; quella dell'acido butirrico da 35,8; e quella dell'acido valerianico da 17,8.

Digitized by Google

« La media di queste tre liste d'osservazioni (preso come 100 l'acido idroclorico) dà per

« Acido propionico	15,8
» butirrico	32,0
» valerianico	21,4

« 7. — Un altro esperimento fu fatto per accertare se l'attività digestiva dell'acido butirrico (che fu scelto per essere esso evidentemente il più efficace) fosse relativamente alle temperature ordinarie che alla temperatura del corpo. Si trovò che mentre 10 centimetri cubici d'un liquido contenente la proporzione solita d'acido cloridrico discioglieva 0,1311 di grammo, un liquido simile preparato con acido butirrico discioglieva 0,0455 di grammo di fibrina.

« Quindi prendendo come 100 le quantità disciolte con acido cloridrico alla temperatura del corpo, abbiamo la forza digestiva dell'acido cloridrico alla temperatura di 16°-18° cent. rappresentata da 44,9; quello dell'acido butirrico alla stessa temperatura è 15°,6 ».

Noi vediamo qui che alla più bassa di queste due temperature, l'acido cloridrico con pepsina scioglie, entro lo stesso tempo, piuttosto meno che metà della quantità di fibrina confrontata con quella ch'esso scioglie alla temperatura più alta; e la forza dell'acido butirrico è ridotta nella stessa proporzione sotto uguali condizioni e temperature. Noi abbiamo anche veduto che l'acido butirrico, che è molto più efficace del propionico e del valerianico, scioglie colla pepsina alla temperatura più alta meno d'un terzo della fibrina che è disciolta alla stessa temperatura dell'acido cloridrico.

Darò ora in dettaglio i miei esperimenti sulla forza digestiva della secrezione della Drosera, dividendo le sostanze provate in due serie, cioè, quelle che vengono più o meno completamente disciolte e quelle che non vengono disciolte. Ora vedremo che tutte queste sostanze subiscono l'influenza del succo gastrico degli animali più alti nella stessa maniera. Mi permetto di richiamare l'attenzione agli esperimenti sotto la rubrica *albume*, che mostrano come la secrezione perda la sua forza quando viene neutralizzata da un alcali, e la ricupera quando è aggiunto un acido.

Sostanze che sono completamente o parzialmente disciolte dalla secrezione della Drosera.

Albume. — Dopo aver provate varie sostanze, il dott. Burdon Sanderson mi suggerì l'uso di cubi d'albume coagulato o d'uovo sodo. Posso premettere che cinque cubi della stessa grandezza di quelli usati negli esperimenti seguenti furono posti per confronto nello stesso tempo su musco bagnato presso le piante di Drosera. Il tempo era caldo, e dopo quattro giorni alcuni dei cubi erano scolorati ed ammuffiti, coi loro angoli un po' arrotondati; ma essi non vennero circondati da una zona di fluido trasparente come nel caso di quelli che subivano la digestione. Altri cubi serbarono i loro angoli ed il color bianco. Dopo otto giorni tutti erano

Digitized by Google

alquanto ridotti in grandezza, scolorati, coi loro angoli molto arrotondati. Tuttavia in quattro dei cinque campioni, le parti centrali erano ancora bianche ed opache. Sicchè il loro stato differiva di gran lunga, come vedremo, da quello dei cubi sottoposti all'azione della secrezione.

Esperimento 1. – Si provarono dapprima cubi d'albume piuttosto grandi; i tentacoli si curvarono bene in 24 ore; dopo un giorno addizionale gli angoli dei cubi erano disciolti ed arrotondati (1); ma i cubi erano troppo grandi, sicchè le foglie furono danneggiate, e dopo sette giorni una morì e le altre erano morenti. L'albume che è stato tenuto per quattro o cinque giorni, e che, come si può supporre, ha cominciato a guastarsi leggermente, sembra agire più rapidamente delle uova bollite di fresco. Venendo impiegate in generale le ultime, spesso le bagnai con un po' di saliva, per far chiudere i tentacoli più presto.

Esperimento 2. — Un cubo d'$^1/_{10}$ di pollice (cioè con ogni lato lungo $^1/_{10}$ di pollice, o millimetri 2,55) fu posto sopra una foglia e dopo 50 ore era convertito in una sfera del diametro di circa $^3/_{40}$ di pollice (millimetri 1,905, circondata da fluido perfettamente trasparente. Dopo dieci giorni la foglia si ri-tese, ma vi restava ancora sul disco un minuto pezzo d'albume reso ora trasparente. Era stato dato a questa foglia più albume di quanto ne poteva sciogliere o digerire.

Esperimento 3. — Si posero su due foglie due cubi d'albume d'$^1/_{20}$ di pollice (millimetri 1,27). Dopo 46 ore ogni atomo dell'uno era disciolto, ed il più della materia liquefatta era assorbita; il fluido che rimaneva era in questo, come in tutti gli altri casi, molto acido e viscido. L'altro cubo subì l'influenza in modo piuttosto lento.

Esperimento 4. — Due cubi d'albume della stessa grandezza degli ultimi furono posti su due foglie, e convertiti in 50 ore in due grandi goccie di fluido trasparente; ma quando esse furono tolte da sotto i tentacoli curvati, ed esaminate con luce riflessa sotto il microscopio, si poterono vedere sottili striscie di materia bianca opaca nell'una, e traccie di striscie uguali nell'altra. Le goccie vennero riposte sulle foglie, che si ri-tesero dopo dieci giorni; ed ora nulla restò, tranne pochissimo fluido acido trasparente.

Esperimento 5. — Quest'esperimento fu leggermente variato, sicchè l'albume potè venir esposto più presto all'azione della secrezione. Due cubi, ognuno di circa $^1/_{40}$ di pollice (0,635 millimetri) furono posti sulla stessa foglia, e due cubi simili sopra un'altra foglia. Essi furono esaminati dopo 21 ore e 30 minuti e tutti e quattro furono trovati arrotondati. Dopo 46 ore i due cubi di una foglia erano completamente liquefatti; il fluido era perfettamente trasparente; sull'altra foglia si potevano vedere ancora in mezzo al fluido delle striscie bianche opache. Dopo 72 ore queste striscie sparvero, ma restava ancora sul disco un po' di fluido viscido; mentre esso era quasi tutto assorbito sulla prima foglia. Ambedue le foglie cominciavano allora a ri-tendersi.

(1) In tutti i miei numerosi esperimenti sulla digestione di cubi d'albume, gli angoli e gli orli furono arrotondati pei primi. Ora, SCHIFF determina (*Leçons phys. de la digestion*, vol. II, 1867, p. 149) che questa è la caratteristica della digestione d'albume fatta dal succo gastrico degli animali. D'altronde, egli osserva, « les dissolutions, en chimie, ont lieu sur toute la surface des corps en contact avec l'agent dissolvant ».

Digitized by Google

La migliore e quasi unica prova della presenza di qualche fermento analogo alla pepsina nella secrezione sembrò quella di neutralizzare l'acido della secrezione con un alcali, e d'osservare se il processo della digestione cessava; e poi d'aggiungere un po' d'acido e d'osservare se il processo ricominciava. Ciò fu fatto, e, come vedremo, con successo, ma fu prima necessario di eseguire due esperimenti di controllo; cioè, se l'aggiunta di goccie minute d'acqua della stessa grandezza di quelle degli alcali da usarsi disciolti arresterebbe il processo della digestione, ed in secondo luogo, se delle goccie minute d'acido cloridrico debole, della stessa forza e grandezza di quelle da usarsi, danneggierebbero le foglie. Furono perciò provati i due seguenti esperimenti:

Esperimento 6. — Piccoli cubi d'albume furono messi su tre foglie e minute goccie d'acqua distillata sulla testa d'uno spillo furono aggiunte due o tre volte al giorno. Esse non ritardarono menomamente il processo; perchè dopo 48 ore i cubi erano completamente disciolti su tutte e tre le foglie. Il terzo giorno le foglie cominciarono a ri-tendersi, ed il quarto giorno tutto il fluido era assorbito.

Esperimento 7. — Furono posti su due foglie dei piccoli cubi d'albume, e vi furono aggiunte due o tre volte delle goccie minute d'acido cloridrico, della forza d'una parte a 437 d'acqua. Esse non ritardarono punto, ma anzi sembrarono affrettare il processo della digestione; giacchè ogni traccia d'albume sparì in 24 ore e 30 minuti. Dopo tre giorni le foglie si ri-tesero parzialmente, e durante questo tempo quasi tutto il fluido viscido sui loro dischi era assorbito. È quasi superfluo riferire che dei cubi d'albume della stessa grandezza di quelli usati sopra, lasciati per sette giorni in un po' d'acido cloridrico della suddetta forza, serbarono i loro angoli perfettamente intatti.

Esperimento 8. — Dei cubi d'albume di $^1/_{20}$ di pollice (millimetri 2,54) furono messi su cinque foglie; a tre di esse s'aggiunsero ad intervalli minute goccie di una soluzione d'una parte di carbonato di soda in 437 d'acqua, ed alle altre due goccie di carbonato di potassa della stessa forza. Le goccie furono date sulla testa d'uno spillo piuttosto grande, ed io accertai che ognuna era uguale a circa $^1/_{10}$ di minimo (0,0059 di millimetro), sicchè conteneva solo $^1/_{4800}$ di grano (0,0135 di milligrammo d'alcali). Ciò non fu sufficiente, perchè dopo 46 ore tutti e cinque i cubi erano disciolti.

Esperimento 9. — L'ultimo esperimento fu ripetuto su quattro foglie, con questa differenza, che s'aggiunsero le goccie della stessa soluzione di carbonato di soda alquanto più spesso, ogni volta che la secrezione diveniva acida, sicchè veniva neutralizzata più efficacemente. Ed ora dopo 24 ore gli angoli di tre dei cubi non erano punto arrotondati, quelli del quarto l'erano in grado molto leggiero. S'aggiunsero allora delle goccie d'acido cloridrico estremamente debole (cioè una parte in 847 d'acqua), appunto abbastanza da neutralizzare l'alcali ch'era ancora presente; ed ora la digestione ricominciò subito, in modo che dopo 23 ore e 30 minuti tre dei cubi erano completamente disciolti, mentre il quarto era convertito in una sfera minuta, circondata da fluido trasparente; e questa sfera sparve il giorno seguente.

Esperimento 10. — Furono poscia usate soluzioni più forti di carbonato di soda e di potassa, cioè una parte in 109 d'acqua; e siccome le goccie della stessa gran-

Digitized by Google

dezza vennero date come prima, ogni goccia conteneva $^1/_{1200}$ di grano (0,0539 di milligrammo) dell'uno o l'altro sale. Due cubi d'albume (ognuno circa $^1/_{40}$ di pollice, o millimetri 0,635) furono posti sulla stessa foglia e due sopra un'altra. Ogni foglia ricevette tosto che la secrezione diveniva leggermente acida (e ciò accade quattro volte in 24 ore), delle goccie o di soda o di potassa, e l'acido veniva così efficacemente neutralizzato. L'esperimento riuscì ora perfettamente, giacchè dopo 23 ore gli angoli dei cubi erano acuti quanto prima, e noi sappiamo dall'esperimento 550 che tali piccoli cubi sarebbero stati completamente arrotondati entro quel tempo dalla secrezione nel suo stato naturale. Con carta sugante venne ora levato del fluido dai dischi delle foglie, e furono aggiunte goccie minute d'acido cloridrico della forza di una parte in 200 d'acqua. Fu usato acido di questa forza maggiore, essendo più forti le soluzioni degli alcali. Il processo della digestione cominciò tantosto, sicchè entro 48 ore dal tempo in cui era stato dato l'acido i quattro cubi non solo furono completamente disciolti, ma molto dell'albume liquefatto fu assorbito.

Esperimento 11. — Due cubi d'albume ($^1/_{40}$ di pollice, o millimetri 0,635) furono posti su due foglie, e furono trattati con alcali come nell'ultimo esperimento e collo stesso risultato; giacchè dopo 22 ore essi aveano i loro angoli perfettamente acuti, il che mostra che il processo digestivo era stato completamente arrestato. Desiderai allora d'accertare quale sarebbe l'effetto usando acido cloridrico più forte; così aggiunsi goccie minute della forza d'un per cento. Questo si mostrò un po' troppo forte, giacchè dopo 48 ore dal tempo in cui l'acido era stato aggiunto, un cubo era ancora quasi perfetto, e l'altro soltanto arrotondato molto leggermente, tutti e due poi si erano tinti di roseo. Quest'ultimo fatto mostra che le foglie erano danneggiate (1), poichè durante il processo normale della digestione l'albume non è così colorito, e possiamo così comprendere perchè i cubi non si erano disciolti.

Da questi esperimenti vediamo chiaramente che la secrezione ha la forza di sciogliere l'albume, e vediamo inoltre che se viene aggiunto un alcali, il processo della digestione è arrestato, ma ricomincia immediatamente, tosto che l'alcali viene neutralizzato da acido cloridrico debole. Quand'anche non avessi provato altri esperimenti che questi, essi sarebbero quasi bastati a dimostrare che glandule della Drosera secernono del fermento analogo a pepsina, che in presenza d'un acido dà alla secrezione il suo potere di sciogliere i composti albuminosi.

Furono sparse delle scheggie di vetro pulito sopra un gran numero di foglie, e queste s'incurvarono moderatamente. Esse furono mozzate e divise in tre parti; due di esse, dopo esser state per qualche tempo in un po' d'acqua distillata, furono spremute, e si ottenne del fluido leggermente acido, scolorato, viscoso. La terza parte fu bene inzuppata in alcune goccie di glicerina, che, come è noto, discioglie la pepsina. Si posero quindi dei cubi d'allume di $^1/_{20}$ di pollice nei tre fluidi in vetri d'orologio, di cui alcuni furono tenuti per parecchi giorni a circa 90° Fahr. (32°,2 cent.), ed altri alla temperatura della mia stanza; ma nessun cubo fu disciolto e gli

(1) Sachs osserva (*Traité de Bot.*, 1874, p. 774) che le cellule che sono uccise dal gelo, dal calore troppo grande, e da agenti chimici, lasciano sfuggire tutta la loro materia colorante nell'acqua circostante.

Digitized by Google

angoli rimasero acuti come prima. Questo fatto indica probabilmente che il fermento non vien secreto finchè le glandule vengono eccitate dall'assorbimento d'una quantità minuta di materia animale già solubile; — conclusione che è appoggiata da quanto vedremo dipoi rispetto alla Dionea. Anche il dott. Hooker trovò che, quantunque il fluido entro le anfore di *Nepenthes* possieda una forza straordinaria di digestione, pure quand'è levato dalle anfore, prima ch'esse siano state eccitate, e posto in un vaso, non ha tal forza, benchè sia già acido; e noi possiamo renderci conto di questo fatto soltanto colla supposizione che il fermento conveniente non sia secreto finchè non venga assorbita della materia eccitante.

In tre altre occasioni otto foglie vennero fortemente eccitate con albume bagnato di saliva; esse allora furono mozzate, e fatte inzuppare per parecchie ore o per un giorno intero in alcune goccie di glicerina. Si aggiunse a questo estratto un po' d'acido cloridrico di varie forze (in generale una in 400 d'acqua), e si posero nella mistura minuti cubi d'albume (1). In due di queste prove i cubi non subirono la minima influenza; ma nel terzo l'esperimento riuscì appieno. Poichè in un vaso contenente due cubi, furono ambidue ridotti in grandezza, in 3 ore; e dopo 24 ore restavano semplici striscie d'albume indisciolto. In un secondo vaso, contenente due minuti pezzi laceri d'albume, ambidue furono pure ridotti in grandezza, in 3 ore, e sparvero completamente dopo 24 ore. Poi aggiunsi un po' d'acido cloridrico debole a tutti e due i vasi, e posi in essi dei cubi freschi d'albume; ma questi non subirono influenza. Quest'ultimo fatto è concepibile seguendo l'alta autorità di Schiff (2), che ha dimostrato, com'egli crede (contrariamente all'opinione nutrita da alcuni fisiologi) che una certa piccola quantità di pepsina venga distrutta durante l'atto della digestione. Sicchè se la mia soluzione conteneva, com'è probabile, una quantità estremamente piccola del fermento, essa sarebbe stata consumata nella dissoluzione dei cubi d'albume or ora riferita, non restandone punto quando s'aggiunse l'acido cloridrico. La distruzione del fermento durante il processo della digestione, o il suo assorbimento dopo che l'albume è stato convertito in un peptone, spiegherebbe come sia stata coronata da buon esito solo una delle tre ultime partite d'esperimenti.

Digestione di carne arrosta. — Dei cubi di circa 1|20 di pollice (millim. 1,27) di carne moderatamente arrostita furono messi su cinque foglie che s'incurvarono strettamente in 12 ore. Dopo 48 ore apersi delicatamente una foglia, e la carne consisteva ora in una sfera minuta centrale, in parte disciolta e circondata da un inviluppo denso di fluido viscido trasparente. Senza esser molto disturbato, fu levato il tutto e posto sotto il microscopio. Nella parte centrale le strie trasverse sulle fibre muscolari erano interamente distinte; ed era interessante osservare come esse

(1) Come esperimento di controllo si posero dei pezzi d'albume nella stessa glicerina con acido cloridrico della stessa forza; e l'albume, come si poteva attendersi, non era punto attaccato dopo due giorni.

(2) *Leçons phys. de la digestion*, 1867, tom. II, pp. 114-126.

Digitized by Google

sparivano gradatamente, quando la stessa fibra era investita dal fluido circostante. Esse sparvero venendo le strie sostituite da linee trasverse formate di punti oscuri eccessivamente minuti, che si poterono vedere verso l'esterno soltanto sotto una fortissima lente; e per ultimo questi punti furon perduti. Quando feci queste osservazioni, non avevo letto la relazione di Schiff (1) sulla digestione della carne mediante il succo gastrico, e non comprendeva il significato dei punti oscuri. Ma ciò è spiegato nel seguente resoconto particolareggiato, e noi vedremo più avanti quanto strettamente simili siano il processo della digestione mediante il succo gastrico e quello mediante la secrezione della Drosera.

« On a dit que le suc gastrique faisait perdre à la fibre musculaire ses stries transversales. Ainsi énoncée, cette proposition pourrait donner lieu à une équivoque, car ce qui se perd, ce n'est que l'aspect extérieur de la striature et non les éléments anatomiques qui la composent. On sait que les stries qui donnent un aspect si caractéristique à la fibre muscolaire, sont le résultat de la juxta-position et du parallélisme des corpuscules élémentaires, placés, à distances égales, dans l'intérieur des fibrilles contigües. Or, dès que le tissu connectif qui relie entre elles les fibrilles élémentaires vient à se gonfler et à se dissoudre, et que les fibrilles elles-mêmes se dissocient, ce parallélisme est détruit et avec lui l'aspect, le phénomène optique des stries. Si, après la désagrégation des fibres, on examine au microscope les fibrilles élémentaires, on distingue encore très-nettement à leur intérieur les corpuscules, et on continue à les voir, de plus en plus pâles, jusqu'au moment où les fibrilles elles-mêmes se liquéfient et disparaissent dans le suc gastrique. Ce qui constitue la striature, à proprement parler, n'est donc pas détruit, avant la liquéfaction de la fibre charnue elle-même ».

Nel fluido viscoso circostante alla sfera centrale della carne non digerita v'erano dei globuli di grasso e dei piccoli pezzi di tessuto fibro-elastico; niuno dei quali fu punto disciolto. V'erano anche piccoli parallelogrammi liberi formati di sostanza gialliccia, trasparente in sommo grado. Schiff, parlando della digestione della carne mediante succo gastrico, allude a codesti parallelogrammi, e dice:

« Le gonflement par lequel commence la digestion de la viande, résulte de l'action du suc gastrique acide sur le tissu connectif qui se dissout d'abord, et qui, par sa liquéfaction, désagrége les fibrilles. Celles-ci se dissolvent ensuite en grande partie, mais, avant de passer à l'état liquide, elles tendent à se briser en petits fragments transversaux. Les *sarcous éléments* de Bowman, qui ne sont autre chose que les produits de cette division transversale des fibrilles élémentaires, peuvent être préparés et isolés à l'aide du suc gastrique, pourvu qu'on n'attend pas jusqu'à la liquéfaction complète du muscle ».

Dopo un intervallo di 72 ore dal tempo in cui i cinque cubi erano stati messi sulle foglie, apersi le quattro rimanenti. Su due nulla si potè vedere, tranne piccole masse di fluido viscido trasparente; ma quando esse vennero esaminate sotto una

(1) *Leçons phys. de la digestion*, tom. II, p. 145.

Digitized by Google

forte lente, si poterono distinguere globuli di grasso, pezzi di tessuto fibro-elastico, ed alcuni pochi parallelogrammi di sostanza sarcomatosa, ma non una traccia di strie trasverse. Sulle altre due foglie erano minute sfere di carne solo in parte digerita nel centro di molto fluido trasparente.

Fibrina. — Si lasciarono dei pezzi di fibrina in acqua per quattro giorni, mentre vennero provati i seguenti esperimenti, ma essi non subirono la minima influenza. La fibrina che uscì dapprima non era pura, e racchiudeva delle particelle oscure; o essa non era stata bene preparata o aveva subìto in seguito qualche alterazione. Parti sottili, di circa $^1/_{10}$ di pollice quadrato, furon messe su parecchie foglie, e benchè la fibrina fosse presto liquefatta, il tutto non venne mai disciolto. Particelle minori vennero allora poste su quattro foglie, e s'aggiunsero goccie minute d'acido cloridrico (una parte in 437 d'acqua); ciò sembrò accelerare il processo della digestione, perocchè sopra una foglia tutto era liquefatto ed assorbito dopo 20 ore; ma sulle altre tre foglie rimaneva del residuo non disciolto, dopo 48 ore. È notevole che in tutti gli esperimenti suddetti e seguenti, come pure quando s'usavano pezzi di fibrina molto più grandi, le foglie venivano eccitate pochissimo; e fu talvolta necessario aggiungere un po' di saliva per produrre inflessione completa. Le foglie inoltre cominciavano a ri-tendersi dopo solo 48 ore, mentre sarebbero restate incurvate per un tempo molto più lungo, se fossero stati messi su di esse degli insetti, carne, cartilagine, albume, ecc.

Provai dipoi della fibrina bianca pura, mandatami dal dott. Burdon Sanderson.

Esperimento 1. — Due particelle, appena d'$^1/_{20}$ di pollice (millimetri 1,27) quadrato, furono collocate su lati opposti della stessa foglia. Uno d'essi non eccitò i tentacoli circostanti, e le glandule su cui posava si asciugarono presto. L'altra particella fece piegare alcuni dei corti tentacoli vicini; i più distanti non furono attaccati. Dopo 24 ore ambedue erano quasi disciolti e dopo 72 ore lo erano completamente.

Esperimento 2. — Lo stesso esperimento collo stesso risultato; solamente uno dei due pezzi di fibrina eccitò i corti tentacoli circostanti. Questo pezzo subì una influenza sì lenta che dopo un giorno lo sottoposi a novelle glandule. In tre giorni da quando era stato posto dapprima sulla foglia esso fu completamente disciolto.

Esperimento 3. — Pezzi di fibrina circa della stessa grandezza di prima, furono messi sui dischi di due foglie; essi cagionarono piccolissima inflessione in 23 ore, ma dopo 48 ore erano ambedue bene abbracciati dai corti tentacoli circostanti, e dopo altre 24 ore erano completamente disciolti. Sopra un disco d'una di queste foglie restò molto fluido acido chiaro.

Esperimento 4. — Pezzi simili di fibrina furono messi sui dischi di due foglie; dopo 2 ore apparendo le glandule alquanto asciutte, esse furono bagnate abbondantemente con saliva; ciò causò subito forte inflessione in ambedue i tentacoli e nelle lamine, con copiosa secrezione dalle glandule. In 18 ore la fibrina fu completamente liquefatta, ma degli atomi non disciolti galleggiavano ancora nel liquido; essi tuttavia sparvero in meno di due altri giorni.

Digitized by Google

Da questi esperimenti è chiaro che la secrezione discioglie completamente la fibrina pura. Il modo di dissoluzione è alquanto lento; ma ciò dipende semplicemente dal non eccitare questa sostanza sufficientemente le foglie, sicchè soltanto i tentacoli immediatamente vicini vengono incurvati, e l'aiuto della secrezione è piccolo.

Sintonina. — Questa sostanza estratta dal muscolo, fu cortesemente preparata per me dal dott. Moore. Molto diversamente dalla fibrina, essa agisce rapidamente ed energicamente. Piccole porzioni poste sui dischi di tre foglie fecero fortemente piegare i loro tentacoli e le lamine entro 8 ore; ma non furono fatte osservazioni ulteriori. È dovuto probabilmente alla presenza di questa sostanza se la carne cruda è uno stimolante troppo potente che spesso danneggia o persino uccide le foglie.

Tessuto areolare. — Piccole porzioni di questo tessuto levato da una pecora furono messe sui dischi di tre foglie; queste s'incurvarono moderatamente bene in 24 ore, ma cominciarono a ri-tendersi dopo 48 ore ed erano pienamente ri-tese in 72 ore, sempre calcolando da quando i pezzi erano stati posti sulle foglie. Questa sostanza perciò, pari alla fibrina, eccita le foglie solo per breve tempo. Il residuo lasciato sulle foglie, dopo che s'erano pienamente ri-tese, fu esaminato con una lente forte e trovato assai alterato, ma, in causa della presenza d'una quantità di tessuto elastico, che non subisce mai influenza, lo si poteva appena dire in istato di liquefazione.

Mi procurai poscia del tessuto areolare, libero da tessuto elastico, dalla cavità viscerale d'un rospo, ed alcuni pezzi moderatamente grandi, come pure assai piccoli furono posti su cinque foglie. Dopo 24 ore due dei pezzi erano completamente liquefatti; altri due erano resi trasparenti, ma non interamente liquefatti; mentre il quinto era soltanto poco attaccato. Parecchie glandule delle tre ultime foglie furono ora bagnate con un po' di saliva, che tosto cagionò molta inflessione e secrezione, col risultato che nel corso d'altre 12 ore, soltanto una foglia mostrava un rimasuglio di tessuto non disciolto. Sui dischi delle altre quattro foglie (ad una delle quali era stato dato un pezzo alquanto grande) nulla restò, tranne del fluido viscoso trasparente. Posso aggiungere che parte di questo tessuto racchiudeva dei punti di pigmento nero, e questi non vennero attaccati affatto. Come esperimento di controllo, delle piccole porzioni di questo tessuto furono lasciate in acqua e su musco umido per lo stesso tratto di tempo, e rimasero bianche ed opache. Da questi fatti è chiaro che il tessuto areolare viene facilmente e presto digerito dalla secrezione; ma che non eccita in alto grado le foglie.

Cartilagine. — Si tagliarono tre cubi (1|20 di pollice o millimetri 1,27) di cartilagine estremamente tenace, bianca, trasparente, dall'estremità d'un osso di coscia di pecora leggermente arrostita. Essi furono messi su tre foglie, portate da piccole e povere piante nella mia serra in novembre; sembrava improbabile al

Digitized by Google

più alto grado che sostanza sì dura venisse disciolta in circostanze sì sfavorevoli. Tuttavia, dopo 48 ore, i cubi erano in gran parte disciolti e convertiti in minute sfere, circondate da fluido trasparente, molto acido. Due di queste sfere s'erano completamente ammollite fino al centro; mentre la terza conteneva ancora un piccolissimo nucleo irregolarmente formato di solida cartilagine. Sotto il microscopio si vide che queste sfere erano curiosamente marcate da solchi prominenti, che mostravano essere stata la cartilagine inegualmente corrosa dalla secrezione. Ho appena bisogno di dire che cubi della stessa cartilagine, tenuti in acqua per lo stesso tratto di tempo, non furono minimamente attaccati.

Durante una stagione più favorevole furono messi su tre foglie pezzi moderatamente grandi dell'orecchio scuoiato d'un gatto, il quale contiene cartilagine, tessuto areolare e tessuto elastico. Si toccarono delle glandule con saliva, che causò pronta inflessione. Due delle foglie cominciarono a ri-tendersi dopo tre giorni, e la terza il quinto giorno. Il residuo di fluido rimasto sui loro dischi fu ora esaminato, e in un caso consisteva in sostanza viscida, perfettamente trasparente; negli altri due casi, conteneva del tessuto elastico e manifestamente residui di tessuto areolare mezzo disciolto.

Fibro-cartilagine (presa fra le vertebre della coda d'una pecora). — Su nove foglie furono messi dei pezzi moderatamente grandi e piccoli (gli ultimi circa 1|20 di pollice). Alcune s'incurvarono bene ed alcune pochissimo. Nell'ultimo caso i pezzi furono trascinati sopra i dischi, sicchè venivano bene investiti dalla secrezione, ed in tal modo molte glandule erano irritate. Tutte le foglie si ri-tesero dopo due soli giorni, di modo che non furono eccitate che poco da questa sostanza. I pezzi non erano liquefatti, ma certamente in condizione alterata, essendo gonfiati, assai più trasparenti e così teneri da venir assai facilmente disintegrati. Mio figlio Francesco preparò del succo gastrico artificiale, che fu provato efficace disciogliendo esso rapidamente la fibrina, e vi tenne sospese porzioni della fibro-cartilagine. Esse si gonfiarono e divennero ialine, precisamente come quelle esposte alla secrezione della Drosera, ma non furono disciolte. Questo risultato mi sorprese molto, essendo due fisiologi d'opinione, che la fibro-cartilagine sarebbe digerita facilmente dal succo gastrico. Pregai perciò il dott. Klein d'esaminare i campioni; ed egli riferisce che i due, i quali sono stati sottoposti al succo gastrico artificiale, erano « in quello stato di digestione in cui troviamo il tessuto connettivo quando è trattato con un acido, cioè gonfiato, più o meno ialino, coi fascetti fibrillari che son divenuti omogenei ed han perduto la loro struttura fibrillare ». Nei campioni che sono stati lasciati sulle foglie della Drosera, finchè esse si ri-tesero, « delle parti erano alterate, benchè solo leggermente, nella stessa maniera di quelli sottoposti al succo gastrico, essendo essi divenuti più trasparenti, quasi ialini, colla fibrillazione dei fascetti indistinta ». La fibro-cartilagine riceve quindi quasi la stessa influenza dal succo gastrico e dalla secrezione della Drosera.

Digitized by Google

Osso. — Su due foglie si posero piccoli pezzi lisci d'un osso ioide disseccato d'un uccello, bagnato con saliva, e sopra una terza foglia una scheggia egualmente bagnata d'un osso estremamente duro di coscia di montone arrostita. Queste foglie si curvarono fortemente, e restarono così per un tratto insolito di tempo, cioè una foglia per dieci, e le altre due per nove giorni. I pezzi d'osso erano circondati tutto questo tempo dalla secrezione acida. Quando s'esaminarono con una lente debole, si trovarono affatto ammolliti, sicchè furono facilmente traforati da uno spillo ottuso, stracciati in fibre, o compressi. Il dott. Klein fu sì cortese da far sezioni d'ambedue le ossa ed esaminarle. Egli m'informa che ambedue presentavano l'aspetto normale dell'osso privato di calce, con traccie di sali di terra lasciati accidentalmente. I corpuscoli coi loro processi erano assai distinti in moltissime parti; ma in alcune parti, principalmente presso la periferia dell'osso ioide, non se ne potè vedere. Inoltre altre parti apparivano amorfe, persino colla striatura longitudinale dell'osso non distinguibile. Questa struttura amorfa, come crede il dott. Klein, può essere il risultato o dell'incipiente digestione della base fibrosa, o dell'esser stata tolta tutta la materia animale, venendo così resi invisibili i corpuscoli. Una sostanza dura, fragile, gialliccia occupava la posizione del midollo nei frammenti dell'osso ioide.

Non essendo gli angoli e le piccole sporgenze della base fibrosa minimamente arrotondate o corrose, si posero due dei pezzi su foglie fresche. Queste erano strettamente incurvate il mattino seguente, e così rimasero una per sei e l'altra per sette giorni, quindi non per così lungo tempo come nella prima occasione, ma per un tempo molto più lungo di quello che avvenga nelle foglie incurvate sopra corpi inorganici o su molti degli organici. La secrezione durante tutto questo tempo colorò la carta di tornasole d'un rosso brillante; ma si potrebbe attribuire ciò alla presenza del perfosfato acido di calce. Quando le foglie si ri-tesero, gli angoli e le sporgenze della base fibrosa erano acute quanto prima. Conclusi perciò, e come vedremo ora falsamente, che la secrezione non può intaccare la base fibrosa dell'osso. La spiegazione più probabile è che l'acido era stato tutto consumato decomponendo il fosfato di calce che ancor rimaneva; sicchè non ne restò punto per agire in unione al fermento sulla base fibrosa.

Smalto e dentina. — Siccome la secrezione avea privato di calce l'osso, decisi di provare se agirebbe sullo smalto e sulla dentina, ma non m'aspettavo che riuscisse con una sostanza sì dura come lo smalto. Il dott. Klein mi diede delle fette sottili trasverse del dente canino d'un cane; piccoli frammenti angolosi ne vennero messi su quattro foglie; ed essi furono esaminati ogni giorno consecutivo alla stessa ora. Credo che i risultati meritino d'essere riferiti dettagliatamente.

Esperimento 1. — 1° Maggio, fu messo il frammento sulla foglia; 3 d. tentacoli solamente poco incurvati, così s'aggiunse un po' di saliva; 6 d. non essendo i tentacoli piegati fortemente, il frammento fu trasferito ad un'altra foglia, che agì

Digitized by Google

dapprima lentamente, ma l'abbracciò strettamente il 9. L'11 questa seconda foglia cominciò a ri-tendersi; il frammento era manifestamente ammollito, ed il dottore Klein riferisce, « moltissimo smalto e la maggior parte della dentina privata di calce ».

Esperimento 2. — 1° Maggio, posto il frammento della foglia; 2 d. i tentacoli incurvati abbastanza bene, con molta secrezione sul disco e così restarono fino al 7, in cui la foglia si ri-tese. Il frammento fu ora trasferito ad una foglia fresca, che il dì dopo, 8, era incurvata nel modo più forte, e così rimase fino all'11, in cui si ri tese. Il dott. Klein riferisce, « moltissimo smalto e la maggior parte della dentina privata di calce ».

Esperimento 3. — 1° Maggio, un frammento bagnato con saliva fu collocato sopra una foglia, che restò bene incurvata fino a 15, in cui si ri-tese. Lo smalto non era ammolito punto, e la dentina solo leggermente. Il frammento fu ora trasportato ad una foglia fresca, che il giorno dopo, 6, era fortemente incurvata, e così rimase fino all'11. Lo smalto e la dentina erano ora ambedue alquanto ammolliti; ed il dott. Klein riferisce, « meno di metà dello smalto, ma la maggior parte della dentina rimasero privati di calce ».

Esperimento 4. — 1° Maggio, un pezzo minuto e sottile di dentina, bagnata con saliva, fu posto sopra una foglia, che tosto s'incurvò, e si ri-tese il 5. La dentina era divenuta flessibile come la carta fina. Esso venne poscia trasportato ad una foglia fresca, che il mattino dopo, 6, era fortemente incurvata, e si riaprì il 10. La dentina priva di calce era adesso sì tenera che fu lacerata in pezzi semplicemente dalla forza dei tentacoli, che si ri-tesero.

Da questi esperimenti appare che lo smalto viene attaccato dalla secrezione con maggior difficoltà della dentina, come si avrebbe potuto aspettarsi dalla sua estrema durezza; ed ambedue vengono attaccati con maggior difficoltà dell'osso comune. Una volta cominciato il processo di dissoluzione, viene continuato con più facilità; si può dedur ciò dal divenire le foglie, a cui i frammenti furono trasferiti, in tutti e quattro i casi fortemente piegate nel corso d'un sol giorno; mentre la prima partita di foglie agiva con rapidità ed energia molto minori. Gli angoli o sporgenze della base fibrosa dello smalto e della dentina (eccetto, forse, il n. 4, che non si potè osservare bene) non vennero menomamente arrotondate; ed il dott. Klein rimarca che la loro struttura microscopica non fu alterata. Ma non si poteva aspettarsi ciò, non essendo la sottrazione della calce completa nei tre campioni che furono diligentemente esaminati.

Base fibrosa dell'osso. — Io dapprima conchiusi, come fu già riferito, che la secrezione non poteva digerire questa sostanza. Io pregai perciò il dott. Burdon Sanderson di provare osso, smalto e dentina nel succo gastrico artificiale, ed egli trovò che dopo un tempo considerevole venivano completamente disciolti. Il dott. Klein esaminò alcune delle piccole lamelle, nelle quali si divise una parte del cranio d'un gatto dopo circa una settimana d'immersione in un fluido, e trovò che verso gli orli la « materia appariva rarefatta, presentando così un aspetto come se i canaliculi dei corpuscoli dell'osso fossero divenuti più grandi. Al contrario i cor-

Digitized by Google

puscoli e i loro canaliculi erano molto distinti ». Di modo che coll'osso sottoposto al succo gastrico artificiale la completa sottrazione di calce precede la dissoluzione della base fibrosa. Il dott. Burdon Sanderson mi suggerì che il non esser la Drosera riuscita a digerire la base fibrosa dell'osso, lo smalto e la dentina, ciò devesi attribuire alla consumazione dell'acido nella decomposizione dei sali minerali, sicchè non ne restò punto per il lavoro della digestione. Per conseguenza, mio figlio privò completamente di calce l'osso d'una pecora mediante acido cloridrico debole; e sette minuti frammenti della base fibrosa vennero posti su altrettante foglie, dopo aver bagnati con saliva quattro dei frammenti per aiutare la pronta inflessione. Tutte le sette foglie divennero incurvate, ma soltanto molto moderatamente, nel corso di un giorno. Esse cominciarono presto a ri-tendersi; cinque di esse il secondo giorno, e le altre due il terzo. Su tutte le sette foglie il tessuto fibroso fu convertito in piccole masse più o meno liquefatte, perfettamente trasparenti, viscide. Però nel mezzo di una mio figlio vide con una lente forte alcuni corpuscoli, con traccie di fibrillazione nella sostanza trasparente circostante. Da questi fatti è chiaro che le foglie vengono assai poco eccitate dalla base fibrosa dell'osso, ma che la secrezione la liquefà facilmente e rapidamente, se è completamente privata di calce. Le glandule che erano restate in contatto per due o tre giorni con le masse viscide non erano scolorite, ed apparentemente aveano assorbito poco del tessuto liquefatto, od erano state poco attaccate da esso.

Fosfato di calce. — Avendo veduto che i tentacoli della prima partita di foglie rimasero abbracciati per nove o dieci giorni sopra frammenti minuti d'osso ed i tentacoli della seconda partita per sei o sette giorni sui frammenti stessi, fui condotto a supporre che era il fosfato di calce, e non alcuna materia animale racchiusa, che cagionava un'inflessione continuata per sì lungo tempo. È almeno certo da quanto fu testè mostrato, che ciò non può esser dovuto alla presenza della base fibrosa. Con ismalto e dentina (il primo contiene solo 4 per cento di materia organica) i tentacoli delle due successive partite di foglie rimasero piegati del tutto per undici giorni. Per provare la mia opinione sulla forza del fosfato di calce, me ne procurai un poco dal prof. Frankland assolutamente libero di materia animale e d'alcun acido. Una piccola quantità bagnata con acqua fu posta sul disco di due foglie. Una di queste venne attaccata solo leggermente; l'altra rimase strettamente incurvata per 10 giorni, dopo di che alcuni dei tentacoli cominciarono a ri-tendersi, essendo il rimanente molto danneggiato od ucciso. Ripetei l'esperimento, ma bagnai il fosfato con saliva per assicurare la pronta inflessione; una foglia restò piegata per sei giorni (il po' di saliva usato non avrebbe agito per un tempo così lungo) e poi morì; l'altra foglia tentò di ri-tendersi il sesto giorno, ma dopo nove giorni non riuscì a farlo, e parimenti morì. Benchè la quantità di fosfato dato alle quattro foglie suddette fosse estremamente piccola, molto ne restò in ogni caso indisciolto. Una quantità maggiore bagnata con acqua fu posta quindi sui dischi

Digitized by Google

di tre foglie, e queste divennero incurvate nel massimo grado nel corso di 24 ore. Esse non si ri-tesero più mai; il quarto giorno avevano l'aspetto malaticcio, ed il sesto erano quasi morte. Grandi goccie di fluido non molto viscido pendevano dai loro margini durante i sei giorni. Questo fluido fu ogni giorno provato con carta di tornasole, ma non la colorì mai; ed io non comprendo questa circostanza, essendo il perfosfato di calce acido. Suppongo che debba esser stato formato del perfosfato dall'acido della secrezione agente sul fosfato, e che il perfosfato assorbito abbia danneggiato le foglie; le grandi goccie che pendevano dai loro margini constavano di una secrezione anormale ed idropica. In ogni modo è manifesto che il fosfato è uno stimolante potentissimo. Anche piccole dosi sono più o meno velenose, probabilmente per lo stesso principio che carne cruda ed altre sostanze nutritive, date in eccesso, uccidono le foglie. Quindi è senza dubbio corretta la conclusione che l'inflessione lungamente continuata dei tentacoli sopra frammenti d'osso, di smalto e di dentina è cagionata dalla presenza del fosfato di calce, e non d'alcuna materia animale racchiusa.

Gelatina. — Io usai gelatina pura in fogli sottili datimi dal prof. Hoffmann. Per paragone dei quadrati della stessa grandezza di quelli posti sulle foglie furono lasciati appresso sopra umido musco. Questi tosto si gonfiarono, ma serbarono i loro angoli per tre giorni; dopo cinque giorni formarono masse arrotondate, ammollite, ma persino l'ottavo giorno si poteva ancora scoprire una traccia di gelatina. Altri quadrati furono immersi in acqua, e questi, benchè molto gonfiati, serbarono i loro angoli per sei giorni. Quadrati di 1|10 di pollice (millimetri 2,54), bagnati appunto d'acqua, vennero messi su due foglie, e dopo due o tre giorni nulla restava su esse, tranne del fluido acido viscido, che nè in questo nè in altri casi mostrò mai alcuna tendenza a rifarsi gelatina; sicchè la secrezione dovette agire sulla gelatina diversamente dell'acqua, ed evidentemente nel modo stesso del succo gastrico (1). Quattro quadrati della stessa grandezza di prima furono poi inzuppati per tre giorni nell'acqua, e posti su foglie grandi; la gelatina fu liquefatta e resa acida in due giorni, ma non eccitò molta inflessione. Le foglie cominciarono a ri-tendersi dopo quattro o cinque giorni; molto fluido viscido restava sui loro dischi, essendone stato assorbito soltanto poco. Una di queste foglie, tosto che si ri-tese, pigliò una piccola mosca, e dopo 24 ore era strettamente incurvata, mostrando come assai più potente della gelatina sia la materia animale assorbita da un insetto. Pezzi più grandi di gelatina, inzuppati per cinque giorni in acqua, furono posti dipoi su tre foglie; ma queste non s'incurvarono molto fino al terzo giorno; nè la gelatina fu completamente liquefatta fino al quarto giorno. In questo giorno una foglia cominciò a ri-tendersi; un'altra il quinto, e la terza il sesto. Questi diversi fatti provano che la gelatina è lungi dall'agire energicamente sulla Drosera.

(1) Dott. Lauder Brunton, *Manuale pel laboratorio fisico*, 1873, pp. 477, 487; Schiff, *Leçons phys. de la Digestion*, 1867, p. 249.

Digitized by Google

Nell'ultimo capitolo fu mostrato che una soluzione di colla di pesce del commercio, densa come latte o crema, produce forte incurvamento. Desiderai perciò confrontare la sua azione con quella della gelatina pura. Si fecero soluzioni d'una parte d'ambedue le sostanze in 218 d'acqua; e goccie di mezzo minimo (0,0296 milligrammi) furono poste sui dischi di otto foglie, sicchè ognuna ricevette $^1/_{480}$ di grano, o 0,135 milligrammi. Le quattro con la colla di pesce furono incurvate assai più fortemente delle altre quattro. Concludo perciò che la colla di pesce contiene, benchè forse pochissima, della materia albuminosa solubile. Tosto che queste otto foglie si ri-tesero, furono loro dati dei pezzetti di carne arrosta, ed in alcune ore tutte divennero assai incurvate; mostrando di nuovo come la carne ecciti la Drosera assai più della gelatina o della colla di pesce. Questo è un fatto interessante, essendo ben noto che la gelatina per se stessa ha poco valore nutritivo pegli animali (1).

Condrina. — Questa mi fu mandata dal dott. Moore in uno stato gelatinoso. Un poco ne fu disseccata lentamente, e se ne pose una scheggia piccola sopra una foglia, e sopra una seconda foglia una scheggia molto più grande. La prima fu liquefatta in un giorno; il pezzo più grande fu molto gonfiato ed ammollito, ma non completamente liquefatto fino al terzo giorno. Fu poscia provata la gelatina non seccata, e come un esperimento di controllo, dei piccoli cubi ne vennero lasciati in acqua per quattro giorni e serbarono i loro angoli. Cubi della stessa grandezza furono posti su due foglie, e cubi più grandi su altre due foglie. I tentacoli e le lamine delle ultime erano strettamente incurvati dopo 22 ore, ma quelli delle due foglie coi cubi minori solamente fino ad un grado moderato. A questo punto la gelatina era liquefatta e resa acida su tutte e quattro. Le glandule erano annerite dall'aggregazione del loro contenuto protoplasmico. In 46 ore, da quando la gelatina era stata data, le foglie s'erano quasi ri-tese, e l'erano completamente dopo 70 ore; ed ora soltanto un po' di fluido leggermente viscoso restava inassorbito sui loro dischi.

Una parte di condrina gelatinosa fu disciolta in 218 parti d'acqua bollente, e si diedero alle foglie goccie di mezzo minimo; sicchè ciascuna ricevette circa $^1/_{480}$ di grano (0,135 milligrammi) di gelatina; e di certo assai meno di condrina secca. Questa agì con la massima forza, giacchè dopo sole 3 ore e 30 minuti tutte le quattro foglie erano fortemente piegate. Tre di esse cominciarono a ri-tendersi dopo 24 ore, ed in 48 ore erano completamente aperte; ma la quarta s'era ri-tesa parzialmente soltanto. A questo punto tutta la condrina liquefatta era assorbita. Quindi una soluzione di condrina sembra agire molto più presto ed energicamente della gelatina pura o della colla di pesce; ma sono assicurato da buone autorità essere assai difficile od impossibile, di conoscere se la condrina è pura, e se con-

(1) Il dott. LAUDER BRUNTON dà nel *Medical Record*, gennaio 1873, p. 36, un resoconto dell'opinione di Voit sulla parte indiretta che ha la gelatina nella nutrizione.

Digitized by Google

tenga alcun composto albuminoso; questo avrebbe prodotto i suddetti effetti. Nondimeno, ho creduto questi fatti degni d'essere riferiti; essendovi tanto dubbio sul valore nutritivo della gelatina; ed il dott. Lauder Brunton non conosce alcun esperimento sul valore relativo della gelatina e della condrina riguardo ad animali.

Latte. — Abbiamo veduto nell'ultimo capitolo che il latte agisce assai potentemente sulle foglie; ma se questo è dovuto alla caseina od all'albume contenuti, io non lo so. Goccie di latte piuttosto grandi eccitano tanta secrezione (che è assai acida), che essa talvolta gocciola dalle foglie; questo è pure caratteristico della caseina preparata chimicamente. Goccie minute di latte, poste su foglie, erano coagulate in circa dieci minuti. Schiff nega (1) che la coagulazione del latte mediante succo gastrico sia dovuta esclusivamente all'acido che è presente, ma la attribuisce in parte alla pepsina; e pare incerto se, per la Drosera, la coagulazione possa attribuirsi interamente all'acido, dacchè la secrezione ordinariamente non comincia a tingere la carta di tornasole finchè i tentacoli siano bene piegati; mentre la coagulazione comincia, come abbiamo veduto, in dieci minuti circa. Goccie minute di latte schiumato vennero poste sui dischi di cinque foglie; ed una grande porzione della sostanza coagulata o latte rappreso fu disciolta in 6 ore, ed ancora più completamente in 8 ore. Queste foglie si ri-tesero dopo due giorni, ed il fluido viscido rimasto sui loro dischi venne allora diligentemente raschiato via ed esaminato. A prima vista sembrava come se non fosse stata disciolta tutta la caseina, giacchè restava un po' di materia che appariva d'un color biancastro alla luce riflessa. Ma quando la si esaminò sotto una lente forte e la si confrontò con una goccia minuta di latte schiumato coagulato mediante acido acetico, si vide che quella sostanza consisteva esclusivamente di globuli oleosi, più o meno aggregati insieme, con nessuna traccia di caseina. Siccome io non era famigliare collo studio microscopico del latte, pregai il dott. Lauder Brunton d'esaminare quei residui, ed egli provò i globuli con etere, e trovò che erano disciolti. Possiamo perciò conchiudere che la secrezione discioglie rapidamente la caseina allo stato in cui esiste nel latte.

Caseina preparata chimicamente. — Questa sostanza che è insolubile nell'acqua, è creduta da molti chimici differire dalla caseina del latte fresco. Io me ne procurai dai sigg. Hopkins e Williams un poco, consistente in duri globuli, e provai con essa molti esperimenti. Particelle piccole e la polvere, tanto in uno stato secco che bagnate con acqua, fecero piegare le foglie, su cui erano state poste, assai lentamente, generalmente non prima che fossero scorsi due giorni. Altre particelle, bagnate con acido cloridrico debole (una parte in 437 d'acqua) agirono in un unico giorno, come fece della caseina preparata recentemente per me dal dott. Moore. I tentacoli restarono comunemente incurvati da sette a nove giorni, e durante tutto questo tempo la secrezione era fortemente acida. Persino l'undecimo

(1) *Leçons*, ecc., tom. II, p. 151.

Digitized by Google

giorno della secrezione rimasta sul disco d'una foglia pienamente ri-tesa era fortemente acida. L'acido sembra venir secreto rapidamente, giacchè in un caso la secrezione delle glandule del disco, sulle quali era stata sparsa un po' di caseina polverizzata, tinse la carta di tornasole, prima che fosse incurvato alcuno dei tentacoli esterni.

Si posero su due foglie dei piccoli cubi di caseina dura, bagnata con acqua; dopo tre giorni un cubo aveva i suoi angoli un po' arrotondati, e dopo sette giorni consistevano ambedue in masse arrotondate ammollite, in mezzo a molta secrezione viscosa ed acida; ma non si deve dedurre da questo fatto che gli angoli fossero disciolti, poichè cubi immersi in acqua subirono uguale influenza. Dopo nove giorni queste foglie cominciarono a ri-tendersi, ma in questo ed altri casi la caseina non appariva, per quanto si poteva giudicare coll'occhio, nè molto, nè forse affatto, ridotta di volume. Secondo Hoppe-Seyler e Lubavin (1), la caseina consiste in una sostanza albuminosa insieme ad una non albuminosa; e l'assorbimento d'una piccolissima quantità della prima ecciterebbe le foglie, e tuttavia non scemerebbe la caseina in grado percettibile. Schiff asserisce (2) — e questo è un fatto per noi importante — che « la caséine purifiée des chimistes est un corps presque complètement inattaquable par le suc gastrique ». Sicchè qui abbiamo un altro punto di contatto fra la secrezione della Drosera ed il succo gastrico, agendo ambidue sì diversamente sulla caseina fresca del latte, e su quella preparata dai chimici.

Si fecero alcune prove con cacio; cubi di 1|20 (millimetri 1,27) di pollice furono posti su quattro foglie, e queste dopo uno o due giorni divennero molto incurvate, mentre le loro glandule gemevano molta secrezione acida. Dopo cinque giorni esse cominciarono a ri-tendersi, ma una morì, ed alcune glandule sulle altre foglie erano danneggiate. Giudicando coll'occhio, le masse di cacio ammollite e deposte, restate sui dischi, erano pochissimo o non affatto ridotte in volume. Possiamo pertanto dedurre dal tempo durante il quale i tentacoli rimasero piegati, — dal colore alterato d'alcune glandule, — e dal danno fatto ad altre, che dal cacio era stata assorbita della materia.

Legumina. — Non procurai questa sostanza in uno stato isolato; ma vi può essere a mala pena un dubbio ch'essa sarebbe facilmente digerita, giudicando dal potente effetto prodotto da goccie d'una decozione di piselli verdi, come fu descritto nell'ultimo capitolo. Sottili fette di pisello seccato, dopo esser state inzuppate in acqua, furono poste su due foglie; queste divennero alquanto incurvate nel corso d'un solo giorno, ed in massimo grado in 21 ore. Esse si ritesero dopo tre o quattro giorni. Le fette non erano liquefatte, poichè le pareti delle cellule, composte di cellulosa, non subiscono minimamente l'influenza della secrezione.

(1) Dott. Lauder Brunton, *Handb. for phys. Lab.* (*Manuale pel lab. fis.*), p. 529.
(2) *Leçons*, ecc., tom. II, p. 153.

Digitized by Google

Polline. — Un po' di polline fresco di pisello comune fu messo sui dischi di cinque foglie, che tosto divennero strettamente incurvate, e così restarono per due o tre giorni.

Essendo stati poscia levati i grani, ed esaminati sotto il microscopio, si trovarono scoloriti, coi globuli oleosi aggregati in modo notevole. Molti avevano il loro contenuto assai diminuito, ed alcuni erano quasi vuoti. Soltanto in alcuni casi furono emessi i tubi di polline. Non vi poteva essere dubbio alcuno che la secrezione aveva penetrato le vesti esterne dei grani, ed aveva digerito parzialmente il loro contenuto. Così deve accadere del succo gastrico degli insetti che si cibano di polline, senza masticarlo (1). La Drosera allo stato di natura non può mancar di profittare fino ad un certo punto di questa facoltà di digerire il polline, dacchè innumerevoli grani di carici, erbe, rumici, abeti ed altre piante fertilizzate dal vento, le quali crescono comunemente in que' pressi medesimi, vengono pigliati inevitabilmente dalla secrezione viscosa che circonda le molte glandule.

Glutine. — Questa sostanza è composta di due albuminoidi, l'uno solubile, l'altro insolubile nell'alcool (2). Ne fu preparato un poco lavando semplicemente del fior di farina nell'acqua. Una prova preliminare fu fatta con pezzi piuttosto grandi posti su due foglie; queste, dopo 21 ore, erano strettamente incurvate, e rimasero così per quattro giorni, dopo i quali una fu uccisa e l'altra aveva le sue glandule estremamente annerite, ma non fu dipoi osservata. Si posero su altre due foglie pezzi minori; queste vennero incurvate solo leggermente in due giorni, ma dipoi lo divennero assai più. La loro secrezione non era sì fortemente acida come quella delle foglie eccitate da caseina. I pezzi di glutine, dopo essere stati per tre giorni sulle foglie, erano più trasparenti degli altri pezzi lasciati per lo stesso tempo in acqua. Dopo sette giorni tutt'e due le foglie si ri-tesero, ma il glutine appariva assolutamente appena ridotto in volume. Le glandule ch'erano state in contatto con esso erano estremamente nere. Pezzi ancora più piccoli di glutine mezzo putrido furono ora provati su due foglie; queste s'incurvarono bene in 24 ore e perfettamente in quattro giorni; le glandule in contatto erano molto annerite. Dopo cinque giorni una foglia cominciò a ri-tendersi, e dopo otto giorni ambedue erano pienamente ri-tese, mentre rimaneva ancora del glutine sui loro dischi. Quattro scheggie piccole di glutine seccato, ammollato appunto nell'acqua, furono poscia provate, e queste agirono alquanto diversamente dal glutine fresco. Una foglia era quasi pienamente ri-tesa in tre giorni, e le altre foglie in quattro giorni. Le scheggie erano assai ammollite, quasi liquefatte, ma non però interamente disciolte. Le glandule che erano state in contatto con esse, invece d'essere molto annerite, erano di un colore assai pallido, e molte di esse erano veramente uccise.

(1) Il sig. A. W. Bennet trovò le vesti non digerite dei grani nel canale intestinale di Ditteri che mangiano polline; vedi *Journal of Hort. Soc. of London*, vol. IV, 1874, p. 158.

(2) Watts, *Precetti di chimica*, vol. II, 1872, p. 873.

Digitized by Google

In veruno di questi dieci casi fu disciolto tutto il glutine, quand'anche si dessero pezzi molto piccoli. Pregai perciò il dott. Burdon Sanderson di provare il glutine nel fluido digestivo artificiale di pepsina con acido cloridrico, e questo lo disciolse interamente. Il glutine pertanto subì l'influenza molto più lentamente della fibrina; la proporzione disciolta in quattro ore è come 40,8 di glutine a 100 di fibrina. Il glutine fu provato anche in altri due fluidi digestivi, in cui l'acido cloridrico fu sostituito dagli acidi propionico e butirrico, e fu completamente disciolto da questi fluidi alla temperatura ordinaria di una stanza. Qui dunque abbiamo finalmente un caso in cui appare esistere una differenza essenziale nel potere digestivo fra la secrezione della Drosera ed il succo gastrico; la differenza si limita al fermento, giacchè, come abbiamo veduto testè, la pepsina in combinazione con acidi della serie acetica agisce perfettamente sul glutine. Credo che la spiegazione sta semplicemente nel fatto che il glutine è uno stimolante troppo potente (come carne cruda, o fosfato di calce, od anche un pezzo troppo grande d'albume) e che esso danneggia od uccide le glandule prima ch'esse abbiano avuto tempo di gemere una sufficiente quantità della propria secrezione. Che dal glutine venga assorbita qualche materia, abbiamo chiara prova nella lunghezza di tempo durante il quale i tentacoli restano incurvati, e nel colore assai alterato delle glandule.

Dietro parere del dott. Sanderson, si lasciò per 15 ore del glutine in acido cloridrico debole (0,02 per cento), per toglierne l'amido. Esso divenne incoloro, più trasparente e gonfio. Se ne lavarono piccole porzioni e si posero su cinque foglie, che tosto s'incurvarono strettamente, ma con mia sorpresa si ri-tesero completamente in 48 ore. Un semplice vestigio di glutine restò su due delle foglie, e neppure una traccia sulle altre tre. La secrezione acida e viscosa, che rimase sui dischi delle tre ultime foglie, fu raschiata via ed esaminata da mio figlio sotto una forte lente; ma nulla si potè vedere, tranne un po' di sporco e moltissimi grani di amido che non era stato disciolto dall'acido cloridrico. Alcune glandule erano piuttosto pallide. Così apprendiamo che il glutine, trattato con acido cloridrico debole, non è uno stimolante sì potente o sì perseverante come il glutine fresco, e non danneggia molto le glandule; e più oltre apprendiamo che può venir digerito dalla secrezione presto e completamente.

Globulina o *Cristallina*. — Questa fu preparata gentilmente per me dalla lente dell'occhio dal dott. Moore, e consisteva di frammenti duri, incolori, trasparenti. Si dice (1) che la globulina dovrebbe « ingrossarsi in acqua e disciogliersi, formando per la maggior parte un liquido gommoso; » ma ciò non avvenne coi frammenti suddetti, quantunque tenuti in acqua per quattro giorni. Delle particelle, alcune inumidite con acqua, altre con acido cloridrico debole, altre inzuppate in acqua per uno o due giorni, furono poste su diciannove foglie. La maggior parte di queste foglie, specialmente quelle colle particelle inzuppate per lungo tempo,

(1) WATTS, *Precetti di chimica*, vol. II, p. 874.

Digitized by Google

divennero fortemente incurvate in alcune ore. Il numero più grande si ri-tese dopo tre o quattro giorni; ma tre foglie rimasero incurvate durante uno, due, o tre giorni di più. Quindi deve essere stata assorbita della materia eccitante; ma i frammenti, benchè ammolliti forse in grado superiore di quelli tenuti per lo stesso tempo in acqua, serbarono i loro angoli acuti quanto prima. Essendo la globulina una sostanza albuminosa, fui stupito da questo risultato; ed essendo mio oggetto confrontare l'azione della secrezione con quella del succo gastrico, pregai il dottor Burdon Sanderson di provare un po' della globulina da me adoperata. Egli riferisce che « essa fu sottoposta ad un liquido contenente 0,2 per cento d'acido cloridrico, e circa 1 per cento di estratto di glicerina dello stomaco d'un cane. Fu poi accertato che questo liquido era capace di digerire in un'ora 1,31 del suo peso di fibrina non bollita; mentre durante l'ora fu disciolto solamente 0,141 della suddetta globulina. In ambedue i casi fu sottoposto al liquido un eccesso della sostanza da digerirsi (1). Così vediamo che entro lo stesso tempo fu disciolto di globulina meno d'un nono del peso della fibrina; e rammentando che la pepsina con acidi della serie acetica ha solamente un terzo circa del potere digestivo della pepsina con acido cloridrico, non è sorprendente che i frammenti di globulina non fossero corrosi o arrotondati dalla secrezione della Drosera, benchè della materia solubile fosse certamente estratta da essi ed assorbita dalle glandule.

Ematina. — Mi furono date delle granulazioni rosso-oscure, preparate da sangue di bue giovane; esse furono trovate dal dott. Sanderson insolubili nell'acqua, negli acidi e nell'alcool, sicchè erano probabilmente ematina, insieme ad altri corpi derivati dal sangue. Si posero delle particelle con piccole goccie d'acqua su quattro foglie, tre delle quali si curvarono in due giorni abbastanza strettamente, la quarta moderatamente soltanto. Il terzo giorno le glandule in contatto coll'ematina erano annerite, ed alcuni tentacoli sembravano danneggiati. Dopo cinque giorni due foglie morirono, e la terza era morente; la quarta cominciava a ri-tendersi, ma molte delle sue glandule erano annerite e danneggiate. È perciò chiaro che era stata assorbita della materia che era o effettivamente velenosa o di natura troppo stimolante. Le particelle erano molto più ammollite di quelle tenute per lo stesso tempo in acqua, ma, giudicando coll'occhio, pochissimo ridotte in volume. Il dott. Sanderson provò questa sostanza con fluido digestivo artificiale, nella maniera descritta per la globulina, e trovò che mentre in un'ora di fibrina 1,31, d'ematina veniva disciolto solo 0,456; ma la dissoluzione fatta dalla secrezione d'una quantità anche minore darebbe ragione della sua azione sulla Drosera. Il residuo lasciato dal fluido digestivo artificiale dapprincipio, non cedette ad esso più nulla per parecchi giorni consecutivi.

Sostanze che non vengono digerite dalla secrezione.

Tutte le sostanze fin qui nominate causano inflessione prolungata dei tentacoli e completamente od in parte almeno vengono disciolte dalla secrezione. Ma vi sono molte altre sostanze, alcune delle quali contengono nitrogeno, che non subiscono menomamente l'influenza della secrezione, e non producono incurvamento per un

(1) Posso aggiungere che il dott. Sanderson preparò della globulina fresca col metodo di Schmidt e di questa furono disciolti entro lo stesso tempo, cioè un'ora 0,865, sicchè era molto più solubile di quella da me usata, benchè meno solubile della fibrina, della quale, come abbiamo veduto, furono disciolti 1,31. Mi duole di non aver provato sulla Drosera della globulina preparata con questo metodo.

Digitized by Google

tempo più lungo di quello che gli oggetti inorganici ed insolubili. Queste sostanze non eccitanti ed indigeribili sono, per quanto ho osservato, i prodotti dell'epidermide (come pezzi d'unghie umane, pallottole di capelli, le cannelle di penne), tessuto fibro-elastico, mucina, pepsina, urea, chitina, clorofilla, cellulosa, cotone fulminante, grasso, olio ed amido.

A queste si possono aggiungere zucchero disciolto e gomma, alcool diluito, ed infusioni vegetali non contenenti albume, giacchè nessuna di queste, come fu mostrato nell'ultimo capitolo, eccita incurvamento. Ora è un fatto rimarchevole (che fornisce prova importante e decisiva, che, cioè, il fermento della Drosera è strettamente uguale od identico alla pepsina), che nessuna di queste stesse sostanze sono, per quanto è noto, digerite dal succo gastrico degli animali, benchè agiscano su alcune di esse altre secrezioni del canale alimentare. Null'altro occorre dire su alcune delle su enumerate sostanze, tranne che furono ripetutamente provate sulle foglie della Drosera, e non vennero minimamente attaccate dalla secrezione. Circa alle altre sarà conveniente riferire i miei esperimenti.

Tessuto fibro-elastico. — Abbiamo già veduto che, quando si pongono sulle foglie piccoli cubi di carne ecc., i muscoli, il tessuto areolare, e la cartilagine vengono completamente disciolti, ma il tessuto fibro-elastico, persino i fili più delicati, rimasero senza il minimo segno d'esser stati attaccati. Ed è ben noto che questo tessuto non può venir digerito dal succo gastrico degli animali (1).

Mucina. — Poichè questa sostanza contiene circa 7 per cento di nitrogeno, mi attendeva che avrebbe eccitato le foglie in alto grado, e sarebbe stata digerita dalla secrezione, ma in ciò m'ingannai. Da quanto è riferito in opere di chimica, pare estremamente incerto, se la mucina possa venir preparata come un principio puro. Quella ch'io adoperai (preparata dal dott. Moore) era secca e dura. Delle particelle inumidite con acqua furono messe su quattro foglie, ma dopo due giorni v'era solo una traccia d'incurvamento nei tentacoli immediatamente vicini. Queste foglie vennero indi provate con pezzi di carne, e tutte e quattro tosto s'incurvarono strettamente. Alquanto della mucina seccata venne di poi inzuppata in acqua per due giorni, e su tre foglie se ne posero cubetti della grandezza conveniente. Dopo quattro giorni i tentacoli intorno ai margini dei dischi erano un po' incurvati, e la secrezione riunita sul disco era acida, ma i tentacoli esterni non erano attaccati. Una foglia cominciò a ri-tendersi il quarto giorno, e tutte erano completamente ri-tese il sesto. Le glandule che erano state in contatto colla mucina erano un po' oscurate. Possiamo perciò conchiudere essere stata assorbita una piccola quantità di materia impura di natura moderatamente eccitante. Che la mucina da me usata contenesse della materia solubile fu provato dal dott. Sanderson, che, sottopenendola a succo gastrico artificiale, trovò che in un'ora n'era stata disciolta, ma solo nella proporzione di 23 a 100 di fibrina durante il tempo medesimo. I cubi, quantunque forse alquanto più molli di quelli lasciati in acqua per lo stesso tempo, serbarono i loro angoli acuti quanto prima. Possiamo quindi dedurre che la mucina stessa non fu disciolta o digerita. Nè essa viene digerita dal succo gastrico di animali vivi, e secondo Schiff (2) è uno strato di questa sostanza quello che protegge le pareti dello stomaco dal venir corrose durante la digestione.

(1) Vedi, per esempio, SCHIFF, *Phys. de la digestion*, 1867, tom. II, p. 38.
(2) *Leçon phys. de la Digestion*, 1867, tom. II, p. 304.

Digitized by Google

Pepsina. — I miei esperimenti meritano appena d'essere riferiti, essendo solo a stento possibile di preparare la pepsina libera da altri albuminoidi; ma io era curioso d'accertare, per quanto si poteva, se il fermento della secrezione della Drosera agirebbe sul fermento del succo gastrico degli animali. Dapprima usai la pepsina comune venduta per iscopi medicinali, e dopo ne usai di molto più pura, per me preparata dal dott. Moore. Cinque foglie a cui fu data una quantità considerevole della prima rimasero incurvate per cinque giorni; quattro di esse poscia morirono, evidentemente per l'eccitazione troppo grande. Provai di poi la pepsina del dott. Moore, impastandola con acqua e ponendone sui dischi di cinque foglie particelle sì piccole che tutte sarebbero state disciolte rapidamente se si fosse trattato di carne o d'albume. Le foglie s'incurvarono presto; due di esse cominciarono a ri-tendersi dopo 20 ore soltanto, e le altre erano quasi completamente ri-tese, dopo 44 ore. Alcune delle glandule che erano state in contatto colle particelle di pepsina, o colla secrezione acida in queste circostanze, erano singolarmente pallide, mentre altre erano particolarmente di color oscuro Si raschiò via un po' di secrezione e la si esaminò sotto una lente forte; ed essa abbondava di granulazioni indistinguibili da quelle di pepsina lasciata in acqua per la stessa lunghezza di tempo. Possiamo quindi argomentare, come sommamente probabile (rammentando quali piccole quantità erano date), che il fermento della Drosera non agisce sulla pepsina nè la digerisce, assorbe però da essa della materia albuminosa impura, che produce inflessione, e che in grande quantità è oltremodo dannosa. Il dottor Lauder Brunton, dietro mia domanda, si sforzò d'accertare se la pepsina coll'acido cloridrico digerirebbe la pepsina e per quanto egli potè giudicare, essa non ha tal facoltà. Quindi il succo gastrico va evidentemente d'accordo in questo riguardo colla secrezione della Drosera.

Urea. — Mi parve interessante ricercare se questo rifiuto del corpo umano, che contiene molto nitrogeno, verrebbe, al paro di tanti altri fluidi e sostanze animali, assorbito dalle glandule della Drosera e produrrebbe incurvamento. Sui dischi di quattro foglie si posero goccie di mezzo minimo d'una soluzione di una parte in 437 d'acqua, ogni goccia contenente la quantità da me ordinariamente adoperata, cioè $^1/_{960}$ di grano, o milligrammi 0,0674; ma le foglie furono affatto a mala pena attaccate. Vennero poi esse provate con pezzi di carne, e tosto s'incurvarono strettamente. Ripetei lo stesso esperimento su quattro foglie con urea fresca preparata dal dott. Moore; dopo due giorni non v'era incurvamento; allora diedi ad esse un'altra dose, ma non vi fu ancora inflessione. Queste foglie vennero poscia provate con goccie ugualmente grandi di un'infusione di carne cruda, ed in 6 ore vi era considerevole inflessione, che in 24 ore divenne eccessiva. Ma l'urea non era evidentemente pura del tutto, giacchè quando s'immersero quattro foglie in 2 dramme (milligrammi 7,1) di soluzione, in modo che tutte le glandule, invece di quelle sul disco semplicemente, potessero assorbire qualche piccola quantità della sostanza impura in soluzione, vi fu inflessione considerevole dopo 24 ore, certamente più che non ne sarebbe seguita da un'eguale immersione in acqua pura. Che l'urea, la quale non era perfettamente bianca, avesse contenuto una quantità di materia albuminosa, o d'alcun sale d'ammoniaca, sufficiente ad aver prodotto l'effetto suddetto, non è certamente cosa da sorprendere, giacchè, come vedremo nel prossimo capitolo, dosi d'ammoniaca d'una piccolezza sorprendente sono efficaci in alto grado. Possiamo perciò concludere che l'urea non è nè eccitante nè nutritiva per la Drosera; nè essa viene modificata dalla secrezione, in modo da essere resa nutritiva, giacchè, se questo fosse stato il caso, tutte le foglie con goccie sui loro dischi sarebbero state sicuramente bene incurvate. Il dottor Lauder Brunton m'informa che dagli esperimenti fatti a mia richiesta all'Ospitale di San Barto-

Digitized by Google

lomeo appare che l'urea non subisca l'influenza del succo gastrico artificiale, cioè della pepsina coll'acido cloridrico.

Chitina. — Le vesti chitinose degli insetti pigliati naturalmente dalle foglie non appariscono minimamente corrose. Si posero piccoli pezzi quadrati dell'ala delicata e dell'elitra d'uno Stafilino su alcune foglie, e poi che queste si furono ri-tese, i pezzi vennero accuratamente esaminati. I loro angoli erano acuti come prima, e non differivano nell'aspetto dall'altra ala e dall'altra elitra dello stesso insetto che era stato lasciato in acqua. L'elitra tuttavia aveva evidentemente ceduto materia nutritiva, poichè la foglia rimase abbracciata su essa per quattro giorni; mentre le foglie con pezzi dell'ala vera si ri-tesero il secondo giorno. Qualcuno che esaminerà gli escrementi d'animali insettivori vedrà quanto impotente è il loro succo gastrico sulla chitina.

Cellulosa. — Non ottenni questa sostanza in uno stato isolato, ma provai pezzi angolari di legno secco, di sughero, di sfagno, di tela, e di filo di cotone. Nessuno di questi corpi fu menomamente attaccato dalla secrezione, ed essi produssero solamente quel grado moderato d'inflessione che è comune a tutti gli oggetti inorganici. Il cotone fulminante, che consiste di cellulosa, coll'idrogeno sostituito dal nitrogeno, fu provato col risultato medesimo. Abbiamo veduto che una decozione di foglie di cavolo eccita il più potente incurvamento. Collocai perciò sopra sei foglie di Drosera due piccoli pezzi quadrati della lamina d'una foglia di cavolo, e quattro cubetti della costa mediana. Esse s'incurvarono bene in 12 ore e così restarono da due a quattro giorni; i pezzi di cavolo erano bagnati durante tutto il tempo dalla secrezione acida. Ciò mostra che della materia eccitante, di cui or ora tratterò, era stata assorbita; ma gli angoli dei quadrati e dei cubi rimasero acuti come prima, provando che la tessitura della cellulosa non era stata attaccata. Pezzetti quadrati di foglie di spinace furono provati collo stesso risultato; le glandule gemettero una quantità moderata di secrezione acida, ed i tentacoli restarono incurvati per tre giorni. Abbiamo pure veduto che le vesti delicate dei grani di polline non vengono disciolti dalla secrezione. È ben noto che il succo gastrico degli animali non attacca la cellulosa.

Clorofilla. — Questa sostanza fu provata, contenendo essa nitrogeno. Il dottor Moore me ne mandò di conservata in alcool; essa fu seccata, ma tosto si liquefece. Se ne misero delle particelle su quattro foglie; dopo 3 ore la secrezione era acida; dopo 8 ore v'era grande inflessione, che in 24 ore divenne assai bene pronunciata. Dopo quattro giorni due delle foglie cominciarono a riaprirsi e le altre due erano allora quasi interamente ri-tese. È perciò chiaro che questa clorofilla conteneva materia che eccitava le foglie in grado moderato; ma giudicando coll'occhio, poco o nulla ne fu disciolto; sicchè allo stato puro non sarebbe stata probabilmente attaccata dalla secrezione. Il dott. Sanderson provò quella che io adoperai, nonchè altra preparata di fresco, con liquido digestivo artificiale, e trovò che non veniva digerita. Il dott. Lauder Brunton ne provò pure di preparata col processo dato dalla Farmacopea Britannica, e la espose per cinque giorni alla temperatura di 37° cent. al liquido digestivo, ma non fu scemata di massa, benchè il fluido acquistasse un colore leggermente bruno. Fu anche provata coll'estratto di glicerina del pancreas con risultato negativo. Nè sembra che la clorofilla venga attaccata dalle secrezioni intestinali di vari animali, a giudicare dal colore dei loro escrementi.

Non si deve supporre da questi fatti che i grani di clorofilla, quali esistono in piante vive, non possano venire attaccati dalla secrezione; giacchè questi grani consistono in protoplasma semplicemente colorato dalla clorofilla. Mio figlio Francesco mise una fetta sottile di foglia di spinace, bagnata con saliva,

Digitized by Google

sopra una foglia di Drosera, ed altre fette su bambagia umida, tutto esposto alla stessa temperatura. Dopo 19 ore la fetta sulla foglia di Drosera era bagnata in molta secrezione dai tentacoli incurvati, ed ora venne esaminata sotto il microscopio. Non si potè distinguere alcun grano perfetto di clorofilla; alcuni erano contratti, d'un colore verde giallognolo, parimente nel centro delle cellule. D'altra parte, nelle fette circondate da bambagia umida, i grani di clorofilla erano verdi e perfetti come prima. Mio figlio pose anche delle fette in succo gastrico artificiale, e queste subirono quasi la stessa influenza come della secrezione. Abbiamo veduto che pezzi di foglie di cavolo freschi e di spinace fanno incurvare i tentacoli e gemere molta secrezione acida dalle glandule; e vi può essere appena dubbio che sia il protoplasma formante i grani di clorofilla, nonchè quello che fodera le pareti delle cellule, la vera causa che eccitò le foglie.

Grasso ed olio. — Cubi di grasso quasi puro non cotto, posto su parecchie foglie, non ebbero i loro angoli menomamente arrotondati. Abbiamo anche veduto che i globuli oleosi del latte non vengono digeriti. Nè l'olio d'oliva, fatto cadere sui dischi delle foglie causa alcun incurvamento; ma quando esse sono immerse in olio d'oliva, s'incurvano fortemente; ma avrò a ritornare su questo argomento. Sostanze oleose non vengono digerite dal succo gastrico degli animali.

Amido. — Pezzi piuttosto grandi d'amido secco cagionarono incurvamento ben pronunciato, e le foglie non si ri-tesero fino al quarto giorno; ma non ho dubbio che ciò era dovuto all'irritazione prolungata delle glandule, continuando l'amido ad assorbire la secrezione. Le particelle non furono minimamente ridotte in grandezza; e noi sappiamo che foglie immerse in un'emulsione d'amido non vengono attaccate affatto. Ho appena bisogno di dire che l'amido non è digerito dal succo gastrico degli animali.

Azione della secrezione su sementi vive.

I risultati d'alcuni esperimenti su sementi vive, scelte a caso, possono venir qui riferiti, quantunque essi si riferiscano soltanto indirettamente al nostro soggetto presente della digestione.

Sette sementi di cavolo dell'anno precedente furono messe sullo stesso numero di foglie. Alcune di queste s'incurvarono moderatamente, ma il maggior numero solo leggermente, e la più parte d'esse si ri-tesero il terzo giorno. Una tuttavia restò abbracciata fino al quarto ed una fino al quinto giorno. Queste foglie quindi furono eccitate alquanto più dalle sementi, che da oggetti inorganici della stessa grandezza. Dopochè si ri-tesero, le sementi vennero poste in condizioni favorevoli su sabbia umida; altre sementi della stessa partita vennero provate contemporaneamente nel modo stesso e si trovò che germogliavano bene. Delle sette sementi ch'erano state esposte alla secrezione, tre soltanto germogliarono; ed una delle tre pianticelle perì tosto, essendo fin dapprima guasta l'estremità della sua radichetta ed i margini de' suoi cotiledoni d'un color bruno oscuro; sicchè in tutto, dei sette semi cinque finalmente perirono.

Semi di rafano (*Raphanus sativus*) dell'anno precedente furono messi su tre foglie, che s'incurvarono moderatamente e si ri-tesero il terzo od il quarto giorno. Due di quei semi furono trasportati su sabbia umida; uno soltanto germogliò ed assai lentamente. Questa pianticella avea una radichetta estremamente corta, adunca, ammalata, senza alcun pelo assorbente; ed i cotiledoni erano stranamente picchiettati di porpora, cogli orli anneriti ed in parte avvizziti.

Digitized by Google

Su quattro foglie si posero dei semi di crescione (*Lepidium sativum*) dell'anno precedente; due di esse la mattina seguente erano piegate moderatamente, e due fortemente, e così restarono per quattro, cinque ed anche sei giorni. Subito dopo essere stati posti sulle foglie ed esser divenuti umidi, questi semi gemettero nella loro maniera solita uno strato di muco tenace; e per accertare se era l'assorbimento di questa sostanza fatto dalle glandule che causava tanta inflessione, due semi furono posti in acqua e si raschiò via quanto muco fu possibile. Vennero poscia posti su foglie, che si piegarono assai fortemente nel corso di 3 ore, ed erano ancora strettamente piegate il terzo giorno; sicchè evidentemente non era il muco che eccitava tanta inflessione; al contrario, esso servì fino ad un certo punto a proteggere i semi. Due de' sei semi germogliarono mentre erano ancora sulle foglie, ma le pianticelle, quando furono trasportate sopra sabbia umida, morirono presto; degli altri quattro semi uno solo germogliò.

Due semi di senapa (*Sinapis nigra*), due di sedano (*Apium graveolens*), ambidue dell'anno precedente; due semi bene inzuppati di carvi (*Carum carvi*) e due di frumento non eccitarono le foglie più di quanto fanno spesso oggetti inorganici. Cinque semi, appena maturi, di ranuncolo (*Ranunculus*), e due semi freschi d'*Anemone nemorosa*, produssero solo un po' più d'effetto. D'altronde, quattro semi, forse non proprio maturi, di *Carex sylvatica*, fecero piegare con somma forza le foglie su cui erano posti; e questi cominciarono soltanto a ri-tendersi il terzo giorno; uno ne restò incurvato per sette giorni.

Risulta da questi pochi fatti, che diverse sorta di semi eccitano le foglie in gradi molto differenti; se ciò sia solamente dovuto alla natura dei loro tegumenti non è chiaro. Nel caso dei semi di crescione, la sottrazione parziale dello strato di muco affrettò l'inflessione dei tentacoli. Ogni volta che le foglie restano incurvate durante parecchi giorni sopra sementi, è chiaro che assorbono della materia da essi. Che la secrezione penetri le loro vesti è pure evidente dalla grande proporzione di semi di cavolo, rafano e crescione che furono uccisi, e dall'essere assai danneggiate parecchie delle pianticelle. Questo danno ai semi ed alle pianticelle puossi tuttavia soltanto attribuire all'acido della secrezione e non ad alcun processo di digestione; giacchè il sig. Traherne Moggridge ha dimostrato che debolissimi acidi della serie acetica sono sommamente dannosi ai semi. Non m'accadde di osservare mai se vengono spesso soffiati semi sulle foglie viscide di piante di Drosera crescenti allo stato di natura; ma ciò può appena talvolta mancar d'accadere, come vedremo dipoi nel caso della *Pinguicula*. Se è così, la Drosera profitterà in leggier grado dell'assorbimento di materia da tali semi.

Sommario ed osservazioni conclusionali sul potere digestivo della Drosera.

Quando le glandule sul disco vengono eccitate o dall'assorbimento di sostanza nitrogenata o da irritazione meccanica, la loro secrezione aumenta in quantità e diviene acida. Esse trasmettono pure dell'influenza alle glandule dei tentacoli esterni, facendole secernere più copiosamente; e la loro secrezione diventa pure acida. Negli animali, secondo Schiff (1), l'irritazione meccanica eccita le glandule dello stomaco

(1) *Phys. de la Digestion*, 1867, tom. II, pp. 188, 245.

Digitized by Google

a secernere un acido, ma non pepsina. Ora, io ho ogni ragione di credere (benchè il fatto non sia completamente dimostrato), che quantunque le glandule della Drosera secernano continuamente fluido viscoso per sostituire quello perduto per evaporazione, pure esse non secernano il fermento proprio per la digestione quando vengono irritate meccanicamente, ma solo dopo aver assorbito certa sostanza, probabilmente di natura nitrogenata. Argomento che la cosa sia così, poichè la secrezione d'un gran numero di foglie che erano state irritate da particelle di vetro poste sul loro disco non digerirono albume; e più specialmente lo argomento dalla analogia della Dionea e della Nepente. In ugual modo, le glandule dello stomaco degli animali secernono pepsina, come asserisce Schiff, solo dopo aver assorbito certe sostanze solubili che egli distingue come « peptogene ». V'è perciò un notevole parallelismo fra le glandule della Drosera e quelle dello stomaco nella secrezione del loro proprio acido e fermento.

La secrezione, come abbiamo veduto, discioglie completamente albume, muscolo, fibrina, tessuto areolare, cartilagine, la base fibrosa dell'osso, gelatina, condrina, caseina allo stato in cui essa esiste nel latte, e glutine che è stato sottoposto ad acido cloridrico debole. La sintonina e la legumina eccitano le foglie tanto potentemente e rapidamente che a mala pena vi può esser dubbio che ambedue sarebbero disciolte dalla secrezione. La secrezione non riuscì a digerire glutine fresco, evidentemente perchè danneggiò le glandule, quantunque ne sia stato assorbito. Carne cruda, tranne che in piccolissimi pezzi, e grandi pezzi d'albume, ecc. danneggiano parimenti le foglie, che sembrano soffrire, al pari degli animali, per un'indigestione. Non so se l'analogia è reale, ma è da notarsi che una decozione di foglie di cavolo è assai più eccitante e probabilmente nutriente per la Drosera di un'infusione fatta con acqua tepida; e cavoli bolliti sono molto più nutritivi, almeno per l'uomo, delle foglie non cotte. Il più sorprendente di tutti i casi, quantunque realmente non più notevole di molti altri, è la digestione d'una sostanza sì dura e tenace quale la cartilagine. La dissoluzione del fosfato puro di calce, dell'osso, della dentina, e specialmente dello smalto sembra meraviglioso; ma dipende semplicemente dalla secrezione d'un acido continuata per lungo tempo; e questo è secreto per un tempo più lungo in queste circostanze che in alcun'altra. Era interessante osservare che fino a tanto che l'acido era consumato nel disciogliere il fosfato di calce, non aveva luogo vera digestione; ma che tosto che l'osso era completamente privato di calce, la base fibrosa veniva attaccata e liquefatta colla maggior facilità. Le dodici sostanze sopra enumerate, che vengono completamente disciolte dalla secrezione, vengono parimenti disciolte dal succo gastrico degli animali superiori ed esse subiscono la stessa influenza, come è mostrato dall'arrotondamento degli angoli d'albume, e più specialmente del modo in cui scompariscono le serie trasverse delle fibre dei muscoli.

La secrezione della Drosera ed il succo gastrico poterono ambedue disciogliere dell'elemento o della materia impura dalla globulina e dall'ematina da me adoperate.

Digitized by Google

La secrezione discioglie qualche cosa anche dalla caseina preparata chimicamente che si dice consistere in due sostanze; e benchè Schiff sostenga che la caseina in questo stato non viene separata dal succo gastrico, egli potrebbe facilmente avervi lasciato passare una quantità minuta di alcuna materia albuminosa, che la Drosera scoprirebbe ed assorbirebbe. Inoltre, la fibro-cartilagine, benchè non propriamente disciolta, subisce uguale influenza sì dalla secrezione della Drosera che dal succo gastrico. Ma questa sostanza, come anche la così detta ematina da me adoperata, dovrebbe forse esser stata classificata fra le sostanze indigeribili.

Che il succo gastrico agisca per mezzo del suo fermento, pepsina, soltanto in presenza d'un acido, è bene stabilito; ed abbiamo prova eccellente che nella secrezione della Drosera trovasi un fermento, il quale agisce parimenti solo in presenza d'un acido; giacchè abbiamo veduto che quando la secrezione è neutralizzata da goccie minute della soluzione d'un alcali, la digestione d'albume è completamente arrestata, e che coll'aggiunta d'una dose minuta d'acido cloridrico essa ricomincia immediatamente.

Le nove sostanze, o classi di sostanze, seguenti, cioè, prodotti dell'epidermide, tessuto fibro-elastico, mucina, pepsina, urea, chitina, cellulosa, cotone fulminante, clorofilla, amido, grasso ed olio non subiscono alcuna influenza dalla secrezione della Drosera; nè esse la subiscono, per quanto è noto, dal succo gastrico d'animali. Della materia solubile fu pertanto estratta dalla mucina, dalla pepsina e dalla clorofilla, da me usate, tanto dalla secrezione che dal succo gastrico artificiale.

Le diverse sostanze, che vengono completamente disciolte dalla secrezione e dipoi assorbite dalle glandule, attaccano le foglie piuttosto diversamente. Esse producono l'inflessione in modi e gradi assai differenti; ed i tentacoli restano incurvati per periodi di tempo assai diversi. L'inflessione rapida dipende in parte dalla quantità della sostanza data, sicchè molte glandule vengono simultaneamente attaccate, in parte dalla facilità con cui essa vien penetrata e liquefatta dalla secrezione, in parte dalla sua natura, ma principalmente dalla presenza di materia eccitante già in soluzione. Così la saliva, o una debole soluzione di carne cruda agiscono assai più rapidamente persino d'una forte soluzione di gelatina. Così pure le foglie che si sono ri-tese, dopo aver assorbito goccie d'una soluzione di gelatina pura o di colla di pesce (questa è fra le due la più potente), se vengano loro dati pezzi di carne, s'incurvano molto più energicamente e presto di prima, ad onta che qualche po' di riposo si richieda in generale fra due atti d'inflessione. Noi vediamo probabilmente l'influenza della tessitura nella gelatina e nella globulina quando ammollite, per esser state inzuppate in acqua, agiscono più rapidamente di quando sono semplicemente bagnate. Puossi attribuire in parte all'alterata tessitura e in parte all'alterata natura chimica, se l'albume, che è stato tenuto per qualche tempo, ed il glutine che è stato sottoposto a debole acido cloridrico, agiscano più rapidamente di queste sostanze al loro stato fresco.

Digitized by Google

La lunghezza del tempo durante il quale i tentacoli restano incurvati dipende grandemente dalla quantità della sostanza data, in parte dalla facilità con cui essa vien penetrata dalla secrezione e ne subisce l'influenza, ed in parte dalla sua natura essenziale. I tentacoli restano sempre incurvati molto più a lungo su pezzi o goccie grandi che su pezzetti o goccie piccine. La tessitura ha probabilmente parte nello stabilire la lunghezza straordinaria di tempo durante la quale i tentacoli restano incurvati sopra i grani duri di caseina preparata chimicamente. Ma i tentacoli restano curvati per un tempo egualmente lungo sopra fosfato di calce precipitato, finamente polverizzato; il fosforo è evidentemente il fattore nell'ultimo caso, e la materia animale nel caso della caseina. Le foglie restano lungo tempo incurvate sopra insetti, ma è incerto quanto ciò debba attribuirsi alla protezione fornita dai loro integumenti chitinosi; giacchè la materia animale è tosto estratta dagli insetti (probabilmente per esosmosi dai loro corpi nella densa secrezione circostante), come è mostrato dalla pronta inflessione delle foglie. Vediamo che l'influenza della natura di differenti sostanze, come pezzi di carne, albume, e glutine fresco agisce molto differentemente da pezzi d'ugual grandezza di gelatina, di tessuto areolare e della base fibrosa dell'osso. Le prime cagionano inflessione non solo assai più pronta ed energica, ma più prolungata delle ultime. Quindi siamo, io penso, giustificati credendo che la gelatina, il tessuto areolare e la base fibrosa dell'osso, sarebbero molto meno nutritive per la Drosera di sostanze quali gl'insetti, la carne, l'albume, ecc. Questa è una conclusione interessante, essendo noto che la gelatina non fornisce che poco nutrimento agli animali; e così probabilmente farebbero il tessuto areolare e la base fibrosa dell'osso. La condrina che io adoperai agì più potentemente della gelatina, ma non so poi se era pura. È un fatto più notevole che la fibrina, che appartiene alla gran classe dei Proteidi (1), che comprende l'albume in uno dei suoi sottogruppi, non eccita i tentacoli in grado maggiore o non li tiene incurvati per un tempo più lungo della gelatina o del tessuto areolare, o della base fibrosa dell'osso. Non si sa quanto tempo sopravviverebbe un animale se si cibasse di sola fibrina, ma il dott. Sanderson non dubita che vivrebbe più a lungo che colla gelatina, e sarebbe a mala pena cosa temeraria predire, giudicando dagli effetti sulla Drosera, che si trovasse l'albume più nutritivo della fibrina. Anche la globulina appartiene ai Proteidi, formando un altro sottogruppo, e questa sostanza, benchè contenga materia che eccita la Drosera piuttosto fortemente, fu appena attaccata dalla secrezione, e lo fu pochissimo o molto lentamente dal succo gastrico. Quanto nutritiva sarebbe la globulina pegli animali non è noto. Noi vediamo così quanto differentemente agiscono sulla Drosera le diverse sostanze digeribili suindicate; e possiamo argomentare, come sommamente probabile, che in ugual modo sarebbero nutritive in gradi assai differenti tanto alla Drosera che agli animali.

(1) Vedi la classificazione adottata dal dott. MICHELE FASTER nei *Precetti di chimica* di WATTS, Supplemento, 1872, p. 969.

Digitized by Google

Le glandule della Drosera assorbono materia da sementi vive, che vengono danneggiate od uccise dalla secrezione. Esse assorbono materia anche dal polline, e da foglie fresche; e questo è notoriamente il caso degli stomachi degli animali erbivori. La Drosera è propriamente una pianta insettivora; ma siccome il polline non può non venir spesso soffiato sulle glandule, come pure accidentalmente i semi e le foglie delle piante circostanti, la Drosera è, fino ad un certo punto, un erbivoro.

Finalmente, gli esperimenti ricordati in questo capitolo ci mostrano che vi è un rimarchevole accordo nel potere di digestione fra il succo gastrico degli animali colla sua pepsina e con acido cloridrico e la secrezione della Drosera col suo fermento e con acido appartenente alla serie acetica. Possiamo quindi appena dubitare che il fermento in ambedue in casi non sia strettamente simile, se non identicamente lo stesso. Che una pianta ed un animale gemano la stessa o quasi la stessa secrezione complessa, adattata per lo stesso scopo della digestione, è un fatto nuovo e meraviglioso in fisiologia. Ma io avrò da tornare su quest'argomento nel capitolo decimoquinto nelle mie osservazioni conclusionali sulle Droseracee.

Digitized by Google

CAPITOLO VII.

EFFETTI DEI SALI D'AMMONIACA

Maniera d'eseguire gli esperimenti. — Azione dell'acqua distillata in confronto colle soluzioni. — Carbonato d'ammoniaca, assorbito dalle radici. — Il vapore assorbito dalle glandule. — Goccie sul disco. — Goccie minute applicate a glandule separate. — Foglie immerse in soluzioni deboli. — Esiguità delle dosi che causano l'aggregazione del protoplasma. — Nitrato d'ammoniaca, esperimenti analoghi. — Fosfato d'ammoniaca, esperimenti analoghi — Altri sali d'ammoniaca. — Sommario ed osservazioni conclusionali sull'azione dei sali d'ammoniaca.

Oggetto principale di questo capitolo è di mostrare con quanta forza i sali di ammoniaca agiscano sulle foglie di Drosera, e più specialmente di mostrare quanto straordinariamente piccola quantità basti ad eccitare incurvamento. Sarò perciò costretto ad entrare in minuti dettagli. Si adoperò sempre acqua doppiamente distillata; e per gli esperimenti più delicati mi fu data dal prof. Frankland dell'acqua preparata con la maggior cura possibile. Le misure graduate furono provate e trovate esatte quanto lo possono essere tali misure. I sali vennero diligentemente pesati, ed in tutti gli esperimenti più delicati col metodo doppio di Borda. Ma un'accuratezza estrema sarebbe stata superflua, differendo grandemente le foglie in irritabilità, secondo l'età, la condizione, e la costituzione. Persino i tentacoli della stessa foglia differiscono nell'irritabilità in grado marcato. I miei esperimenti furono provati nelle diverse maniere seguenti.

Primo. — Delle goccie, che con ripetute prove si accertò essere in media circa di mezzo minimo, o $^1/_{960}$ d'oncia fluida (0,0296 milligrammi), furono poste mediante lo stesso istrumento appuntato sui dischi delle foglie, e s'osservò ad intervalli di tempo successivi l'inflessione degli ordini esterni di tentacoli. Fu dapprima accertato, con trenta sino a quaranta prove, che l'acqua distillata lasciata cadere in questo modo non produce alcun effetto, tranne che talvolta, benchè raramente, due o tre tentacoli s'incurvano. In fatto tutte le molte prove con soluzioni che erano sì deboli da non produrre effetto conducono allo stesso risultato, che cioè l'acqua è inefficace.

Secondo. — La testa d'un piccolo spillo, fissato in un manico, fu immersa nella soluzione da esaminarsi. La piccola goccia, che s'attaccò ad esso, e ch'era troppo piccola per cadere, fu posta cautamente, coll'aiuto d'una lente, in contatto colla secrezione circostante alle glandule di uno, due, tre o quattro dei tentacoli esterni della foglia stessa. Si ebbe gran cura che le glandule

Digitized by Google

stesse non venissero toccate. Aveva supposto che le goccie fossero quasi della stessa grandezza; ma alla prova questa lo dimostrò un grande errore. Misurai dapprima dell'acqua e ne tolsi 300 goccie, toccando la testa dello spillo ogni volta su carta sugante; ed avendo nuovamente misurata l'acqua, si trovò che una goccia era eguale in media a circa $^1/_{60}$ di minimo. Fu pesata dell'acqua in un piccolo vaso (e questo è un metodo più esatto), e se ne tolsero 300 goccie come prima; ed avendo di nuovo pesato l'acqua, fu trovato che una goccia era invece in media eguale ad $^1/_{59}$ di minimo. Ripetei l'operazione, ma cercai questa volta, estraendo la testa dello spillo obliquamente e piuttosto rapidamente, di togliere goccie grandi quanto era possibile; ed il risultato mostrò che io era riuscito, giacchè ogni goccia equivaleva in media a $^1/_{19,4}$ di minimo. Ripetei l'operazione esattamente nel modo stesso, ed ora le goccie erano in media $^1/_{23,5}$ di minimo. Rammentando che in queste due occasioni ultime si prese special cura di levare goccie grandi quanto era possibile, possiamo concludere con sicurezza che le goccie adoperate ne' miei esperimenti erano almeno eguali a $^1/_{20}$ di minimo, o milligrammi 0,0029. Si potè applicare una di queste goccie a tre od anche quattro glandule, e se i tentacoli s'incurvarono, un poco di soluzione deve essere stata assorbita da tutte; giacchè goccie d'acqua pura, applicate allo stesso modo, non produssero mai alcun effetto. Potei tenere la goccia in contatto fermo colla secrezione solamente per dieci sino a quindici secondi: e questo non era un tempo sufficiente per la diffusione di tutto il sale in soluzione, come fu reso evidente dal divenire spesso incurvati tre o quattro tentacoli trattati successivamente colla stessa goccia.

Terzo. — Si mozzarono delle foglie e s'immersero in una quantità misurata della soluzione sotto prova; lo stesso numero di foglie fu immerso simultaneamente nella stessa quantità dell'acqua distillata che era stata adoperata facendo la soluzione. Le foglie nelle due partite furono confrontate a brevi intervalli di tempo, di più di 24 ore e talvolta di 48 ore. Per immergerle furono poste con tutta la delicatezza possibile in vetri d'orologio numerati, e trenta minimi (1,775 milligrammi) della soluzione o dell'acqua fu versata sopra ciascuna.

Alcune soluzioni, per esempio quella di carbonato d'ammoniaca, scolorano rapidamente le glandule; e siccome tutte sulla stessa foglia furono scolorate ad un tempo, devono aver tutte assorbito un poco del sale entro lo stesso periodo breve di tempo. Ciò fu anche mostrato dall'inflessione simultanea dei parecchi ordini esterni di tentacoli. Se non avessi una tale prova come questa, si potrebbe supporre che soltanto le glandule dei tentacoli esterni ed incurvati avessero assorbito il sale; o che l'avessero assorbito solo quelle sul disco, ed avessero trasmesso un impulso motore ai tentacoli esterni; ma in quest'ultimo caso i tentacoli esterni non si sarebbero incurvati fino a che non fosse trascorso qualche tempo, invece di farlo entro una mezz'ora od anche alcuni minuti, come avveniva per solito. Tutte le glandule sulla stessa foglia sono quasi della stessa grandezza, come si può benissimo vedere tagliando una stretta striscia trasversa, e ponendola sul suo lato; quindi le loro superficie assorbenti sono quasi eguali. Sono da eccettuarsi le glandule dalla lunga testa sul margine estremo, essendo esse molto più lunghe delle altre; ma la superficie superiore soltanto è capace d'assorbimento. Oltre alle glandule, ambedue le pagine delle foglie ed i picciuoli dei tentacoli portano numerose papille minute, che assorbono carbonato d'ammoniaca, un'infusione di carne cruda, sali metallici, e probabilmente molte altre sostanze, ma l'assorbimento di materia fatto da queste papille non provoca mai inflessione. Dobbiamo ricordare che il movimento di ciascun tentacolo distinto dipende dall'esser la sua glandula eccitata, tranne quando un impulso motore viene trasmesso dalle glandule del disco, ed allora il movimento, come

Digitized by Google

fu or ora riferito, non ha luogo finchè non sia trascorso qualche po' di tempo. Ho fatte queste osservazioni perchè ci mostrano che quando una foglia viene immersa in una soluzione, ed i tentacoli s'incurvano, possiamo giudicare con qualche esattezza quale quantità di sale ha assorbito ciascuna glandula. Per esempio, se una foglia che porta 212 glandule viene immersa in una quantità misurata d'una soluzione, contenente $^1/_{10}$ di grano d'un sale, e tutti i tentacoli esterni, eccetto dodici, s'incurvano, possiamo esser sicuri che ognuna delle 200 glandule può in media avere assorbito al più $^1/_{2000}$ di grano del sale. Dico al più, poichè le papille avranno assorbita qualche piccola quantità, e così avran fatto forse le glandule dei dodici tentacoli esclusi che non s'incurvarono. L'applicazione di questo principio mena a conclusioni rimarchevoli riguardo l'esiguità delle dosi che cagionano l'inflessione.

Dell'azione dell'acqua distillata nel cagionare inflessione.

Quantunque in tutti gli esperimenti più importanti la differenza fra le foglie immerse simultaneamante nell'acqua e nelle parecchie soluzioni sarà descritta, si può tuttavia dar qui un sommario degli effetti dell'acqua. Inoltre il fatto dell'acqua pura che agisce sulle glandule merita nota per se stesso. Delle foglie, fino al numero di 141, furono immerse in acqua contemporaneamente a quelle immerse nelle soluzioni, ed il loro stato registrato a brevi intervalli di tempo. Altre trentadue foglie furono separatamente osservate in acqua, facendo in tutto 173 esperimenti. Molte ventine di foglie vennero pure immerse in acqua altre volte, ma non fu tenuto alcun registro esatto dell'effetto prodotto; tuttavia queste differenti osservazioni appoggiano le conclusioni a cui siamo arrivati in questo capitolo. Alcuni dei tentacoli a lunga testa, cioè da uno a sei circa, s'incurvarono comunemente entro mezz'ora dopo l'immersione; come pure lo fecero accidentalmente alcuni, e rare volte un numero considerevole dei tentacoli esterni a testa rotonda. Dopo un'immersione da 5 ad 8 ore i corti tentacoli circostanti alle parti del disco generalmente s'incurvano, sicchè le loro glandule formano un piccolo cerchio oscuro sul disco; i tentacoli esterni non partecipano a questo movimento. Quindi, eccettuati alcuni casi, che verranno dipoi specificati, possiamo giudicare se una soluzione produce qualche effetto, osservando soltanto i tentacoli esterni nelle prime 3 o 4 ore dopo l'immersione.

Ecco ora un sommario dello stato delle 173 foglie dopo un'immersione di 3 o 4 ore in acqua pura. Una foglia aveva quasi tutti i suoi tentacoli incurvati; tre foglie ne avevano semi-incurvati la maggior parte, e tredici avevano piegati in media tentacoli 36,5. Così di 173 diciassette foglie avevano subìto influenza in modo marcato. Diciotto foglie avevano incurvati da sette a diciannove tentacoli, la media era tentacoli 9,3 per ogni foglia. Quarantanove foglie avevano incurvati da uno a sei tentacoli, generalmente quelli a testa lunga. Sicchè in tutto delle 173 foglie accuratamente osservate, settantanove furono attaccate sino a qualche grado, benchè per solito in grado assai leggiero; e novantaquattro non furono minimamente attaccate. Questo grado d'inflessione è affatto insignificante, come dipoi vedremo, confrontato con quello cagionato da debolissime soluzioni di parecchi sali d'ammoniaca.

Le piante che abbiano vissuto per alcun tempo in una temperatura piuttosto alta, sono molto più sensitive all'azione dell'acqua di quelle cresciute al di fuori, o recate di recente in una serra calda. Così nei suddetti diciassette casi, in cui

Digitized by Google

le foglie immerse avevano un numero considerevole di tentacoli piegati, le piante erano state tenute durante l'inverno in una caldissima serra; ed esse portavano in principio della primavera foglie notevolmente belle, d'un color rosso leggiero. Se avessi saputo allora che la sensitività delle piante veniva così aumentata, forse non avrei usato le foglie per i miei esperimenti con le debolissime soluzioni d'ammoniaca; ma i miei esperimenti non sono però guastati, adoperando io invariabilmente foglie delle stesse piante per l'immersione simultanea nell'acqua. Accadde spesso che alcune foglie sulla stessa pianta, ed alcuni tentacoli sulla stessa foglia fossero più sensitivi degli altri; ma perchè ciò fosse, non lo so.

Oltre alle differenze or ora indicate fra le foglie immerse in acqua e quelle immerse in deboli soluzioni d'ammoniaca, i tentacoli delle ultime nel maggior numero di casi s'incurvano molto più strettamente. L'aspetto d'una foglia dopo l'immersione in alcune goccie d'una soluzione d'un grano di fosfato d'ammoniaca in 200 oncie d'acqua (cioè una parte in 87,500) è qui riprodotto; inflessione tanto energica non è mai causata dal sola acqua. Con foglie nelle soluzioni deboli, la lamina diviene spesso incurvata; e questa è una circostanza sì rara nelle foglie immerse in acqua, che non ne ho veduti che due esempi; ed in tutti e due l'inflessione era debolissima. Di più, nelle foglie immerse nelle deboli soluzioni, l'incurvamento dei tentacoli e della lamina continua spesso a crescere con perseveranza, benchè lentamente, durante molti giorni; e questa pure è sì rara circostanza nelle foglie immerse in acqua, che non ho veduto che tre esempi di un tale aumento dopo le prime 8 a 12 ore; ed in questi tre esempi i due ordini esterni di tentacoli non erano punto attaccati. Dunque v'è talvolta molto maggior differenza fra le foglie nell'acqua e quelle in deboli soluzioni dopo 8 sino a 24 ore, che non ve n'era nelle 3 prime ore; quantunque, come regola generale, è meglio fidarsi della differenza osservata nelle prime ore.

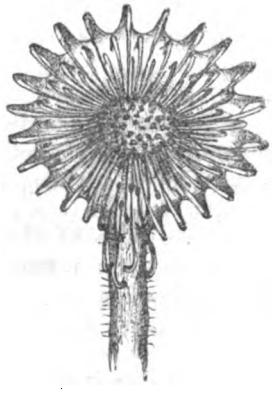

Fig. 9.
Drosera rotundifolia.

Foglia (ingrandita) con tutti i tentacoli strettamente incurvati per l'immersione in una soluzione di fosfato di ammoniaca (con una parte in 87,500 d'acqua).

Riguardo al periodo della ri-tensione delle foglie quando sono lasciate immerse o nell'acqua o nelle soluzioni deboli, nulla potrebbe essere più variabile. In ambidue i casi i tentacoli esterni cominciano non di rado a ri-tendersi dopo un intervallo di 6 ad 8 ore solamente; questo è appunto all'incirca il tempo quando s'incurvano i tentacoli corti attorno agli orli del disco. D'altra parte, i tentacoli rimangono talvolta piegati per un giorno intero, od anche per due; ma come regola generale essi restano curvati per un periodo più lungo in debolissime soluzioni che in acqua. In soluzioni che non siano estremamente deboli, essi non si ri-tendono mai entro un periodo più breve di circa sei od otto ore. Da questi rapporti si può credere difficile distinguere gli effetti dell'acqua da quelli delle soluzioni più deboli; ma realmente non v'è la più leggiera difficoltà finchè non siano provate delle soluzioni eccessivamente deboli; ed allora la distinzione, come si può bene aspettarsi, diventa assai dubbiosa, e finalmente scompare Ma siccome in tutti i casi, tranne i più semplici, lo stato delle foglie simultaneamente immerse per una lunghezza eguale di tempo in acqua e nelle soluzioni sarà descritto, il lettore può giudicarne da sè.

Digitized by Google

CARBONATO D'AMMONIACA

Questo sale, quando vien assorbito dalle radici, non fa piegare i tentacoli. Una pianta fu posta in una soluzione d'una parte di carbonato in 146 d'acqua in modo che si potessero osservare le giovani radici illese. Le cellule terminali, che erano d'un colore roseo, divennero istantaneamente incolore, ed il loro limpido contenuto divenne nuvoloso, come un'incisione a fumo, sicchè fu quasi sul momento cagionato qualche grado d'aggregazione; ma non ne seguì alcun altro mutamento, ed i peli assorbenti non furono visibilmente attaccati. I tentacoli non si piegarono. Altre due piante furono messe, colle loro radici circondate da musco umido, in mezz'oncia (milligrammi 14,198) d'una soluzione d'una parte di carbonato in 218 d'acqua, e furono osservate per 24 ore; ma non s'incurvò neppur un tentacolo. Per produrre questo effetto, il carbonato dev'esser assorbito dalle glandule.

Il vapore produce un effetto potente sulle glandule, e causa incurvamento. Tre piante colle loro radici entro a bottiglie, sicchè l'aria circostante non potrebbe essere divenuta molto umida, furono messe sotto una campana di vetro, capace di 122 once (14,198 millilitri), insieme a 4 grani di carbonato d'ammoniaca in un vetro d'orologio. Dopo un intervallo di 6 ore e 15 minuti le foglie apparivano intatte; ma il mattino seguente, dopo 20 ore, le glandule annerite secernevano copiosamente, e la maggior parte dei tentacoli era fortemente incurvata. Queste piante presto morirono. Altre due piante furono poste sotto la stessa campana di vetro, insieme a mezzo grano di carbonato, l'aria fu resa umida quanto fu possibile; ed in 2 ore le foglie furono per la maggior parte attaccate, molte delle glandule annerite ed i tentacoli incurvati. Ma è un fatto curioso che alcuni dei tentacoli immediatamente vicini sulla stessa foglia, tanto sul disco che attorno ai margini, furono molto attaccati, ed alcuni evidentemente nol furono affatto. Le piante furono tenute sotto la campana di vetro per 24 ore, ma non ne seguì alcun ulteriore cambiamento. Una foglia sana fu assolutamente appena attaccata, benchè altre foglie sulla stessa pianta lo fossero molto. Su alcune foglie s'incurvarono tutti i tentacoli d'una parte, ma non quelli della parte opposta. Dubito che si possa spiegare quest'azione estremamente ineguale supponendo che le glandule più attive assorbano tutto il vapore, così rapidamente come è generato, sicchè non ne resti per le altre; giacchè ci scontreremo in casi analoghi con dell'aria interamente satura dei vapori di cloroformio ed etere.

Delle particelle minute di carbonato furono aggiunte alla secrezione circostante a parecchie glandule. Queste divennero istantaneamente nere e gemevano secrezione copiosa; ma, eccetto in due esempi, quando si diedero particelle estremamente minute, non vi fu inflessione. Questo risultato è analogo a quello che segue dalla

Digitized by Google

immersione di foglie in una forte soluzione d'una parte di carbonato in 109 o 146, od anche 218 d'acqua, poichè le foglie sono allora paralizzate e non avviene incurvamento, benchè le glandule vengano annerite, ed il protoplasma nelle cellule dei tentacoli subisca forte aggregazione.

Passiamo ora agli effetti delle soluzioni di carbonato. Sui dischi di dodici foglie si posero mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; sicchè ognuna ne ricevette $^1/_{960}$ di grano o milligrammi 0,0675. Dieci di essi ebbero i loro tentacoli esterni bene piegati; in alcune anche le lamine erano molto incurvate verso l'interno. In due casi parecchi dei tentacoli esterni s'incurvarono in 35 minuti; ma il movimento era in generale più lento. Queste dieci foglie si ri-tesero in periodi che variavano fra 21 e 45 ore, ma in un caso non fuvvi ri-tensione finchè non furono trascorse 67 ore; sicchè esse si ri-tesero molto più rapidamente delle foglie che abbiano pigliato degli insetti.

Delle goccie della stessa grandezza, d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua furono poste sui dischi di undici foglie; sei rimasero affatto intatte, mentre cinque ebbero incurvati da tre a sei od otto dei loro tentacoli esterni; ma questo grado di movimento può appena considerarsi come degno di fede. Ciascuna di queste foglie ricevette $^1/_{1920}$ di grano (milligrammi 0,0337), distribuito fra le glandule del disco, ma questa era una quantità troppo piccola per produrre alcun effetto deciso sui tentacoli esterni, le glandule dei quali non avevano neppure esse ricevuto il sale.

Nella maniera sopra descritta si provarono poscia goccie minute, sulla testa d'un piccolo spillo, d'una soluzione d'una parte di carbonato in 218 d'acqua. Una goccia di questa specie equivale in media ad $^1/_{20}$ di minimo, e contiene perciò $^1/_{4800}$ di grano (milligrammi 0,0135) di carbonato. Toccai con essa la secrezione viscida intorno a tre glandule, sicchè ognuna di esse ricevette solamente $^1/_{14400}$ di grano (milligrammi 0,00445). Nondimeno, in due prove tutte le glandule furono evidentemente annerite; in un caso tutti e tre i tentacoli s'incurvarono bene dopo un intervallo di 20 ore e 40 minuti; ed in un altro caso si piegarono due dei tre tentacoli. Provai allora goccie d'una soluzione più debole d'una parte in 292 d'acqua sopra ventiquattro glandule, toccando sempre la secrezione viscosa intorno a tre glandule colla stessa gocciolina. Ogni glandula ricevette così soltanto $^1/_{19200}$ di grano (milligrammi 0,00337), tuttavia alcune di esse furono un po' annerite; ma in nessun esempio vi fu alcun tentacolo incurvato, benchè esse fossero state osservate per 15 ore. Quando fu provata su sei glandule una soluzione ancor più debole (cioè una parte in 437 d'acqua), non fu manifesto alcun effetto di sorta. Impariamo così che $^1/_{14400}$ di grano (milligrammi 0,00445) di carbonato d'ammoniaca, se viene assorbito da una glandula, basta a produrre inflessione nella parte basale dello stesso tentacolo, ma come fu già riferito, non potei tenere con mano ferma le goccie minute in contatto colla secrezione che per alcuni secondi; e se fosse stato concesso più tempo per la diffusione e l'assorbimento, una soluzione molto più debole avrebbe certamente agito.

Si fecero degli esperimenti immergendo foglie mozzate in soluzioni di differenti forze. Così quattro foglie furono lasciate per 3 ore circa, ognuna in una dramma (milligrammi 3,549) d'una soluzione d'una parte di carbonato in 5250 di acqua; due di esse ebbero incurvati quasi tutti i tentacoli, la terza n'ebbe incurvati circa la metà, e la quarta circa un terzo; e tutte le glandule erano annerite. Un'altra foglia fu posta nella quantità stessa d'una soluzione d'una parte in 7000 d'acqua, ed in un'ora e 16 minuti ogni singolo tentacolo era bene incurvato, e tutte le glandule annerite. Sei foglie furono immerse, ognuna in trenta minimi (milli-

Digitized by Google

grammi 1,774) d'una soluzione d'una parte in 4375 d'acqua, e le glandule erano tutte annerite in 31 minuti. Tutte le sei foglie presentavano leggiero incurvamento, ed una era piegata fortemente. Quattro foglie vennero indi immerse in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 8750 d'acqua, sicchè ogni foglia ricevette $^1/_{520}$ di grano (milligrammi 0,2025). Una soltanto s'incurvò fortemente; ma tutte le glandule su tutte le foglie erano dopo un'ora d'un rosso sì oscuro da meritar quasi d'essere chiamato nero, mentre ciò non avvenne colle foglie che furono immerse contemporaneamente nell'acqua; nè l'acqua produsse in nessun'altra occasione tale effetto nel tempo, sì meschinamente breve, di un'ora. Questi casi del simultaneo oscuramento od annerimento delle glandule per l'azione di soluzioni deboli sono importanti, mostrando essi che tutte le glandule assorbivano il carbonato entro lo stesso tempo, del qual fatto non v'era invero la minima ragione di dubitare. Così pure ogni volta che tutti i tentacoli s'incurvano entro il tempo stesso, abbiamo prova, come è stato prima osservato, di assorbimento simultaneo. Io non contai il numero delle glandule su queste quattro foglie; ma essendo esse belle e sapendo noi che il numero medio di glandule su trentuna foglia era 192, possiamo con sicurezza presumere che ciascuna ne portava in media almeno 170; e se è così, ogni glandula annerita avrebbe assorbito soltanto $^1/_{31400}$ di grano (milligrammi 0,00119) di carbonato.

Un gran numero di prove era stato fatto primieramente con soluzioni d'una parte di nitrato e di fosfato d'ammoniaca a 43750 (cioè un grano in 100 oncie), ed esse furono trovate altamente efficaci. Si posero perciò quattordici foglie ognuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte di carbonato nella suddetta quantità d'acqua; sicchè ogni foglia ne ricevette $^1/_{1600}$ di grano (milligrammi 0,0405). Le glandule non furono molto annerite. Dieci delle foglie non furono attaccate, o lo furono solo leggermente. Quattro però furono attaccate fortemente, la prima ebbe incurvati in 47 minuti tutti i tentacoli, tranne quaranta; in 6 ore e 30 minuti tutti, tranne otto; e dopo 4 ore la lamina stessa era incurvata. La seconda foglia dopo 9 minuti aveva incurvati tutti i suoi tentacoli, tranne nove; dopo 6 ore e 30 minuti questi nove erano semi-incurvati; la lamina divenne molto incurvata in 4 ore. La terza foglia dopo un'ora e 6 minuti aveva incurvati tutti i tentacoli, tranne quaranta. La quarta dopo 2 ore e 5 minuti aveva incurvata circa metà dei suoi tentacoli e dopo 4 ore li aveva incurvati tutti, tranne quarantacinque. Foglie che erano state immerse in acqua contemporaneamente, non furono attaccate affatto, una eccettuata; e questa non lo fu, finchè non erano scorse 8 ore. Quindi non vi può esser dubbio che una foglia in alto grado sensibile, se viene immersa in una soluzione (sicchè tutte le glandule possano assorbire), subisce influenza da $^1/_{1600}$ di grano di carbonato. Presumendo che la foglia, che era grande e che aveva incurvati tutti i suoi tentacoli, tranne otto, portasse 170 glandule, ogni glandula avrebbe assorbito solamente, $^1/_{268800}$ di grano (0,00024 di milligrammo); tuttavia ciò bastò ad agire su ognuno dei 162 tentacoli che erano piegati. Ma poichè solo quattro delle suddette quattordici foglie furono evidentemente attaccate, questa è quasi la dose minima che sia efficace.

Aggregazione del protoplasma per l'azione del carbonato d'ammoniaca. — Ho descritto completamente nel terzo capitolo gli effetti materiali delle dosi moderatamente forti di questo sale nel cagionare l'aggregazione del protoplasma entro le cellule delle glandule e dei tentacoli; ed è qui mio oggetto mostrare semplicemente quali piccole dosi sono sufficienti. Una foglia fu immersa in venti minimi (milligrammi 1,183) d'una soluzione d'una parte in 1750 d'acqua, ed un'altra foglia nella stessa quantità d'una soluzione d'una parte in 3062; nel primo caso l'aggregazione avvenne in 4 minuti, nel secondo in 11. Una foglia fu allora immersa in venti minimi d'una soluzione d'una parte in 4375 d'acqua, sicchè essa

Digitized by Google

ricevette $^1/_{240}$ di grano (milligrammi 0,27); in 5 minuti vi fu un leggiero mutamento di colore nelle glandule, ed in 15 minuti erano formate delle sfere di protoplasma nelle cellule sotto le glandule di *tutti* i tentacoli. In questi casi non vi potrebbe essere un'ombra di dubbio circa l'azione della soluzione.

Fu poi fatta una soluzione d'una parte in 5260 d'acqua, e l'esperimentai su quattordici foglie, ma riferirò solo alcuni dei casi. Furono scelte ed esaminate con cura otto giovani foglie, e non mostravano traccia d'aggregazione. Quattro di queste furono poste in una dramma (milligrammi 3,549) d'acqua distillata; e quattro in un vaso simile, con una dramma della soluzione. Dopo alcun tempo le foglie furono esaminate sotto una lente forte, venendo prese alternativamente dalla soluzione e dall'acqua. La prima foglia venne estratta dalla soluzione dopo un'immersione di 2 ore e 40 minuti e l'ultima foglia dall'acqua dopo 3 ore e 50 minuti; l'esame durò un'ora e 40 minuti. Nelle quattro foglie estratte dall'acqua non v'era traccia d'aggregazione eccetto in un campione, nel quale erano presenti pochissime sfere di protoplasma estremamente minute sotto alcune delle glandule rotonde. Tutte le glandule erano trasparenti e rosse. Le quattro foglie che erano state immerse nella soluzione, oltre d'essere incurvate, presentavano un aspetto assai diverso; giacchè il contenuto delle cellule d'ogni singolo tentacolo su tutte le quattro foglie era notabilmente aggregato; le sfere e le masse allungate di protoplasma s'estendevano in molti casi fino alla metà giù pei tentacoli. Tutte le glandule, tanto quelle dei tentacoli centrali che degli esterni, erano opache ed annerite; e ciò mostra che tutte aveano assorbito qualche po' di carbonato. Queste quattro foglie erano presso a poco della stessa grandezza, e contate le glandule sopra una si trovarono essere 167. Così stando la cosa ed essendo state immerse le quattro foglie in una dramma di soluzione, ciascuna glandula avrebbe ricevuto in media soltanto $^1/_{64128}$ di grano (milligrammi 0,001009) di sale; e questa quantità bastò a produrre entro breve tempo aggregazione assai notevole nelle cellule sotto tutte le glandule.

Una foglia rossa vigorosa ma piuttosto piccola fu posta in sei minimi della stessa soluzione (cioè una parte in 5250 d'acqua), sicchè essa ricevette $^1/_{960}$ di grano (milligrammi 0,0675). In 40 minuti le glandule apparvero di non poco più oscure; ed in un'ora da quattro a sei sfere di protoplasma erano formate nelle cellule sotto le glandule di tutti i tentacoli. Io non contai i tentacoli, ma possiamo presumere con sicurezza che ve n'erano almeno 140; e se è così, ogni glandula avrebbe ricevuto solamente $^1/_{134400}$ di grano o milligrammi 0,00048.

Fu poi fatta una soluzione più debole d'una parte in 7000 d'acqua, e vi furono immerse quattro foglie; ma riferirò solamente un caso. Una foglia venne messa in dieci minimi di questa soluzione; dopo un'ora e 37 minuti le glandule divennero alquanto più oscure, e le cellule sotto di esse tutte contenevano ora molte sfere di protoplasma aggregato. Questa foglia ricevette $^1/_{768}$ di grano e portava 166 glandule. Ogni glandula avrebbe perciò ricevuto solamente $^1/_{127488}$ di grano (milligrammi 0,000507) di carbonato.

Altri due esperimenti meritano di venir riferiti. Una foglia fu immersa per 4 ore e 15 minuti in acqua distillata, e non vi fu aggregazione; fu poi messa per un'ora e 15 minuti in una piccola soluzione d'una parte in 5250 d'acqua; e questa eccitò aggregazione ed inflessione ben marcate. Un'altra foglia, dopo essere stata immersa per 21 ore e 15 minuti in acqua distillata, aveva le sue glandule annerite, ma non v'era aggregazione nelle cellule sotto di esse; venne poi lasciata in sei minimi della stessa soluzione, ed in un'ora v'era molta aggregazione in molti dei tentacoli; in 2 ore tutti i tentacoli (146 di numero) furono attaccati; — l'aggregazione s'estendeva giù per una lunghezza eguale a quella di mezza glandula o d'una glandula intera. È estremamente improbabile che

Digitized by Google

queste due foglie avessero subìta aggregazione se fossero state lasciate un poco più a lungo in acqua, cioè per un'ora od un'ora e 15 minuti; durante il qual tempo esse erano immerse nella soluzione; giacchè il processo d'aggregazione sembra ognora sopravvenire molto lentamente e gradualmente nell'acqua.

Sommario dei risultati con carbonato d'ammoniaca. — Le radici assorbono la soluzione, come mostrano il loro colore cangiato e l'aggregazione del contenuto delle loro cellule. Il vapore viene assorbito dalle glandule; queste vengono annerite ed i tentacoli incurvati. Le glandule del disco, quando sono eccitate da una goccia di mezzo minimo (milligrammi 0,0296), contenente $^1/_{960}$ di grano (milligrammi 0,0675), trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni, facendoli piegare verso l'interno. Una goccia minuta, contenente $^1/_{14400}$ di grano (milligrammi 0,00445), se è tenuta per alcuni secondi in contatto con una glandula, fa tosto piegare il tentacolo che la porta. Se una foglia è lasciata immersa per alcune ore in una soluzione, ed una glandula assorbe $^1/_{134400}$ di grano (milligram. 0,00048), il suo colore divien più oscuro, benchè non effettivamente nero; ed il contenuto delle cellule sotto le glandule viene evidentemente aggregato. Finalmente, nelle stesse circostanze, l'assorbimento fatto da una glandula di $^1/_{268800}$ di grano (milligrammi 0,00024) basta ad eccitare al movimento il tentacolo che porta quella glandula.

NITRATO D'AMMONIACA

Usando questo sale badai soltanto all'inflessione delle foglie, giacchè esso è assai meno efficace del carbonato nel cagionare aggregazione, quantunque considerevolmente più potente nel cagionare inflessione. Io feci esperimenti con mezzi minimi (milligrammi 0,0296) sui dischi di cinquantadue foglie, ma non darò che alcuni casi. Una soluzione d'una parte in 109 d'acqua fu troppo forte, causando piccola inflessione, e dopo 24 ore uccidendo, o quasi, quattro delle sei foglie che furono così provate; ognuna delle quali ricevette $^1/_{240}$ di grano (o milligrammi 0,27). Una soluzione d'una parte in 218 d'acqua agì con somma energia, facendo piegare fortemente non solo i tentacoli di tutte le foglie, ma anche le lamine d'alcune. Quattordici foglie furono provate con goccie d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua, sicchè il disco di ciascuna ricevette $^1/_{1920}$ di grano (milligrammi 0,0337). Di queste foglie sette subirono fortissima influenza, essendone generalmente incurvati i margini; due la subirono moderatamente; e cinque non la subirono affatto. Successivamente provai tre di queste cinque ultime foglie con urina, saliva e muco, ma non furono attaccate che leggermente; e ciò prova, che non erano in condizione attiva. Rammento questo fatto per mostrare quanto sia necessario esperimentare su parecchie foglie. Due delle foglie, che erano bene incurvate, si ri-tesero dopo 51 ore.

Nel seguente esperimento m'accadde di scegliere foglie assai sensitive. Mezzi minimi d'una soluzione composta d'una parte di nitrato in 1094 d'acqua (cioè 1 grano ad oncie 2 $^1/_2$) vennero messi sui dischi di nove foglie, sicchè ciascuna ricevette $^1/_{2400}$ di grano (milligrammi 0,027). Tre di esse ebbero i loro tentacoli incurvati fortemente e le loro lamine arricciate verso l'interno; cinque furono

Digitized by Google

attaccate leggermente ed alquanto dubbiosamente, avendo piegati da tre ad otto dei loro tentacoli esterni; una foglia non fu punto attaccata, tuttavia subì di poi l'influenza della saliva, In sei di questi casi, una traccia d'azione era percettibile in 7 ore, ma il pieno effetto non fu prodotto prima che non fossero trascorse da 24 a 30 ore. Due delle foglie, che vennero solo leggermente attaccate, si ri-tesero dopo un altro intervallo di 19 ore.

Mezzi minimi d'una soluzione alquanto più debole, cioè d'una parte in 1312 (1 grano in 3 oncie) furono provati su quattordici foglie; sicchè ciascuna ricevette $^1/_{2880}$ di grano (milligrammi 0,0225), invece di $^1/_{2100}$ di grano, come nell'ultimo esperimento. La lamina d'una fu evidentemente incurvata, come lo furono sei dei tentacoli esterni; la lamina d'una seconda fu leggermente piegata, e due dei tentacoli esterni lo furono bene, mentre tutti gli altri tentacoli si piegarono verso l'interno ad angoli retti col disco; altre tre foglie ebbero incurvati solo due o tre; talora, benchè assai di rado, goccie d'acqua pura causano una simile azione; le quattro foglie rimanenti non furono attaccate in nessun modo, tuttavia tre di esse, venendo provate successivamente con urina, s'incurvarono in alto grado. Nella maggior parte di questi casi fu percettibile un leggiero effetto in un tempo da 6 a 7 ore, ma l'effetto completo non fu prodotto finchè non trascorsero da 24 a 30 ore. È ovvio che noi abbiamo qui raggiunto molto dappresso la quantità minima, che, distribuita fra le glandule del disco, agisce sui tentacoli esterni, mentre questi non aveano neppur ricevuto essi stessi la soluzione.

In secondo luogo, la secrezione viscosa intorno a tre dei tentacoli esterni fu toccata colla stessa gocciolina ($^1/_{20}$ di minimo) d'una soluzinne d'una parte in 437 d'acqua; e dopo un intervallo di 2 ore e 50 minuti tutti e tre i tentacoli s'incurvarono bene. Ciascuna di queste glandule avrebbe ricevuto soltanto $^1/_{28800}$ di grano, o milligrammi 0,00225. Una piccola goccia della stessa grandezza e forza venne applicata anche ad altre quattro glandule, ed in un'ora due si curvarono, mentre le altre due non si mossero mai. Qui vediamo, come nel caso dei mezzi minimi posti sui dischi, che il nitrato d'ammoniaca è più potente del carbonato nel cagionare inflessione: giacchè goccie minute dell'ultimo sale di questa forza non produssero effetto. Provai goccie minute d'una soluzione ancora più debole di nitrato, cioè una parte in 875 d'acqua, su ventuna glandule, ma non fu prodotto effetto qualsiasi, tranne forse in un esempio.

S'immersero sessantatre foglie in soluzioni di varie forze; mentre s'immersero contemporaneamente altre foglie nella stessa acqua pura impiegata per fare le soluzioni. I risultati sono sì notevoli, benchè minori di quelli con fosfato d'ammoniaca, che devo descrivere gli esperimenti dettagliatamente, ma non ne darò che alcuni. Parlando dei periodi successivi nei quali ebbe luogo l'inflessione, calcolo sempre dal tempo della prima immersione.

Avendo fatto alcune prove preliminari come per guida, furono immerse cinque foglie nello stesso vasetto in trenta minimi d'una soluzione d'una parte di nitrato in 7875 d'acqua (1 grano in 18 oncie); e questa quantità di fluido bastò appunto per coprirle. Dopo 2 ore e 10 minuti tre delle foglie erano considerevolmente incurvate, e le altre due moderatamente. Le glandule di tutte divennero d'un rosso sì oscuro da meritare quasi d'essere chiamato nero. Dopo 8 ore quattro delle foglie aveano più o meno incurvati tutti i loro tentacoli, mentre la quinta, che io poi compresi essere una foglia vecchia, non ne avea incurvati che trenta. Il mattino seguente, dopo 23 ore e 40 minuti tutte le foglie erano nello stato medesimo, tranne che la foglia vecchia avea incurvati alcuni tentacoli di più. Cinque foglie che erano state poste nello stesso tempo, furono osservate agli stessi intervalli di tempo; dopo 2 ore e 10 minuti due di esse

Digitized by Google

avevano incurvati quattro dei tentacoli marginali a testa lunga, una ne aveva incurvati sette, una dieci e la quinta ne avea incurvati quattro di quelli a testa rotonda. Dopo 8 ore non v'era alterazione in queste foglie, e dopo 24 ore tutti i tentacoli marginali s'erano ri-tesi; ma in una foglia s'era incurvata una dozzina, ed in una seconda foglia una mezza dozzina di tentacoli submarginali. Essendosi oscurate simultaneamente le glandule delle cinque foglie nella soluzione, esse aveano tutte senza dubbio assorbito una quantità press'a poco eguale di sale; ed essendo stato dato $^1/_{288}$ di grano alle cinque foglie insieme, toccò a ciascuna $^1/_{1440}$ di grano (milligrammi 0,045). Non contai i tentacoli su queste foglie, che erano moderatamente belle, ma il numero medio su trentuna foglia essendo 192, sarebbe da presumere con sicurezza che ognuna ne portava in media almeno 160. Se è così, ciascuna delle glandule oscurate avrebbe ricevuto solamente $^1/_{230400}$ di grano di nitrato; e ciò causò l'incurvamento d'una grande maggioranza dei tentacoli.

Questo piano d'immergere parecchie foglie nello stesso vaso è cattivo, essendo impossibile d'esser sicuri che le foglie più vigorose non derubino le più deboli della loro porzione di sale. Le glandule inoltre devono spesso toccarsi l'una l'altra o toccare i lati del vaso, e così può essere stato eccitato il movimento; ma le rispettive foglie in acqua, che si piegarono poco, benchè alquanto più di quanto avviene comunemente, furono esposte in grado quasi eguale a queste stesse fonti d'errore. Darò perciò solamente un altro esperimento fatto in questo modo, benchè molti ne siano stati provati e tutti abbiano confermato i risultati precedenti e seguenti. Quattro foglie furono messe in quaranta minimi d'una soluzione d'una parte in 10,500 d'acqua; e presumendo che esse assorbissero egualmente, ogni foglia ricevette $^1/_{1152}$ di grano (milligrammi 0,0562). Dopo un'ora e 20 minuti molti tentacoli su tutte e quattro le foglie erano alcun poco incurvati. Dopo 5 ore e 30 minuti due foglie avevano tutti i loro tentacoli incurvati; una terza foglia li avea incurvati tutti, eccetto gli estremi marginali, che sembravano vecchi e torpidi; e la quarta ne aveva piegati un gran numero. Dopo 21 ore ogni singolo tentacolo, su tutte e quattro le foglie era strettamente incurvato. Delle quattro foglie poste nello stesso tempo in acqua una aveva incurvati dopo 5 ore e 45 minuti cinque tentacoli marginali; una seconda ne aveva incurvati dieci; una terza, nove marginali e submarginali; e la quarta, dodici, specialmente submarginali. Dopo 21 ore tutti questi tentacoli marginali si ri-tesero, ma alcuni dei submarginali su due delle foglie rimasero leggermenti curvati verso l'interno. Il contrasto fra queste quattro foglie in acqua e quelle nella soluzione era meravigliosamente grande, avendo le ultime ogni loro tentacolo strettamente incurvato. Presumendo moderatamente che ciascuna di queste foglie portasse 160 tentacoli, ogni glandula avrebbe assorbito soltanto $^1/_{184320}$ di grano (milligrammi 0,000251). Questo esperimento fu ripetuto, su tre foglie colla medesima quantità relativa di soluzione; e dopo 6 ore e 15 minuti, tutti i tentacoli, tranne nove, su tutte e tre le foglie prese insieme, erano piegati strettamente. In questo caso i tentacoli vennero contati su ogni foglia, e diedero una media di 162 per foglia.

Gli esperimenti seguenti furono provati durante l'estate del 1873, ponendo ciascuna foglia in un vetro d'orologio distinto e versando su di essa trenta minimi (milligrammi 1,775) di soluzione; mentre altre foglie venivano trattate esattamente nella stessa maniera coll'acqua doppiamente distillata adoperata nel fare le soluzioni. Le prove surriferite furono fatte parecchi anni prima, e quando io scorsi le mie note, non potei prestar fede ai risultati; così risolsi di ricominciare con soluzioni moderatamente forti. Sei foglie furono dapprima immerse, ognuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte di nitrato in 8750 d'acqua (1 grano

Digitized by Google

in 20 once), sicchè ognuna ricevette $^1/_{320}$ di grano (milligrammi 0,2025). Prima che fossero trascorsi 30 minuti, quattro di queste foglie erano incurvate immensamente, e due di esse moderatamente. Le glandule vennero rese d'un colore rosso oscuro. Le quattro foglie rispettive nell'acqua non furono attaccate affatto finchè non furono passate 6 ore, ed allora lo furono soltanto i tentacoli sugli orli del disco; e la loro inflessione, come fu primieramente dichiarato, non è mai di qualche importanza.

Quattro foglie furono immerse, ognuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 17,500 d'acqua (1 grano in 40 oncie), sicchè ciascuna ricevette $^1/_{640}$ di grano (mill. 0,101); ed in meno di 45 minuti tre di esse aveano incurvati tutti i loro tentacoli, tranne da quattro a dieci; la lamina d'una era incurvata dopo 6 ore, e la lamina d'una seconda dopo 21 ore. La quarta foglia non fu punto attaccata. Non s'oscurarono le glandule di nessuna. Delle foglie rispettive nell'acqua, una soltanto aveva incurvati alcuni dei suoi tentacoli esterni, cioè cinque; dopo 5 ore in un caso, e dopo 21 ore in altri due casi, i tentacoli sugli orli del disco formavano un cerchio nella solita maniera.

Quattro foglie furono immerse, ognuna in trenta minimi d'una soluzione di una parte in 43,750 d'acqua (1 grano in 100 oncie), sicchè ad ogni foglia toccò $^1/_{1600}$ di grano (milligram. 0,0405). Di queste una s'incurvò molto in 8 minuti, e dopo 2 ore e 7 minuti aveva incurvati tutti i tentacoli, tranne tredici. La seconda foglia dopo 10 minuti, li avea incurvati tutti, tranne tre. La terza e la quarta furono proprio a stento attaccate, appena più delle rispettive foglie nell'acqua. Di queste, solamente una fu attaccata, avendo questa due tentacoli incurvati, con quelli sulle parti esterne del disco formanti un cerchio nel solito modo. Nella foglia che ebbe in 10 minuti incurvati tutti i suoi tentacoli, tranne tre, ogni glandula (presumendo che la foglia portasse 160 tentacoli) non avrebbe assorbito che $^1/_{251200}$ di grano, o milligrammi 0,000258.

Quattro foglie vennero separatamente immerse come prima in una soluzione d'una parte in 131,250 d'acqua (1 grano in 300 oncie), di modo che ciascuna ricevette $^1/_{4800}$ di grano, o milligram. 0,0135. Dopo 50 minuti una foglia aveva incurvati tutti i suoi tentacoli, tranne sedici, e dopo 8 ore e 20 minuti tutti, tranne quattordici. La seconda foglia dopo 40 minuti li aveva incurvati tutti, tranne venti; e dopo 8 ore e 10 minuti cominciarono a ri-tendersi. La terza in 3 ore aveva incurvati circa metà dei suoi tentacoli, che cominciarono a ri-tendersi dopo 8 ore e 15 minuti. La quarta foglia dopo 3 ore e 7 minuti aveva più o meno incurvati ventinove tentacoli soltanto. Così di quattro foglie, tre subirono forte influenza. È chiaro che (per accidente) furono scelte foglie assai sensitive. Inoltre il giorno era caldo. Le quattro foglie rispettive nell'acqua avevano subìto parimenti un'influenza maggiore dell'ordinaria; giacchè dopo 3 ore una aveva incurvati nove tentacoli, un'altra quattro, la terza due e la quarta non ne aveva incurvati punto. Rispetto alla foglia di cui tutti i tentacoli, tranne sedici, s'erano incurvati dopo 50 minuti, ogni glandula (presumendo che la foglia portasse 160 tentacoli) non avrebbe assorbito che $^1/_{691200}$ di grano (milligram. 0,0000937) e questa sembra essere presso a poco la minima quantità di nitrato che basta a produrre l'inflessione d'un singolo tentacolo.

Essendo importanti i risultati negativi per confermare i risultati positivi precedenti, s'immersero otto foglie come prima, ognuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte a 175,000 d'acqua (1 grano a 400 oncie), sicchè ciascuna ricevette solamente $^1/_{6400}$ di grano (milligrammi 0,0101). Questa minuta quantità produsse un effetto leggiero su quattro soltanto delle otto foglie. Una aveva incurvati cinquantasei tentacoli dopo 2 ore e 13 minuti; una seconda ne aveva incurvati o subincurvati ventisei dopo 38 minuti; una terza n'aveva incurvati diciotto dopo un'ora; ed una quarta, dieci, dopo 35 minuti. Le altre quattro foglie non furono

Digitized by Google

menomamente attaccate. Delle otto foglie rispettive in acqua una aveva incurvati dopo 2 ore e 10 minuti nove tentacoli, ed altre quattro da uno a quattro tentacoli a testa lunga; le tre rimanenti non furono attaccate. Quindi, $^1/_{6400}$ di grano dato ad una foglia sensitiva durante tempo caldo produce forse un leggiero effetto; ma dobbiamo tenere a mente che anche l'acqua può cagionare per accidente un grado d'inflessione quale ebbe luogo in quest'ultimo esperimento.

Sommario dei risultati con nitrato d'ammoniaca. — Le glandule del disco, eccitate da una goccia di mezzo minimo (milligrammi 0,0296), contenente $^1/_{2400}$ di grano di nitrato (milligrammi 0,027), trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni, facendoli piegare verso l'interno. Una goccia minuta, contenente $^1/_{28800}$ di grano (milligrammi 0,00225), se viene tenuta per alcuni secondi in contatto con una glandula, fa piegare il tentacolo che porta questa glandula. Se una foglia è lasciata immersa per alcune ore, e talvolta per alcuni minuti soltanto, in una soluzione di tal forza che ogni glandula possa assorbire solamente $^1/_{691200}$ di grano (milligrammi 0,0000937), questa piccola quantità basta ad eccitare al movimento ciascun tentacolo, ed esso diventa strettamente piegato.

FOSFATO D'AMMONIACA

Questo sale è più potente del nitrato, anzi in grado maggiore che non sia il nitrato in confronto del carbonato. Ciò è dimostrato dall'azione di soluzioni più deboli di fosfato, quando si lasciano cadere sui dischi, o si applicano alle glandule dei tentacoli esterni, o quando vi s'immergono delle foglie. La differenza nella forza di questi tre sali, provati in tre modi diversi, appoggia i risultati ora da riferirsi, i quali sono sì sorprendenti che la loro credibilità richiede l'aiuto delle prove. Nel 1872 feci esperimenti su dodici foglie immerse, dando a ciascuna soltanto dieci minimi d'una soluzione; ma questo era un metodo cattivo, giacchè una quantità sì piccola le copriva appena. Nessuno di questi esperimenti sarà perciò riferito, benchè essi indichino che dosi eccessivamente minute sono efficaci. Quando scôrsi le mie note nel 1873, dubitai interamente di esse, e determinai di fare un altro corso d'esperimenti con cura scrupolosa, sullo stesso piano di quelli fatti col nitrato; cioè ponendo delle foglie in vetri d'orologio, e versando su ciascheduna trenta minimi della soluzione sotto prova, trattando simultaneamente e nella stessa maniera altre foglie coll'acqua distillata usata nel fare le soluzioni. Durante il 1873 furono così provate settantuna foglie in soluzioni di varie forze, e lo stesso numero in acqua. Ad onta della cura presa e del numero delle prove fatte, quando l'anno seguente guardai semplicemente i risultati, senza leggere interamente le mie osservazioni, credetti di nuovo che vi dovesse esser stato qualche errore, e furon fatte colla più debole soluzione trentacinque novelle prove; ma i risultati furono indi-

Digitized by Google

cati distintamente come prima. In tutto furono provate 106 foglie scelte diligentemente, tanto in acqua che in soluzioni di fosfato. Quindi dopo la più scrupolosa considerazione, non posso nutrire alcun dubbio sull'esattezza sostanziale dei miei risultati.

Prima di dare i miei esperimenti, sarà bene premettere che il fosfato d'ammoniaca cristallizzato, quale io adoperai, contiene 35,33 per cento d'acqua di cristallizzazione; sicchè in tutte le prove seguenti gli elementi efficaci formarono soltanto 64,67 per cento del sale adoperato.

Colla punta d'un ago si posero particelle estremamente minute di fosfato secco sulla secrezione circostante a parecchie glandule. Queste gemettero molta secrezione, furono annerite e finalmente morirono; ma i tentacoli non si mossero che leggermente. La dose, benchè assai piccola, evidentemente era troppo grande, ed il risultato fu lo stesso come con particelle di carbonato d'ammoniaca.

Dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua furono posti sui dischi di tre foglie ed agirono con la massima energia, facendo piegare i tentacoli in 15 minuti e curvare molto le lamine di tutte e tre verso l'interno in 2 ore e 15 minuti. Goccie simili d'una soluzione d'una parte in 1312 d'acqua (1 grano in 3 oncie) furono poi messe sui dischi di cinque foglie, sicchè ciascuna ricevette $^1/_{2880}$ di grano (milligrammi 0,0225). Dopo 8 ore i tentacoli di quattro di esse erano considerevolmente incurvati, e dopo 24 ore lo erano le lamine di tre. Dopo 48 ore tutti e cinque erano quasi completamente ri-tese. Posso ricordare, riguardo ad una di queste foglie, che una goccia d'acqua era stata lasciata durante le 24 ore precedenti sul suo disco, ma non produsse alcun effetto; e che essa era appena asciutta quando fu data la soluzione.

Goccie simili d'una soluzione d'una parte in 1750 d'acqua (1 grano in 4 oncie) furono poscia collocate sui dischi di sei foglie; sicchè ognuna ricevette $^1/_{5840}$ di grano (milligrammi 0,0169); dopo 8 ore tre di esse avevano incurvati molti tentacoli e le loro lamine; altre due non avevano che leggermente piegati alcuni tentacoli, e la sesta non fu attaccata affatto. Dopo 24 ore la maggior parte delle foglie aveva incurvati alcuni tentacoli di più, ma una aveva cominciato a ri-tendersi. Vediamo così che colle foglie più sensitive $^1/_{5840}$ di grano, assorbito dalle glandule centrali, basta a far piegare molti dei tentacoli esterni e le lamine, mentre $^1/_{1920}$ di grano di carbonato dato nello stesso modo non produsse alcun effetto, e $^1/_{2880}$ di grano di nitrato fu soltanto appena sufficiente per produrre un effetto ben pronunciato.

Una goccia minuta, eguale a circa $^1/_{20}$ di minimo, d'una soluzione d'una parte di fosfato in 875 d'acqua, fu applicata alla secrezione su tre glandule, ognuna delle quali ricevette così soltanto $^1/_{77600}$ di grano (milligrammi 0,00112), e tutti e tre i tentacoli s'incurvarono. Goccie simili d'una soluzione d'una parte in 1312 d'acqua (1 grano in 3 once) furono ora provate su tre foglie; una goccia fu applicata a quattro glandule sulla stessa foglia. Sulla prima foglia, tre tentacoli s'incurvarono leggermente in 6 minuti e si ri-tesero dopo 8 ore e 45 minuti. Sulla seconda, due tentacoli divennero subincurvati in 12 minuti: essi rimasero così per 8 ore e 30 minuti, ma il mattino seguente erano completamente ri-tesi. In quest'ultimo caso ogni glandula avrebbe ricevuto soltanto $^1/_{115200}$ (o milligrammi 0,000563) di grano. Finalmente goccie simili d'una soluzione d'una parte in 1750 d'acqua (1 grano in 4 oncie) furono provate su cinque foglie; una goccia fu applicata a quattro glandule sulla stessa foglia. I tentacoli su tre di queste foglie non furono menomamente attaccati; sulla quarta foglia due s'incurvarono; mentre sulla quinta che per caso era assai sensitiva, tutti i quattro tentacoli s'incurvarono notevolmente

Digitized by Google

in 6 ore e 15 minuti; ma solamente uno restò incurvato dopo 24 ore. Io concluderei però che in questo caso una goccia grande oltre l'usato aderisse alla testa dello spillo. Ognuna di queste glandule avrebbe ricevuto pochissimo più di $^1/_{153600}$ di grano (o mill. 0,000423); ma questa piccola quantità bastò a produrre inflessione. Dobbiamo tener a mente che queste goccie erano applicate alla secrezione viscida per un tempo da 10 a 15 secondi soltanto, ed abbiamo buona ragione di credere che tutto il fosfato nella soluzione non venisse diffuso ed assorbito in questo tempo. Abbiamo veduto nelle stesse circostanze che l'assorbimento, fatto da una glandula, di $^1/_{19200}$ di grano di carbonato o di $^1/_{57600}$ di grano di nitrato non fece incurvare il tentacolo che portava la glandula in questione; sicchè qui di nuovo il fosfato è molto più potente degli altri due sali.

Passeremo ora ai 106 esperimenti con foglie immerse. Avendo accertato con ripetute prove che soluzioni di forza moderata erano altamente efficaci, cominciai con sedici foglie, ognuna messa in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 43,750 d'acqua (1 grano in 100 once); sicchè ciascuna ricevette $^1/_{1600}$ di grano, o milligrammi 0,04058. Di queste foglie undici ebbero incurvati quasi tutti od un gran numero dei loro tentacoli in un'ora, e la duodecima foglia li ebbe in 3 ore. Una delle undici ebbe incurvato strettamente ogni singolo tentacolo in 50 minuti. Due foglie delle sedici furono attaccate moderatamente soltanto, tuttavia più di alcuna di quelle immerse simultaneamente nell'acqua; e le due rimanenti, che erano foglie pallide, furono proprio appena attaccate. Delle sedici foglie rispettive nell'acqua, nel corso di 5 ore una ebbe incurvati nove tentacoli, un'altra sei, e due altre, due. Sicchè in apparenza il contrasto fra le due partite era estremamente grande.

Diciotto foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione di una parte in 87,500 d'acqua (1 grano in 200 once), sicchè ciascuna ricevette $^1/_{3200}$ di grano (milligram. 0,0202). Quattordici di esse vennero fortemente piegate entro 2 ore e qualcuna di esse fra 15 minuti; tre delle diciotto vennero soltanto leggermente attaccate, avendo incurvati ventuno, diciannove e dodici tentacoli; ed una non subì alcuna influenza di sorta. Per un accidente, non furono immerse contemporaneamente nell'acqua che quindici foglie in luogo di diciotto; queste vennero osservate per 24 ore; una ebbe incurvati sei dei suoi tentacoli esterni, un'altra quattro ed una terza due; il resto non fu punto attaccato.

Il seguente esperimento fu provato in circostanze favorevolissime, poichè il giorno (8 luglio) era caldissimo e mi toccò d'avere delle foglie straordinariamente belle. Ne furono immerse cinque come prima in una soluzione d'una parte in 131,250 d'acqua (1 grano in 300 once), sicchè ognuna ricevette $^1/_{4800}$ di grano, o milligrammi 0,0135. Dopo un'immersione di 25 minuti tutte le cinque foglie erano molto incurvate. Dopo un'ora e 25 minuti una foglia avea incurvati tutti i tentacoli, tranne otto; la seconda tutti, eccetto tre; la terza tutti, fuorchè cinque; la quarta tutti, all'infuori di ventitre; la quinta, d'altra parte, non ne ebbe mai incurvati più di ventiquattro. Delle cinque foglie corrispondenti nell'acqua, una ne aveva incurvati sette; una seconda, due; una terza, dieci; una quarta, uno, ed una quinta, veruno. Si osservi qual contrasto si presenta fra queste ultime foglie e quelle nella soluzione. Contai le glandule sulla seconda foglia nella soluzione, ed il numero era 217; presumendo che i tre tentacoli, che non s'incurvarono, non avessero assorbito nulla, troviamo che ciascuno dei 214 tentacoli rimanenti non avrebbe assorbito che $^1/_{1027200}$ di grano, o milligrammi 0,0000631. La terza foglia portava 236 glandule, e sottraendo le cinque, che non s'incurvarono, ognuna delle 231 glandule rimanenti non avrebbe assorbito che $^1/_{1108800}$ di grano (o milligrammi 0,0000584), e questa quantità bastò a far piegare i tentacoli.

Digitized by Google

Dodici foglie furono provate come prima in una soluzione d'una parte in 175,000 d'acqua (1 grano in 400 once), sicchè ogni foglia ricevette $^1/_{8400}$ di grano (milligrammi 0,0101). Le mie piante non erano allora in buono stato e molte foglie erano giovani e pallide. Nulladimeno, due di esse ebbero strettamente incurvate in meno di un'ora tutti i loro tentacoli, tranne tre o quattro. Sette vennero considerabilmente attaccate, qualcuna entro un'ora, ed altre non prima che fossero scorse 3 ore, 4 ore e 30 minuti ed 8 ore; e quest'azione lenta può essere attribuita all'esser le foglie giovani e pallide. Di queste nove foglie, quattro ebbero incurvate le loro lamine bene, ed una quinta le ebbe leggermente. Le tre foglie rimanenti non furono attaccate. Riguardo alle dodici foglie rispettive nell'acqua, non una ebbe incurvata la sua lamina; dopo un tempo da 1 a 2 ore, una aveva incurvati tredici de' suoi tentacoli esterni; una seconda, sei, ed altre quattro, uno o due. Dopo 8 ore i tentacoli esterni non s'incurvarono di più; mentre ciò avveniva colle foglie nella soluzione. Registro nelle mie note che dopo le 8 ore era impossibile confrontare le due partite, e dubitare per un istante del potere della soluzione.

Due delle suddette foglie nella soluzione ebbero incurvati entro un'ora tutti i loro tentacoli, tranne tre o quattro. Contai le loro glandule, e, dietro lo stesso principio di prima, ogni glandula sopra una foglia non avrebbe assorbito che $^1/_{1164800}$ e sopra l'altra foglia $^1/_{1472000}$ di grano di fosfato.

Venti foglie vennero immerse nella solita maniera, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 218,750 d'acqua (1 grano in 500 once). Furono provate tante foglie perchè io era allora sotto la falsa impressione, che era incredibile che alcuna soluzione più debole potesse produrre effetto. Ogni foglia ricevette $^1/_{3000}$ di grano, o milligram. 0,0081. Le prime otto foglie che provai tanto nella soluzione che nell'acqua, erano o giovani e pallide o troppo vecchie; ed il tempo non era caldo. Esse furono proprio appena attaccate; tuttavia sarebbe ingiusto escluderle. Aspettai allora fino a che ebbi otto paia di belle foglie ed il tempo fu favorevole; la temperatura della stanza dove le foglie erano immerse variava da 75° a 81° (23°,8 a 27°,2 cent.). In un'altra prova con quattro paia (comprese nelle suddette venti paia), la temperatura nella mia stanza era piuttosto bassa, circa 60° (15°,5 cent.); ma le piante erano state tenute per parecchi giorni in una serra caldissima e così rese estremamente sensitive. Si presero precauzioni speciali per questo corso di esperimenti; un chimico pesò per me un grano in una bilancia eccellente, e l'acqua fresca, datami dal prof. Frankland, fu accuratamente misurata. Le foglie furono scelte da un gran numero di piante nel modo seguente: le quattro più belle furono immerse nell'acqua e le quattro più belle successive nella soluzione e così via finchè le venti paia furono compiute. I campioni nell'acqua vennero così un po' favoriti, ma non subirono più incurvamento che nei casi precedenti, in confronto di quelli nella soluzione.

Delle venti foglie nella soluzione, undici s'incurvarono entro 40 minuti; otto di esse decisamente e tre piuttosto incertamente; ma le ultime ebbero incurvati almeno venti dei loro tentacoli esterni. In causa della debolezza della soluzione, l'inflessione avvenne, tranne nel n. 1, molto più lentamente che nelle prove antecedenti. La condizione delle undici foglie, che s'incurvarono considerevolmente, sarà ora riferita ad intervalli stabiliti, sempre calcolando dal tempo dell'immersione:

1) Dopo 8 minuti soltanto, un gran numero di tentacoli incurvati, e dopo 17 minuti tutti, tranne quindici; dopo 2 ore tutti, tranne otto incurvati o decisamente subincurvati. Dopo 4 ore i tentacoli cominciarono a ri-tendersi; una ri-tensione sì pronta è insolita; dopo 7 ore e 30 minuti erano ri-tesi quasi completamente.

2) Dopo 39 minuti un gran numero di tentacoli incurvati; dopo 2 ore e 18 minuti tutti incurvati, meno venticinque; dopo 4 ore e 17 minuti tutti incurvati, meno sedici. La foglia rimase in questo stato per molte ore.

Digitized by Google

3) Dopo 12 minuti un grado considerevole d'inflessione; dopo 4 ore tutti i tentacoli incurvati, meno quelli dei due ordini esterni, e la foglia rimase in questo stato per qualche tempo; dopo 23 ore cominciò a ri-tendersi.

4) Dopo 40 minuti molta inflessione; dopo 4 ore e 13 minuti metà completa dei tentacoli incurvata; dopo 23 ore ancora leggermente incurvata.

5) Dopo 40 minuti grande incurvamento; dopo 4 ore e 22 minuti metà completa dei tentacoli incurvata; dopo 23 ore ancora leggermente incurvata.

6) Dopo 40 minuti un po' d'inflessione; dopo 2 ore e 18 minuti, circa 28 tentacoli esterni incurvati; dopo 5 ore e 20 minuti circa un terzo dei tentacoli incurvato; dopo 8 ore molto ri-teso.

7) Dopo 20 minuti qualche po' d'inflessione; dopo 2 ore un numero considerevole di tentacoli incurvato; dopo 7 ore e 45 minuti cominciarono a ri-tendersi.

8) Dopo 38 minuti ventotto tentacoli incurvati; dopo 3 ore e 45 minuti trentatre incurvati con la maggior parte dei tentacoli submarginali subincurvati; continuarono così per due giorni, e poi si ri-tesero parzialmente.

9) Dopo 38 minuti quarantadue tentacoli incurvati; dopo 3 ore e 12 minuti sessantasei incurvati o subincurvati; dopo 6 ore e 40 minuti tutti, meno ventiquattro, incurvati o subincurvati; dopo 9 ore e 40 minuti tutti, meno diciassette, incurvati; dopo 24 ore tutti, meno quattro, incurvati o subincurvati, alcuni soltanto essendo incurvati strettamente; dopo 27 ore e 40 minuti la lamina s'incurvò. La foglia rimase in questo stato per due giorni, e poi cominciò e ri-tendersi.

10) Dopo 38 minuti ventun tentacoli incurvati; dopo 3 ore e 12 minuti quarantasei tentacoli incurvati o subincurvati; dopo 6 ore e 40 minuti tutti, meno diciassette, incurvati, benchè nessuno strettamente; dopo 24 ore ogni tentacolo curvato leggermente verso l'interno; dopo 27 ore e 40 minuti la lamina fortemente piegata, e così restò per 2 giorni, e poi tentacoli e lamina si ri-tesero molto adagio.

11) Questa bella foglia d'un rosso oscuro e piuttosto vecchia, quantunque non molto grande, portava un numero straordinario di tentacoli (cioè 252), e si comportò in una maniera anomala. Dopo 6 ore e 40 minuti solo i tentacoli corti intorno alla parte esterna del disco erano incurvati, formando un cerchio, come sì spesso avviene in 8 sino a 24 ore con foglie tanto nell'acqua che nelle soluzioni più deboli. Ma dopo 9 ore e 40 minuti tutti i tentacoli esterni, tranne venticinque, erano incurvati; come lo era la lamina in modo assai pronunciato. Dopo 24 ore ogni tentacolo, tranne uno, era strettamente incurvato, e la lamina era completamente addoppiata. Così rimase la foglia per due giorni, quando cominciò a ri-tendersi. Posso aggiungere che le tre ultime foglie (n. 9, 10 ed 11) erano ancora alcun poco incurvate dopo 3 giorni. I tentacoli solamente in poche di queste undici foglie divennero *strettamente* incurvati entro un tempo così breve come negli esperimenti precedenti con soluzioni più forti.

Passeremo ora alle venti foglie rispettive nell'acqua. Nove non ebbero alcuno dei loro tentacoli esterni incurvati; altre nove n'ebbero incurvati da uno a tre, e questi si ri-tesero dopo 8 ore. Le due foglie rimanenti furono attaccate moderatamente, poichè una ebbe incurvati sei tentacoli in 34 minuti, l'altra ventitre incurvati in 2 ore e 12 minuti; ed ambedue restarono così per 24 ore. Nessuna di queste foglie ebbe incurvata la sua lamina. Sicchè il contrasto fra le venti foglie nell'acqua e le venti nella soluzione era molto grande, tanto entro la prima ora come dopo che erano trascorse da 8 a 12 ore.

Delle foglie nella soluzione, le glandule sulla foglia n. 1, che in due ore ebbe tutti i suoi tentacoli, meno otto, incurvati, furono contate e trovate essere 202. Sottraendo le otto, ogni glandula avrebbe ricevuto solamente $^1/_{155000}$ di grano (milligrammi 0,0000411) di fosfato. La foglia n. 9 aveva 213 tentacoli, i quali tutti, ad eccezione di quattro, erano incurvati dopo 24 ore, ma nessuno strettamente;

Digitized by Google

la lamina fu pure incurvata; ogni glandula non avrebbe ricevuto che $^1/_{1672000}$ di grano, o milligrammi 0,0000387. Finalmente, la foglia n. 11 che aveva dopo 24 ore strettamente incurvati tutti i suoi tentacoli, tranne uno, come pure la lamina, portava il numero inusitatamente grande di 252 tentacoli; e sullo stesso principio di prima, ogni glandula avrebbe assorbito soltanto $^1/_{2008000}$ di grano, o milligrammi 0,0000322.

Rispetto agli esperimenti seguenti, devo premettere che le foglie, tanto quelle poste nelle soluzioni che nell'acqua, furono prese da piante che erano state tenute in una serra caldissima durante l'inverno. Esse vennero rese così estremamente sensitive, come fu mostrato dall'esser esse eccitate dall'acqua molto più che negli esperimenti precedenti. Prima di riferire le mie osservazioni, sarà bene ricordare al lettore che, giudicando da trentuna bella foglia, il numero medio dei tentacoli è 192, e che quelli di fuori od esterni, i cui movimenti sono soli significanti, stanno ai corti sul disco nella proporzione di circa sedici a nove.

Quattro foglie furono immerse come prima, ciascuna in trenta minimi d'una parte in 328,125 d'acqua (1 grano in 750 once). Ogni foglia ricevette così $^1/_{12000}$ di grano (milligrammi 0,0054) del sale; e tutte e quattro s'incurvarono moltissimo.

1) Dopo un'ora tutti i tentacoli esterni, tranne uno, incurvati, e la lamina pure moltissimo; dopo 7 ore cominciarono a ri-tendersi.

2) Dopo un'ora tutti i tentacoli esterni, tranne otto, incurvati; dopo 12 ore tutti ri-tesi.

3) Dopo un'ora molta inflessione; dopo 2 ore e 30 minuti tutti i tentacoli, tranne trentasei, incurvati; dopo 6 ore tutti, tranne ventidue, incurvati; dopo 12 ore in parte ri-tesi.

4) Dopo un'ora tutti i tentacoli, tranne trentadue, incurvati; dopo 2 ore e 30 minuti tutti, tranne ventuno, incurvati; dopo 6 ore quasi ri-tesi.

Delle quattro foglie rispettive nell'acqua:

1) Dopo un'ora quarantacinque tentacoli incurvati; ma dopo 7 ore se n'erano ri-tesi tanti che non ne restavano molto incurvati che dieci.

2) Dopo un'ora sette tentacoli incurvati; questi erano quasi ri-tesi in 6 ore.

3 e 4) Non attaccati, tranne che, come d'ordinario, dopo 11 ore i tentacoli corti sugli orli del disco formavano un cerchio.

Non può esservi perciò alcun dubbio sull'efficacia della suddetta soluzione, e ne segue come prima che ogni glandula del n. 1 non avrebbe assorbito che $^1/_{2112000}$ di grano (milligram. 0,0000268), ed ognuna del n. 2 $^1/_{2460000}$ di grano (milligrammi 0,0000263) di fosfato.

Sette foglie furono immerse, ognuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 437,500 d'acqua (1 grano in 1000 once). Ogni foglia ricevette così $^1/_{16000}$ di grano (milligr. 0,00405). Il giorno era caldo, e le foglie erano bellissime, sicchè tutte le circostanze erano favorevoli.

1) Dopo 30 minuti tutti i tentacoli esterni, tranne cinque, incurvati, e la maggior parte di essi strettamente; dopo un'ora la lamina leggermente incurvata; dopo 9 ore e 30 minuti i tentacoli cominciarono a ri-tendersi.

2) Dopo 33 minuti tutti i tentacoli esterni, tranne venticinque, incurvati; e la lamina pure leggermente; dopo un'ora e 30 minuti la lamina fortemente incurvata, e così restò per 24 ore; ma alcuni dei tentacoli s'erano allora ri-tesi.

3) Dopo un'ora tutti i tentacoli, tranne dodici, incurvati; dopo 2 ore e 30 minuti tutti incurvati, tranne nove; ed i tentacoli incurvati tutti, tranne quattro, strettamente; lamina leggermente incurvata. Dopo 8 ore la lamina interamente addoppiata, ed ora tutti i tentacoli incurvati strettamente, tranne otto. La foglia rimase in questo stato per due giorni.

Digitized by Google

4) Dopo 2 ore e 20 minuti soltanto cinquantanove tentacoli incurvati; ma dopo 5 ore tutti i tentacoli incurvati strettamente, tranne due, che non vennero attaccati, ed undici che erano solo subincurvati; dopo 7 ore la lamina considerevolmente incurvata; dopo 12 ore molta ri-tensione.

5) Dopo 4 ore tutti i tentacoli incurvati, meno quattordici; dopo 9 ore e 30 minuti cominciarono a ri-tendersi.

6) Dopo un'ora trentasei tentacoli incurvati; dopo 5 ore tutti, tranne cinquantaquattro, incurvati; dopo 12 ore ri-tensione considerevole.

7) Dopo 4 ore e 30 minuti solamente trentacinque tentacoli incurvati o subincurvati, e questa piccola quantità non aumentò mai.

Vediamo ora alle sette foglie rispettive nell'acqua:

1) Dopo 4 ore trentotto tentacoli incurvati; ma dopo 7 ore questi, tranne sei, ri-tesi.

2) Dopo 4 ore e 20 minuti venti incurvati; questi dopo 9 ore parzialmente ri-tesi.

3) Dopo 4 ore cinque incurvati, che cominciarono a ri-tendersi dopo 7 ore.

4) Dopo 24 ore uno incurvato.

5, 6 e 7) Punto attaccate, benchè osservate per 24 ore, tranne i corti tentacoli sugli orli del disco, che, come ordinariamente, formavano un cerchio.

Un confronto delle foglie nella soluzione, specialmente delle prime cinque od anche sei della lista, con quelle nell'acqua, dopo un'ora o dopo 4 ore ed in grado ancor più marcato dopo 7 od 8 ore, non lascierebbe il minimo dubbio che la soluzione avea prodotto un grande effetto. Ciò fu mostrato non solo dal numero immensamente maggiore di tentacoli incurvati, ma dal grado o dalla strettezza del loro incurvamento, e da quello delle loro lamine. Tuttavia ogni glandula sulla foglia n. 1 (che portava 255 glandule, le quali tutte, meno cinque, furono incurvate in 30 minuti) non avrebbe ricevuto più di un quattromilionesimo di grano (milligrammi 0,0000162) del sale. Così pure ogni glandula sulla foglia n. 3 (che portava 233 glandule, le quali tutte, meno nove, furono incurvate in 2 ore e 30 minuti) non avrebbe ricevuto tutt'al più che $^1/_{5584000}$ di grano o milligrammi 0,0000181.

Quattro foglie furono immerse come prima in una soluzione d'una parte in 656,250 d'acqua (1 grano in 1500 once); ma in questa occasione scelsi accidentalmente foglie che erano pochissimo sensitive, come in altre occasioni mi toccò di scegliere foglie straordinariamente sensitive. Dopo 12 ore le foglie non erano più attaccate delle quattro rispettive nell'acqua; ma dopo 24 ore erano leggermente più incurvate. Questa prova, però, non è assolutamente degna di fede.

Dodici foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 1,312,500 d'acqua (1 grano in 3000 once); sicchè ogni foglia ricevette $^1/_{18000}$ di grano (milligrammi 0,00135). Le foglie non erano in condizione molto buona; quattro di esse erano troppo vecchie e d'un colore rosso oscuro; quattro erano troppo pallide, tuttavia una di queste ultime agì bene; le altre quattro, per quanto si poteva giudicare dall'occhio, sembravano in condizione eccellente. Il risultato fu il seguente:

1) Questa era una foglia pallida; dopo 40 minuti, circa trentotto tentacoli incurvati; dopo 3 ore e 30 minuti la lamina e molti dei tentacoli esterni incurvati; dopo 10 ore e 15 minuti tutti i tentacoli, meno diciassette, incurvati, e la lamina interamente addoppiata; dopo 24 ore tutti i tentacoli, meno dieci, più o meno incurvati. La maggior parte d'essi erano incurvati strettamente, ma venticinque furono solo subincurvati.

2) Dopo un'ora e 40 minuti venticinque tentacoli incurvati; dopo 6 ore tutti

Digitized by Google

incurvati, meno ventuno; dopo 10 ore tutti, tranne sedici, più o meno incurvati; dopo 24 ore ri-tesi.

3) Dopo un'ora e 40 minuti trentacinque incurvati; dopo 6 ore « un gran numero » (per citare la mia propria annotazione) incurvati, ma per difetto di tempo non vennero contati; dopo 24 ore ri-tesi.

4) Dopo un'ora e 40 minuti, circa trenta incurvati; dopo 6 ore « un gran numero tutto intorno alla foglia » incurvati; ma non furono contati; dopo 10 ore cominciarono a ri-tendersi.

5 a 12) Questi non furono più incurvati di quanto lo sono spesso foglie nell'acqua, avendo rispettivamente incurvati 16, 8, 10, 8, 4, 9, 14 e 0 tentacoli. Due di queste foglie pertanto, furono rimarchevoli per aver le loro lamine leggermente incurvate dopo 6 ore.

Quanto alle dodici foglie rispettive immerse nell'acqua:

1) Aveva dopo un'ora e 35 minuti cinquanta tentacoli incurvati, ma dopo 11 ore, soltanto ventidue restarono così, e questi formavano un gruppo, colla lamina leggermente piegata in questo punto. Sembrava come se la foglia fosse stata eccitata in qualche maniera accidentale, per esempio da una particella di materia animale che fosse disciolta dall'acqua. 2) Dopo un'ora e 45 minuti trentadue tentacoli incurvati; ma dopo 5 ore e 30 minuti soltanto venticinque incurvati, e questi dopo 10 ore tutti ri-tesi; 3) dopo un'ora venticinque incurvati, i quali dopo 10 ore e 20 minuti erano tutti ri-tesi; 4) e 5) dopo un'ora e 35 minuti sei e sette tentacoli incurvati, che si ri-tesero dopo 11 ore; 6), 7) ed 8) da uno a tre incurvati, che presto si ri-tesero; 9), 10), 11) e 12) nessun tentacolo incurvato, benchè osservato per 24 ore.

Confrontando lo stato delle dodici foglie nell'acqua con quelle nella soluzione, non vi potè essere alcun dubbio che nelle ultime era incurvato un maggior numero di tentacoli, e questi in grado anche maggiore; ma l'evidenza non era per nessun conto sì chiara come negli esperimenti precedenti con soluzioni più forti. Merita attenzione il fatto che l'inflessione di quattro delle foglie nella soluzione andò aumentando durante le prime 6 ore, e per alcuna di esse per un tempo più lungo; mentre nell'acqua l'inflessione delle tre foglie che furono maggiormente attaccate, come pure di tutte le altre, cominciò a decrescere durante questo intervallo stesso È anche notevole che le lamine di tre delle foglie nella soluzione furono leggermente incurvate, e questo avviene raramente al massimo grado con foglie nell'acqua, benchè abbia avuto luogo leggermente in una (n. 1), che sembrava essere stata eccitata in qualche maniera accidentale. Tutto ciò mostra che la soluzione produsse qualche effetto, benchè minore ed in modo assai più lento dei casi precedenti. Il piccolo effetto prodotto può però attribuirsi in gran parte dall'essere stata la maggioranza delle foglie in condizione povera.

Delle foglie nella soluzione, il n. 1 portava 200 glandule e ricevette $^1/_{48000}$ di grano del sale. Sottraendo i diciassette tentacoli che non s'incurvarono, ogni glandula non avrebbe assorbito che $^1/_{3784000}$ di grano (milligrammi 0,00000738). Questa quantità fece grandemente piegare il tentacolo che portava ogni glandula. Anche la lamina fu incurvata.

Finalmente, otto foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte di fosfato in 21,875,000 d'acqua (1 grano in 5000 once). Ogni foglia ricevette così $^1/_{8000}$ di grano del sale, o mill. 0,00081. Presi cura speciale di scegliere dalla stufa le più belle foglie per l'immersione, tanto nella soluzione che nell'acqua, e quasi tutte si mostrarono estremamente sensitive. Cominciando come prima da quelle nella soluzione:

1) Dopo 2 ore e 30 minuti tutti i tentacoli, tranne ventidue, incurvati, ma qualcuno subincurvato soltanto; la lamina molto piegata; dopo 6 ore e 30 minuti

Digitized by Google

tutti, meno tredici, incurvati, colla lamina incurvata immensamente, e restarono così per 48 ore.

2) Nessun mutamento per le prime 12 ore, ma dopo 24 ore tutti i tentacoli incurvati, tranne quelli dell'ordine estremo, di cui undici soltanto erano curvati. La inflessione continuò ad aumentare, e dopo 48 ore tutti i tentacoli, meno tre, erano incurvati, e la maggior parte di essi piuttosto strettamente, essendo subincurvati quattro o cinque soltanto.

3) Nessun cambiamento per le prime 12 ore; ma dopo 24 ore tutti i tentacoli, meno quelli dell'ordine estremo, erano subincurvati, colla lamina piegata. Dopo 36 ore la lamina fortemente incurvata, con tutti i tentacoli, tranne tre, incurvati o subincurvati. Dopo 48 ore nello stesso stato.

4 ad 8) Queste foglie, dopo 2 ore e 30 minuti, avevano rispettivamente incurvati 32, 17, 7, 4 e 0 tentacoli, la più parte dei quali si ri-tesero dopo alcune ore, ad eccezione del n. 4, che mantenne i suoi trentadue tentacoli incurvati per 48 ore.

Ora quanto alle otto foglie rispettive immerse nell'acqua:

1) Dopo 2 ore e 40 minuti questa aveva incurvati venti de' suoi tentacoli esterni, di cui cinque si ri-tesero dopo 6 ore e 30 minuti. Dopo 10 ore e 15 minuti avvenne una circostanza massimamente straordinaria, cioè l'intera lamina si curvò leggermente verso il gambo, e così restò per 48 ore. Anche i tentacoli esterni, tranne quelli dei tre o quattro ordini estremi, erano ora piegati in grado straordinario.

2 ad 8) Queste foglie, dopo 2 ore e 40 minuti, avevano rispettivamente incurvati 42, 12, 9, 8, 2, 1 e 0 tentacoli, che si ri-tesero tutti entro 24 ore, e la più parte di essi entro un tempo molto più breve.

Quando le due partite di otto foglie nella soluzione e nell'acqua furono confrontate dopo trascorse 24 ore, esse differivano indubbiamente molto nell'aspetto. I pochi tentacoli sulle foglie nell'acqua, che s'erano incurvati, s'erano dopo questo intervallo ri-tesi, ad eccezione d'una foglia; e questa presentava il caso molto insolito dell'esser la lamina alquanto incurvata, benchè in grado che appena s'avvicinava a quello delle due foglie nella soluzione. Di queste ultime foglie, n. 1 avea incurvati quasi tutti i suoi tentacoli, insieme alla sua lamina, dopo un'immersione di 2 ore e 30 minuti. Le foglie n. 2 e 3 furono attaccate in grado molto più lento; ma dopo da 24 a 48 ore quasi tutti i loro tentacoli erano strettamente incurvati, e la lamina di una era interamente addoppiata. Dobbiamo perciò ammettere, per quanto incredibile possa dapprima apparire il fatto, che questa soluzione estremamente debole agiva sulle foglie più sensitive, ognuna delle quali non ricevette che $^1/_{80000}$ di grano (milligrammi 0,00081) di fosfato. Ora, la foglia n. 3 portava 178 tentacoli, e, sottraendo i tre che non s'incurvarono, ogni glandula avrebbe soltanto assorbito $^1/_{14000000}$ di grano, o milligrammi 0,00000463. La foglia n. 1 che subì forte influenza entro 2 ore e 30 minuti, ed ebbe tutti i suoi tentacoli esterni, tranne tredici, incurvati entro 6 ore e 30 minuti, portava 260 tentacoli, e sullo stesso principio di prima, ogni glandula avrebbe assorbito solamente $^1/_{19760000}$ di grano, o milligrammi 0,00000328; e questa quantità eccessivamente minuta bastò a far piegare assai tutti i tentacoli che portavano queste glandule. Anche la lamina fu incurvata.

Sommario dei risultati con fosfato d'ammoniaca. — Le glandule del disco, quando sono eccitate da una goccia di mezzo minimo (milligrammi 0,0296), contenente $^1/_{3840}$ di grano (milligrammi 0,0169) di questo sale, trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni, facendoli curvare verso l'interno. Una goccia minuta, contenente $^1/_{153600}$ di grano (milligrammi 0,000423), se è tenuta per alcuni secondi

Digitized by Google

in contatto con una glandula, fa piegare il tentacolo che porta questa glandula. Se una foglia è lasciata immersa per alcune ore, e talvolta per un tempo più breve, in una soluzione sì debole che ogni glandula possa assorbirne soltanto $^1/_{19760000}$ di grano (milligrammi 0,00000328), ciò è bastante ad eccitare il tentacolo al movimento, sicchè s'incurva strettamente, come fa talvolta anche la lamina. Nel sommario generale di questo capitolo saranno aggiunte alcune osservazioni, dimostranti che l'efficacia di tali dosi estremamente minute non è così incredibile come dovrebbe dapprima sembrare.

Solfato d'ammoniaca. — Le poche prove fatte con questo ed i seguenti cinque sali d'ammoniaca furono intraprese puramente per accertare se essi producevano inflessione. Mezzi minimi di una soluzione d'una parte di solfato d'ammoniaca in 437 d'acqua furono posti sui dischi di sette foglie, sicchè ciascuna ricevette $^1/_{960}$ di grano, o milligrammi 0,0675. Dopo un'ora i tentacoli di cinque di esse, come pure la lamina di una, erano fortemente incurvati. Le foglie non vennero dipoi osservate.

Nitrato d'ammoniaca. — Mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 di acqua furono messi sui dischi di sei foglie. In un'ora i corti tentacoli esterni intorno ai dischi erano un po' incurvati, colle glandule dei dischi annerite. Dopo 3 ore e 25 minuti una foglia aveva incurvata la sua lamina, ma non uno dei tentacoli esterni. Tutte le sei foglie rimasero quasi nello stesso stato durante il giorno, mentre però i tentacoli submarginali divennero più incurvati. Dopo 23 ore tre delle foglie avevano le loro lamine alquanto incurvate; ed i tentacoli submarginali di tutte erano considerabilmente incurvati, ma in nessuna erano attaccati i due, tre, o quattro ordini esterni. Ho raramente veduto casi simili a questo, tranne che per l'azione d'una decozione di fieno. Le glandule sui dischi delle suddette foglie, invece d'essere quasi nere, come dopo la prima ora, erano adesso dopo 23 ore pallidissime. Provai dipoi su quattro foglie dei mezzi minimi d'una soluzione più debole, d'una parte in 1312 d'acqua (1 grano in 3 once); sicchè ognuna ricevette $^1/_{2880}$ di grano (milligram. 0,0225). Dopo 2 ore e 18 minuti le glandule sul disco erano di un colore molto oscuro; dopo 24 ore due delle foglie erano leggermente attaccate; le altre due non lo erano punto.

Acetato d'ammoniaca. — Mezzi minimi d'una soluzione di *circa* una parte in 109 d'acqua furono posti sui dischi di due foglie, ambedue le quali subirono l'influenza in 5 ore e 30 minuti, e dopo 23 ore avevano ogni singolo tentacolo strettamente incurvato.

Ossalato d'ammoniaca. — Mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 218 di acqua furono posti su due foglie, che dopo 7 ore divennero incurvate moderatamente, dopo 23 ore fortemente. Altre due foglie furono provate con una soluzione più debole di una parte in 437 d'acqua; una era fortemente incurvata in 7 ore; l'altra non prima che fossero trascorse 30 ore.

Tartrato d'ammoniaca. — Mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua furono posti sui dischi di cinque foglie. In 31 minuti v'era una traccia d'inflessione nei tentacoli esterni di alcuna delle foglie, e essa divenne più decisa dopo un'ora in tutte le foglie; ma i tentacoli non si curvarono mai strettamente. Dopo 8 ore e 30 minuti essi cominciarono a ri-tendersi. Il mattino seguente, dopo 23 ore, erano tutti completamente ri-tesi, tranne uno che era ancora leggermente incurvato. La brevità del periodo d'inflessione in questo caso e nel seguente è rimarchevole.

Digitized by Google

Cloruro d'ammonio. — Sui dischi di sei foglie si posero dei mezzi minimi di una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Un grado deciso d'inflessione nei tentacoli esterni e submarginali fu percettibile in 25 minuti; ed essa aumentò durante le tre o quattro prossime ore, ma non divenne mai fortemente marcata. Dopo 8 ore e 30 minuti soltanto i tentacoli cominciarono a ri-tendersi, ed il mattino seguente, dopo 24 ore, erano interamente ri-tesi su quattro delle foglie, ma ancora leggermente incurvati su due.

Sommario generale ed osservazioni conclusionali sui sali d'ammoniaca. — Ora abbiamo veduto che i nove sali d'ammoniaca che furono provati, causano tutti l'inflessione dei tentacoli, e spesso della lamina della foglia. Da quanto può esser stabilito dalle prove eseguite cogli ultimi sei sali, il citrato è il meno potente, ed il fosfato certamente di gran lunga il più potente. Il tartrato e il cloruro sono rimarchevoli per la breve durata della loro azione. L'efficacia relativa del carbonato, nitrato e fosfato è mostrata nella tavola seguente dalla quantità più piccola che basta a cagionare l'inflessione dei tentacoli.

SOLUZIONI modo onde furono applicate	CARBONATO d'ammoniaca	NITRATO d'ammoniaca	FOSFATO d'ammoniaca
Poste sulle glandule del disco, in modo da agire indirettamente sui tentacoli esterni.	$^1/_{9600}$ di grano o milligr. 0,0675	$^1/_{2400}$ di grano o milligr. 0,027	$^1/_{3840}$ di grano o milligr. 0,0169
Applicate per alcuni secondi direttamente alla glandula d'un tentacolo esterno.	$^1/_{14400}$ di grano o milligr. 0,00445	$^1/_{28800}$ di grano o milligr. 0,0025	$^1/_{153600}$ di grano o mill. 0,000423
Foglia immersa, accordando ad ogni glandula tempo sufficiente per assorbire quanto più può.	$^1/_{268800}$ di grano o milligr. 0,00024	$^1/_{691200}$ di grano o mill. 0,0000937	$^1/_{19760000}$ di grano o mill. 0,00000328
Quantità assorbita da una glandula, che basti a cagionare l'aggregazione del protoplasma nelle cellule vicine dei tentacoli.	$^1/_{134400}$ di grano o milligr. 0,00048		

Dagli esperimenti provati in questi tre differenti modi, vediamo che il carbonato, che contiene 23,7 per cento di nitrogeno, è meno efficace del nitrato che ne contiene il 35 per cento. Il fosfato contiene meno nitrogeno dell'uno e dell'altro di questi sali, cioè, solo 21,2 per cento, e tuttavia è assai più efficace; il suo potere dipende senza dubbio appunto tanto dal fosforo che dal nitrogeno che contiene. Possiamo dedurre che la cosa è così dal modo energico con cui pezzi d'osso e fosfato di calce attaccano le foglie. L'inflessione eccitata dagli altri sali d'ammo-

Digitized by Google

niaca è dovuta probabilmente soltanto al loro nitrogeno, — sullo stesso principio che fluidi organici nitrogenati agiscono potentemente, mentre fluidi organici non nitrogenati sono impotenti. Poichè dosi sì minute dei sali d'ammoniaca attaccano le foglie, possiamo esser quasi sicuri che la Drosera assorbe e profitta della quantità, benchè piccola, che trovasi nell'acqua pluviale, nella stessa maniera onde altre piante assorbono questi sali stessi colle loro radici.

La piccolezza delle dosi di nitrato, e più specialmente di fosfato d'ammoniaca, le quali fanno incurvare i tentacoli di foglie immerse, è forse il fatto più notevole registrato in questo volume. Quando vediamo che molto meno del milionesimo (1) di grano di fosfato, assorbito da una glandula di uno dei tentacoli esterni, lo fa piegare, si può credere che si siano trascurati gli effetti della soluzione sulle glandule del disco; vale a dire, la trasmissione d'un impulso motore da esse ai tentacoli esterni. Senza dubbio i movimenti degli ultimi sono così aiutati; ma l'aiuto così prestato dev'essere insignificante; giacchè sappiamo che una goccia contenente non più di $^1/_{3840}$ di grano posta sul disco è appunto soltanto in caso di far piegare i tentacoli esterni d'una foglia altamente sensitiva. È certamente un fatto molto sorprendente che $^1/_{19760000}$ di grano, o, in cifra rotonda, un ventimilionesimo di grano (milligrammi 0,0000033) di fosfato, debba eccitare invero alcuna pianta, o alcun animale; e contenendo questo sale 35,33 per cento d'acqua di cristallizzazione, gli elementi efficaci sono ridotti ad $^1/_{30555126}$ di grano, o, in cifra rotonda, ad un trenta milionesimo di grano (milligrammi 0,00000216). Inoltre, in questi esperimenti la soluzione venne diluita nella proporzione d'una parte del sale in 2,187,500 d'acqua, od un grano in 5000 once. Il lettore si figurerà forse meglio questo grado di diluizione, ricordando che 5000 once sarebbero più che sufficienti ad empire un barile di 31 galloni (litri 140,74), e che a questo gran volume d'acqua fosse aggiunto un grano di sale, e fosse versata sopra una foglia solamente mezza dramma, o trenta minimi della soluzione. Tuttavia questa quantità basterebbe a cagionare l'inflessione di quasi ogni tentacolo, e spesso della lamina della foglia.

Conosco bene che questo rapporto apparirà dapprima incredibile quasi ad ognuno. La Drosera è lungi dall'emulare la facoltà dello spettroscopio, ma essa può scoprire, come mostrano i movimenti delle sue foglie, una quantità assai minore di fosfato d'ammoniaca di quanto possa scoprire d'alcuna sostanza il chimico più pratico (2). I miei risultati furono per lungo tempo incredibili anche a me stesso,

(1) È appena possibile immaginare ciò che significa un milione. La miglior illustrazione ch'io abbia trovato è quella data dal sig. Croll, che dice: « Prendete una striscia stretta di carta, lunga 23 piedi e 4 pollici, e distendetela lungo il muro d'una gran sala; poi segnate ad una estremità il decimo d'un pollice. Questo decimo rappresenterà un centinaio, e l'intera striscia un milione ».

(2) Quando le mie prime osservazioni sul nitrato d'ammoniaca furono fatte, quattordici anni fa, non erano state scoperte le forze dello spettroscopio, ed io provava tutto il maggior interesse pelle facoltà allora senza rivali della Drosera. Ora lo spettroscopio ha interamente battuto la Drosera; giacchè secondo Bunsen e Kirchhoff può con esso scoprirsi probabilmente meno di $^1/_{200000000}$ di grano di sodio

Digitized by Google

ed io ansiosamente cercavo ogni fonte d'errore. Il sale fu pesato in alcuni casi per me da un chimico in una bilancia eccellente, e l'acqua fresca fu misurata molte volte con cura. Le osservazioni vennero ripetute durante parecchi anni. Due dei miei figli, che erano increduli quanto me, confrontarono diverse partite di foglie immerse simultaneamente nelle soluzioni più deboli ed in acqua, e dichiararono che non vi potrebbe esser dubbio circa alla differenza nel loro aspetto. Spero che qualcuno sia da qui innanzi indotto a ripetere i miei esperimenti; in tal caso dovrebbe scegliere foglie giovani e vigorose, colle glandule circondate da copiosa secrezione. Le foglie dovrebbero essere mozzate accuratamente e delicatamente poste in vetri d'orologio, ed una quantità misurata di soluzione e d'acqua dovrebbe venir versata su ciascuna. L'acqua adoperata deve essere, per quanto è possibile farlo, assolutamente pura. Si deve specialmente osservare che gli esperimenti colle soluzioni più deboli vengano provati dopo parecchi giorni di tempo molto caldo. Quelli colle più deboli soluzioni dovrebbero venir fatti su piante che siano state tenute per un tempo considerevole in una serra calda, o in una stufa fresca; ma ciò non è necessario per nessun conto per prove con soluzioni di forza moderata.

Prego il lettore di considerare che la sensitività od irritabilità dei tentacoli fu determinata con tre metodi differenti — indirettamente con goccie poste sul disco, direttamente con goccie applicate alle glandule dei tentacoli esterni, e coll'immersione di foglie intere; e si trovò con questi tre metodi che il nitrato era più potente del carbonato, ed il fosfato molto più potente del nitrato; questo risultato riuscendo concepibile per la differenza nella quantità di nitrogeno nei primi due sali, e per la presenza del fosforo nel terzo. Può aiutare la fede del lettore l'eseguire gli esperimenti con una soluzione d'un grano di fosfato in 1000 once d'acqua, e troverà là una prova decisiva che un quattromilionesimo di grano basta a cagionare la inflessione d'un singolo tentacolo. Nulla v'è perciò di molto improbabile nell'azione del quinto di questo peso, od un ventimilionesimo di grano, sul tentacolo d'una foglia altamente sensitiva. Inoltre due delle foglie nella soluzione d'un grano in 3000 once, e tre delle foglie nella soluzione d'un grano in 5000 once furono attaccate, non solo molto più delle foglie provate contemporaneamente in acqua, ma incomparabilmente più di cinque foglie qualunque che possano venir trascelte fra le 173 da me osservate in epoche differenti nell'acqua.

Nulla v'è di rimarchevole nel semplice fatto che un ventimilionesimo di grano di fosfato, disciolto in circa due milioni di volte il suo peso d'acqua, venga assorbito da una glandula. Tutti i fisiologi ammettono che le radici delle piante assorbono i sali d'ammoniaca ad essi apportati dalla pioggia; e quattordici galloni di

(vedi BALFOURT STEWART, *Trattato sul calore*, 2ª ediz., 1871, p. 228). Quanto alle prove chimiche ordinarie, raccolgo dall'opera del dott. ALFRED TAYLOR sui *Veleni* che si può scoprire circa $^1/_{4000}$ di grano d'arsenico, $^1/_{1400}$ di grano d'acido prussico, $^1/_{1400}$ di iodio, ed $^1/_{2000}$ di tartrato d'antimonio; ma la forza di scoprire dipende molto dal non essere le soluzioni sotto prova estremamente deboli.

Digitized by Google

acqua pluviale contengono (1) un grano d'ammoniaca, quindi soltanto un po' più che due volte quella contenuta nelle più deboli soluzioni da me impiegate. Il fatto che appare veramente maraviglioso è, che un ventimilionesimo di grano di fosfato d'ammoniaca (che ha in sè meno d'un trentamilionesimo di materia efficace), quando viene assorbito da una glandula, debba produrre in essa dell'alterazione, che fa sì che un impulso motore sia trasmesso giù per l'intera lunghezza del tentacolo, facendo piegare la parte basale, spesso per un angolo di oltre 180 gradi.

Per quanto sorprendente questo risultato, non v'è alcuna buona ragione, perchè noi dobbiamo rigettarlo come incredibile. Il prof. Donders d'Utrecht m'informa che, da esperimenti fatti altre volte da lui e dal dott. De Ruyter, egli dedusse che meno d'un milionesimo di grano di solfato d'atropina, in uno stato estremamente diluito, se viene applicato direttamente all'iride d'un cane, paralizza i muscoli di quest'organo. Ma, infatti, ogni volta che noi sentiamo un odore, abbiamo una prova che particelle infinitamente più piccole agiscono sui nostri nervi. Quando un cane sta sottovento d'un cervo od altro animale per un quarto di miglio, e sente la sua presenza, le particelle odorose producono qualche mutamento nei nervi olfattori; pure queste particelle devono essere infinitamente minori (2) di quelle di fosfato d'ammoniaca, che pesano un ventimilionesimo di grano. Questi nervi trasmettono allora qualche influenza al cervello del cane, che da parte sua induce all'azione. Nella Drosera, il fatto realmente maraviglioso è, che una pianta senza alcun sistema nervoso specificato, debba venir attaccata da particelle sì minute; ma non abbiamo ragioni da presumere che altri tessuti non possano esser resi sì squisitamente sensibili alle impressioni del di fuori, se ciò fosse benefico all'organismo, come lo è il sistema nervoso pegli animali superiori.

(1) MILLER, *Elementi di chimica*, parte II, p. 107, 3ª ediz., 1864.

(2) Mio figlio Giorgio Darwin, ha calcolato per me il diametro d'una sfera di fosfato d'ammoniaca (gravità specifica 1,678), del peso d'un ventimilionesimo di grano e lo trova essere $^1/_{1644}$ di pollice. Ora, il dott. Klein m'informa che i più piccoli Micrococchi, che si discernono distintamente sotto una forza d'800 diametri, sono stimati essere da 0,0002 a 0,0005 di millimetro, — cioè, da $^1/_{50800}$ ad $^1/_{127000}$ di pollice — di diametro. Perciò, un oggetto fra $^1/_{31}$ ed $^1/_{77}$ della grandezza d'una sfera di fosfato d'ammoniaca del peso suddetto può esser veduto sotto una lente forte; e nessuno suppone che particelle odorose, quali quelle emesse dal cervo nella suddetta illustrazione, possano esser vedute sotto alcuna forza del microscopio.

Digitized by Google

CAPITOLO VIII.

EFFETTI DI VARI SALI ED ACIDI SULLE FOGLIE

Sali di sodio, potassio, ed altri sali alcalini, terrestri e metallici. — Sommario sull'azione di questi sali. — Vari acidi. — Sommario sulla loro azione.

Avendo trovato che i sali d'ammoniaca erano sì potenti, fui indotto ad investigare l'azione d'alcuni altri sali. Sarà conveniente dapprima di dare una lista delle sostanze provate (la quale comprende quarantanove sali e due acidi metallici), divise in due colonne, che mostrano quelli che cagionano inflessione, e quelli che non lo fanno, o soltanto incertamente. I miei esperimenti furono fatti ponendo goccie di mezzo minimo sui dischi delle foglie, o, più comunemente, immergendole nelle soluzioni e talvolta con ambedue i metodi. Un sommario dei risultati con alcune osservazioni conclusionali, sarà dato dipoi. Si descriverà poscia l'azione di vari acidi.

Sali che cagionano inflessione.	Sali che non cagionano inflessione.
(*Ordinati in gruppi secondo la classificazione chimica nel* Dizionario di chimica di WATTS).	
Carbonato di sodio, inflessione rapida.	Carbonato di potassio, lentamente velenoso.
Nitrato di sodio, inflessione rapida.	Nitrato di potassio, alquanto velenoso.
Solfato di sodio, inflessione moderatamente rapida.	Solfato di potassio.
Fosfato di sodio, inflessione molto rapida.	Fosfato di potassio.
Citrato di sodio, inflessione rapida.	Citrato di potassio.
Ossalato di sodio, inflessione rapida.	
Cloruro di sodio, inflessione moderatamente rapida.	Cloruro di potassio.
Ioduro di sodio, inflessione piuttosto lenta.	Ioduro di potassio, grado d'inflessione leggiero ed incerto.
Bromuro di sodio, inflessione moderatamente rapida.	Bromuro di potassio.
Ossalato di potassio, inflessione lenta ed incerta.	
Nitrato di litio, inflessione moderatamente rapida.	Acetato di litio.
Cloruro di cesio, inflessione piuttosto lenta.	Cloruro di rubidio.
Nitrato d'argento, inflessione rapida; veleno lesto.	
Cloruro di cadmio, inflessione lenta.	Acetato di calcio.
Percloruro di mercurio, inflessione rapida; veleno lesto.	Nitrato di calcio.

Digitized by Google

Sali che cagionano inflessione.	Sali che non cagionano inflessione.
(*Ordinati in gruppi secondo la classificazione chimica del* Dizionario di chimica di WATTS).	
	Acetato di magnesio.
	Nitrato di magnesio.
	Cloruro di magnesio.
	Solfato di magnesio.
	Acetato di bario.
	Nitrato di bario.
	Acetato di stronzio.
	Nitrato di stronzio.
	Cloruro di zinco.
Cloruro d'alluminio, inflessione lenta e incerta.	Nitrato d'alluminio, una traccia d'inflessione.
Cloruro d'oro, inflessione rapida; veleno lesto.	Solfato d'alluminio e potassio.
Cloruro di stagno, inflessione lenta; velenoso.	Cloruro di piombo.
Tartrato d'antimonio, inflessione lenta; probabilmente velenoso.	
Acido arsenioso, inflessione rapida; velenoso.	
Cloruro di ferro, inflessione lenta; probabilmente velenoso.	Cloruro di manganese.
Acido cromico, inflessione rapida; altamente velenoso.	
Cloruro di rame, inflessione piuttosto lenta; velenoso.	Cloruro di cobalto.
Cloruro di nickel, inflessione rapida; probabilmente velenoso.	
Cloruro di platino, inflessione rapida; velenoso.	

Sodio (*carbonato di*) (puro, datomi dal prof. Hoffmann). — Sui dischi di dodici foglie furono posti dei mezzi minimi (milligrammi 0,01296) d'una soluzione di una parte in 218 d'acqua (2 grani in un'oncia). Sette di esse s'incurvarono bene, tre ebbero incurvati solamente due o tre dei loro tentacoli esterni, e le altre due restarono affatto intatte. Ma la dose, benchè soltanto $^1/_{480}$ di grano (milligrammi 0,135), era evidentemente troppo forte, giacchè tre delle sette foglie bene incurvate furono uccise. D'altronde una delle sette, che aveva incurvati soltanto alcuni tentacoli, si ri-tese e sembrava del tutto sana dopo 48 ore. Adoperando una soluzione più debole (cioè una parte in 437 d'acqua, od un grano in un'oncia), si diedero a 6 foglie dosi di $^1/_{960}$ di grano (milligr 0,0675). Alcune di esse vennero attaccate in 37 minuti, ed in 8 ore erano considerevolmente incurvati i tentacoli esterni di tutte, nonchè le lamine di due. Dopo 23 ore e 15 minuti i tentacoli s'erano quasi ri-tesi, ma le lamine delle due erano ancora in modo del tutto percettibile curvate verso l'interno. Dopo 48 ore tutte le sei foglie s'erano completamente ri-tese, ed apparivano perfettamente sane.

S'immersero tre foglie, ognuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua (un grano in 2 once), sicchè ciascuna ricevette $^1/_{34}$ di grano (milligrammi 2,02); dopo 40 minuti le tre foglie erano molto attaccate, e dopo 6 ore e 45 minuti i tentacoli di tutte e la lamina di una erano strettamente incurvati.

Sodio (*nitrato di*) (puro). — Sui dischi di cinque foglie si posero dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua, contenente $^1/_{960}$ di grano (milligrammi 0,0675). Dopo un'ora e 25 minuti erano alquanto incurvati i tentacoli di quasi tutte e la lamina di una. L'inflessione continuò ad aumentare, ed in 21 ore e 15 minuti erano attaccati in alto grado i tentacoli e le lamine di quattro d'esse,

Digitized by Google

ed in grado leggiero la lamina della quinta. Dopo altre 24 ore le quattro foglie restavano ancora strettamente incurvate, mentre la quinta cominciava a distendersi. Quattro giorni dopo che la soluzione era stata applicata, due foglie s'erano ri-tese interamente, ed una parzialmente; mentre le altre due restavano incurvate strettamente ed apparivano danneggiate.

Tre foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua; in un'ora v'era grande inflessione, e dopo 8 ore e 15 minuti erano incurvati con la massima forza ogni tentacolo e le lamine di tutte e tre.

Sodio (*solfato di*). — Si posero sui dischi di sei foglie dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 5 ore e 30 minuti erano incurvati considerabilmente i tentacoli di tre di esse (colla lamina d'una), e leggermente quelli delle altre tre. Dopo 21 ore l'inflessione era un poco scemata, ed in 45 ore le foglie erano completamente distese, apparendo del tutto sane.

Tre foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte di solfato in 875 d'acqua; dopo un'ora e 50 minuti v'era un po'd'inflessione, che aumentò tanto che in 8 ore e 10 minuti erano strettamente incurvati tutti i tentacoli e le lamine di tutte e tre le foglie.

Sodio (*fosfato di*). — Si posero sui dischi di sei foglie dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. La soluzione agì con istraordinaria rapidità, giacchè in 8 minuti i tentacoli esterni su parecchie delle foglie erano molto incurvati. Dopo 6 ore i tentacoli di tutte e sei le foglie, e le lamine di due erano strettamente incurvati. Questo stato di cose continuò per 24 ore, eccetto che la lamina d'una terza foglia divenne incurvata. Dopo 48 ore tutte le foglie si ri-tesero. È chiaro che $^1/_{960}$ di grano di fosfato di soda ha gran forza nel cagionare inflessione.

Sodio (*citrato di*). — Dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 di acqua furon posti sui dischi di sei foglie, ma queste non vennero osservate, finchè non furono scorse 22 ore. Furono allora trovati incurvati i tentacoli submarginali di cinque di esse, e le lamine di quattro; ma gli ordini esterni dei tentacoli non vennero attaccati. Una foglia, che appariva più vecchia delle altre, fu pochissimo attaccata in ogni maniera. Dopo 46 ore quattro delle foglie, comprese le loro lamine, erano quasi ri-tese. Tre foglie vennero anche immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte di citrato in 875 d'acqua; esse subirono grande influenza in 25 minuti; e dopo 6 ore e 35 minuti erano incurvati quasi tutti i tentacoli, compresi quelli degli ordini esterni, ma non le lamine.

Sodio (*ossalato di*). — Si posero dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua sui dischi di sette foglie; dopo 5 ore e 30 minuti erano molto incurvati i tentacoli di tutte, e le lamine della maggior parte di esse. In 22 ore, oltre all'inflessione dei tentacoli, erano tanto addoppiate le lamine di tutte le sette foglie che le loro cime e le loro basi quasi si toccavano. Io non vidi in nessun'altra occasione le lamine sì fortemente incurvate. Tre foglie vennero anche immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua; dopo 30 minuti v'era molta inflessione, e dopo 6 ore e 35 minuti le lamine di due ed i tentacoli di tutte erano strettamente incurvati.

Sodio (*cloruro di*) (il migliore sale da cucina). — Furono messi dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 218 d'acqua sui dischi di quattro foglie. Due evidentemente non vennero attaccate affatto in 48 ore; la terza ebbe i suoi tentacoli leggermente incurvati, mentre la quarta ebbe incurvati in 24 ore quasi tutti i suoi tentacoli, e questi non cominciarono a ri-tendersi fino al quarto giorno, ed il settimo giorno non erano ancora distesi perfettamente. Suppongo che questa foglia fosse danneggiata dal sale. Dei mezzi minimi d'una soluzione più debole, d'una parte in 437 d'acqua, furono allora lasciati cadere sui dischi di sei foglie, sicchè ognuna ricevette $^1/_{960}$ di grano. In un'ora e 33 minuti v'era leggiera

Digitized by Google

inflessione, e dopo 5 ore e 30 minuti i tentacoli di tutte e sei le foglie erano ricurvati considerevolmente, ma non strettamente. Dopo 23 ore e 15 minuti s'erano tutte ri-tese completamente, e non apparivano menomamente danneggiàte.

Tre foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua, sicchè ciascuna ricevette $^1/_{32}$ di grano, o milligrammi 2,02. Dopo un'ora v'era molto incurvamento; dopo 8 ore e 30 minuti erano strettamente incurvati tutti i tentacoli e le lamine di tutte e tre. Anche altre quattro foglie furono immerse nella soluzione, ricevendo ciascuna la stessa quantità di sale di prima, cioè $^1/_{32}$ di grano. Esse divennero tosto tutte incurvate; dopo 48 ore cominciarono a ri-tendersi ed apparivano affatto illese, benchè la soluzione fosse sufficientemente di gusto salino forte.

Sodio (*ioduro di*). — Sui dischi di sei foglie si porsero dei mezzi minimi di una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 24 ore quattro di esse avevano incurvate le loro lamine e molti tentacoli. Le altre due non aveano incurvati che i loro tentacoli submarginali; gli esterni nella maggior parte delle foglie non erano che poco attaccati. Dopo 46 ore le foglie s'erano quasi ri-tese. Tre foglie vennero anche immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua. Dopo 6 ore e 30 minuti erano strettamente incurvati quasi tutti i tentacoli, e la lamina d'una foglia.

Sodio (*bromuro di*). — Sopra sei foglie furono posti dei mezzi minimi d'una-soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 7 ore v'era un po' d'inflessione; dopo 22 ore tre delle foglie avevano le loro lamine e la maggior parte dei loro tentacoli incurvate; assai leggermente era attaccata la quarta foglia, e proprio appena lo erano la quinta e la sesta. Tre foglie vennero anche immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua; dopo 40 minuti vi era un po' d'incurvamento; dopo 4 ore erano incurvati i tentacoli di tutte e tre le foglie e le lamine di due. Queste foglie furono messe allora nell'acqua, e dopo 17 ore e 30 minuti due di esse erano ri-tese quasi completamente e la terza parzialmente; sicchè evidentemente non erano danneggiate.

Potassio (*carbonato di*) (puro). — Su sei foglie furono messi dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. In 24 ore non fu prodotto nessun effetto; ma dopo 48 ore alcune delle foglie aveano considerabilmente incurvati i loro tentacoli, ed una lamina. Questo però sembrò il risultato dell'esser esse danneggiate, giacchè il terzo giorno, dopo che la soluzione era stata data, tre delle foglie erano morte, ed una era molto malaticcia; le altre due si riebbero ma con parecchi dei loro tentacoli evidentemente ingiuriati, e questi restarono permanentemente piegati. È evidente che $^1/_{960}$ di questo sale agisce come un veleno. Tre foglie furono anche immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione di una parte in 875 d'acqua, benchè per nove ore soltanto; e, assai diversamente da quanto avviene coi sali di soda, non ne seguì incurvamento di sorta.

Potassio (*nitrato di*). — Si posero dei mezzi minimi d'una forte soluzione, d'una parte in 109 d'acqua (4 grani in un'oncia), sui dischi di quattro foglie; due furono molto danneggiate, ma non ebbe luogo incurvamento. Otto foglie vennero trattate nella stessa maniera, con gocce d'una soluzione più debole, d'una parte in 218 d'acqua. Dopo 50 ore non v'era nessun incurvamento, ma due delle foglie sembravano danneggiate. Cinque di queste foglie furono successivamente provate con goccie di latte ed una soluzione di gelatina sui loro dischi, e se ne curvò una solamente; sicchè la soluzione di nitrato della forza suddetta, agendo per 50 ore, aveva evidentemente danneggiate o paralizzate le foglie. Sei foglie vennero allora trattate allo stesso modo con una soluzione ancor più debole, di una parte in 437 d'acqua, e queste dopo 48 ore non erano attaccate in nessuna guisa, ad eccezione forse di un'unica foglia. Tre foglie furono

Digitized by Google

poscia immerse per 25 ore, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua, e ciò non produsse nessun effetto evidente. Furono messe allora in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua; le glandule vennero immediatamente annerite, e dopo un'ora v'era un po' d'inflessione ed il contenuto protoplasmico delle cellule diveniva chiaramente aggregato. Ciò mostra che le foglie non erano state molto danneggiate dalla loro immersione per 25 ore nel nitrato.

Potassio (*solfato di*). — Sui dischi di sei foglie vennero posti dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 20 ore e 30 minuti non era prodotto nessun effetto; dopo altre 24 ore tre restavano interamente intatte; due parevano danneggiate, e la sesta sembrava quasi morta coi suoi tentacoli incurvati. Tuttavia dopo altri due giorni tutte le sei foglie si riebbero. L'immersione di tre foglie per 24 ore, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione di una parte in 875 d'acqua, non produsse alcun effetto evidente. Esse vennero indi trattate colla stessa soluzione di carbonato d'ammoniaca, collo stesso risultato come nel caso del nitrato di potassa.

Potassio (*fosfato di*). — Furono posti dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua sui dischi di sei foglie, che vennero osservate durante tre giorni; ma non fu prodotto nessun effetto. Il disseccamento parziale del fluido sul disco tirò leggermente insieme i tentacoli di questo, come spesso avviene in esperimenti di questa specie. Il terzo giorno le foglie apparivano affatto sane.

Potassio (*citrato di*). — Dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua, lasciati sui dischi di sei foglie per tre giorni, e l'immersione di tre foglie per 9 ore, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua, non produssero il minimo effetto.

Potassio (*ossalato di*). — Si posero dei mezzi minimi in differenti occasioni sui dischi di diciassette foglie; ed i risultati mi resero e mi rendono ancora molto perplesso. L'inflessione sopravvenne assai lentamente. Dopo 24 ore quattro delle diciassette foglie erano bene incurvate, insieme alle lamine di due; sei erano attaccate leggermente, e sette non l'erano punto. Tre foglie d'una partita vennero osservate per cinque giorni, e tutte morirono; ma in un'altra partita di sei, tutte, tranne una, avevano aspetto molto sano dopo quattro giorni. Tre foglie furono immerse durante 9 ore, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua, e non vennero menomamente attaccate; ma dovrebbero essere state osservate per un tempo più lungo.

Potassio (*cloruro di*). — Nè mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua, lasciati sui dischi di sei foglie per tre giorni, nè l'immersione di tre foglie durante 25 ore, in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 di acqua, produssero il minimo effetto. Le foglie immerse vennero poi trattate con carbonato d'ammoniaca, com'è descritto sotto nitrato di potassa, e col risultato medesimo.

Potassio (*ioduro di*). — Dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua furono posti sui dischi di sette foglie. In 30 minuti una foglia aveva incurvata la lamina; dopo alcune ore tre foglie avevano la maggior parte dei loro tentacoli sottomarginali moderatamente incurvati; le altre tre vennero attaccate assai leggermente. Appena qualcuna di queste foglie ebbe incurvati i suoi tentacoli esterni. Dopo 21 ore si ri-tesero tutte, tranne due, che avevano ancora incurvati alcuni tentacoli submarginali. Tre foglie vennero immerse poscia per 8 ore e 40 minuti, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua, e non furono attaccate minimamente. Io non so qual conclusione trarre da questa prova contrastante; ma è chiaro che il ioduro di potassio non produce generalmente alcun effetto marcato.

Digitized by Google

Potassio (*bromuro di*). — Furono posti dei mezzi minimi d'una soluzione di una parte in 437 d'acqua sui dischi di sei foglie; dopo 22 ore una aveva la sua lamina e molti tentacoli incurvati, ma io sospetto che un insetto si possa essersi posato su essa e poi essere fuggito; le altre cinque foglie non furono in nessuna guisa attaccate. Provai tre di queste foglie con pezzi di carne, e dopo 24 ore divennero incurvate splendidamente. Tre foglie vennero pure immerse per 21 ore in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 875 d'acqua; ma non furono punto attaccate, tranne che le glandule avevano aspetto piuttosto pallido.

Litio (*acetato di*). — Quattro foglie vennero immerse insieme in un vaso contenente 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; sicchè ciascuna ricevette, se le foglie assorbirono ugualmente, $^1/_{16}$ di grano. Dopo 24 ore non v'era alcuna inflessione. Aggiunti poi, allo scopo di provare le foglie, della soluzione forte (cioè 1 grano in 20 once, od una parte in 8750 d'acqua) di fosfato d'ammoniaca, e tutte e quattro divennero strettamente incurvate in 30 minuti.

Litio (*nitrato di*). — Quattro foglie furono immerse, come nell'ultimo caso, in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo un'ora e 30 minuti tutte e quattro erano piegate un poco, ed assai dopo 24 ore. Diluii poi la soluzione con un po' d'acqua, ma restarono ancora incurvate un poco il terzo giorno.

Cesio (*cloruro di*). — Quattro foglie furono immerse, come sopra, in 12 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Dopo un'ora e 5 minuti le glandule erano oscurate; dopo 4 ore e 20 minuti v'era una traccia d'inflessione; dopo 6 ore e 40 minuti due foglie erano assai incurvate, ma non strettamente, e le altre due considerevolmente. Dopo 22 ore l'inflessione era estremamente grande, e due avevano incurvate le loro lamine. Trasportai dipoi le foglie nell'acqua, ed in 46 ore dalla loro prima immersione erano quasi ri-tese.

Rubidio (*cloruro di*). — Quattro foglie che furono immerse, come prima, in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua, non subirono influenza in 22 ore. Aggiunsi allora alquanto della soluzione forte (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca, ed in 30 minuti erano tutte incurvate immensamente.

Argento (*nitrato di*). — Tre foglie vennero immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; sicchè ciascuna ricevette, come prima $^1/_{16}$ di grano. Dopo 5 minuti inflessione leggiera, e dopo 11 minuti forte inflessione, mentre le glandule divennero eccessivamente nere; dopo 40 minuti tutti i tentacoli erano strettamente incurvati. Dopo 6 ore le foglie furono estratte dalla soluzione, lavate e poste nell'acqua; ma il mattino seguente erano evidentemente morte.

Calcio (*acetato di*). — Quattro foglie furono immerse in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 24 ore nessuno dei tentacoli era incurvato, tranne alcuni dove la lamina s'unisce al peziolo; e ciò può esser stato cagionato dall'assorbimento del sale per parte dell'estremità mozzata del peziolo. Aggiunsi poi alquanto della soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca, ma questo con mia sorpresa non eccitò che leggiero incurvamento, anche dopo 24 ore. Quindi apparirebbe che l'acetato avesse intorpidite le foglie.

Calcio (*nitrato di*). — Quattro foglie furono immerse in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua, ma in 24 ore non furono attaccate. Aggiunsi allora alquanto della soluzione di fosfato d'ammoniaca (1 grano in 20 once), ma ciò non cagionò che leggerissima inflessione dopo 24 ore. Una foglia fresca fu poscia messa in una soluzione mista delle forze suddette di nitrato di calcio e fosfato d'ammoniaca, e divenne strettamente incurvata in un tempo fra 5 e 10 minuti. Dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte di nitrato di calcio in

Digitized by Google

218 d'acqua furono lasciati cadere sui dischi di tre foglie, ma non produssero verun effetto.

Magnesio (*acetato, nitrato e cloruro di*). — Quattro foglie furono immerse in 120 minimi di soluzioni, d'una parte in 437 d'acqua, d'ognuno di questi tre sali; dopo 6 ore non v'era alcuna inflessione; ma dopo 22 ore una delle foglie nello acetato era piuttosto più incurvata di quanto avviene generalmente per l'immersione nell'acqua per questo tratto di tempo. Fu poi aggiunto alle tre soluzioni un poco della soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca. Le foglie nell'acetato misto al fosfato subirono qualche inflessione; e questa era dopo 24 ore bene pronunciata. Quelle nel nitrato misto erano decisamente incurvate in 4 ore e 30 minuti, ma il grado d'inflessione non aumentò molto dipoi; mentre le quattro foglie nel cloruro misto erano assai incurvate in alcuni minuti, e dopo 4 ore avevano incurvato strettamente quasi ogni tentacolo. Vediamo così che l'acetato ed il nitrato di magnesio danneggiano le foglie od almeno impediscono l'azione successiva del fosfato d'ammoniaca; mentre il cloruro non ha questa tendenza.

Magnesio (*solfato di*). — Si posero dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 218 d'acqua sui dischi di 10 foglie, e non produssero alcun effetto.

Bario (*acetato di*). — S'immersero quattro foglie in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua, e dopo 22 ore non v'era alcuna inflessione, ma le glandule erano annerite. Le foglie furono allora poste in una soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca, che non cagionò dopo 26 ore che un piccolo incurvamento in due delle foglie.

Bario (*nitrato di*). — Quattro delle foglie furono immerse in 120 minimi di una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; e dopo 22 ore non v'era più d'un leggiero grado d'incurvamento, quale spesso segue da un'immersione per questo tratto in acqua pura. Aggiunsi dipoi alquanto della stessa soluzione di fosfato d'ammoniaca, e dopo 30 minuti una foglia era molto incurvata, altre due lo erano moderatamente, e la quarta non l'era affatto. Le foglie restarono in questo stato per 24 ore.

Stronzio (*acetato di*). — Quattro foglie, immerse in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua, non furono attaccate in 22 ore. Vennero poscia poste in alquanto della stessa soluzione di fosfato d'ammoniaca, ed in 25 minuti due di esse erano assai incurvate; dopo 8 ore la terza foglia era considerevolmente incurvata, e la quarta presentava una traccia d'inflessione. Il mattino seguente erano nello stato medesimo.

Stronzio (*nitrato di*). — S'immersero cinque foglie in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 22 ore v'era qualche po' d'inflessione leggiera, ma non più di quanto avviene talvolta con foglie nell'acqua. Vennero indi messe nella stessa soluzione di fosfato d'ammoniaca; dopo 8 ore tre di esse erano moderatamente incurvate, come lo erano tutte e cinque dopo 24 ore; ma veruna era strettamente incurvata. Appare che il nitrato di stronzio rende le foglie mezzo torpide.

Cadmio (*cloruro di*). — S'immersero tre foglie in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 5 ore e 20 minuti avvenne incurvamento leggiero, che aumentò durante le tre ore seguenti. Dopo 24 ore tutte e tre le foglie avevano i loro tentacoli bene incurvati, e restarono così per altre 24 ore; glandule non annerite.

Mercurio (*percloruro di*). — Tre foglie furono immerse in novanta minimi di una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 22 minuti v'era qualche leggiero incurvamento, che in 48 ore divenne ben pronunciato; le glandule erano ora annerite. Dopo 5 ore e 35 minuti tutti i tentacoli strettamente incurvati; dopo 24

Digitized by Google

ore ancora incurvati e scolorati. Le foglie furono allora levate e lasciate per due giorni in acqua; ma esse non si ri-tesero mai, essendo evidentemente morte.

Zinco (*cloruro di*). — Tre foglie immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua non furono attaccate in 25 ore e 30 minuti.

Alluminio (*cloruro di*). — S'immersero quattro foglie in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 7 ore e 45 minuti nessun incurvamento; dopo 24 ore una foglia piegata piuttosto strettamente, la seconda moderatamente, la terza e quarta proprio appena. L'evidenza è dubbia, ma io credo si debba attribuire a questo sale della forza per cagionare lentamente l'inflessione. Queste foglie furono allora poste nella soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca, e dopo 8 ore e 30 minuti le tre foglie, che erano state soltanto poco attaccate dal cloruro, divennero piegate piuttosto strettamente.

Alluminio (*nitrato di*). — Quattro foglie vennero immerse in 120 minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 7 ore e 45 minuti v'era solamente una traccia d'inflessione; dopo 24 ore una foglia era incurvata moderatamente. La evidenza è qui dubbia di bel nuovo, come nel caso del cloruro d'alluminio. Le foglie vennero allora trasportate alla stessa soluzione, come prima, di fosfato d'ammoniaca; questo produsse appena qualche effetto in 7 ore e 30 minuti; ma dopo 25 ore una foglia era abbastanza strettamente incurvata, le altre tre assai leggermente, forse non più incurvate di quanto lo sono per mezzo dell'acqua.

Alluminio e Potassio (*solfato di*) (allume comune). — Sui dischi di nove foglie furono posti dei mezzi minimi d'una soluzione della solita forza, ma non produssero alcun effetto.

Oro (*cloruro di*). — Sette foglie furono immerse in tal quantità d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua che ciascuna ne ricevette 30 minimi, contenenti $^1/_{16}$ di grano, o milligrammi 4,048 di cloruro. In 8 minuti v'era un po' d'inflessione, che divenne estrema in 45 minuti. In 3 ore il fluido circostante divenne purpureo, e le glandule furono annerite. Dopo 6 ore le foglie furono trasportate all'acqua; il mattino seguente furono trovate scolorate ed evidentemente uccise. La secrezione decompone il cloruro assai prontamente; le glandule stesse divengono rivestite dello strato più fino d'oro metallico, e delle particelle galleggiano intorno sulla superficie del fluido circostante.

Piombo (*cloruro di*). — S'immersero tre foglie in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 23 ore non v'era traccia d'inflessione; le glandule non erano annerite, e le foglie non apparivano danneggiate. Allora vennero trasportate alla soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca, e dopo 24 ore due di esse erano incurvate alquanto, la terza pochissimo, e così restarono per altre 24 ore.

Stagno (*cloruro di*). — Quattro foglie furono immerse in 120 minimi d'una soluzione di circa una parte (non essendo tutto disciolto) in 437 d'acqua. Dopo 4 ore nessun effetto; dopo 6 ore e 30 minuti tutte e quattro le foglie avevano incurvati i loro tentacoli submarginali; dopo 22 ore ogni singolo tentacolo e le lamine erano incurvate strettamente. Il fluido circostante era ora d'una tinta rosea. Le foglie vennero lavate e trasportate all'acqua, ma il mattino seguente erano evidentemente morte. Questo cloruro è un veleno mortale, ma agisce lentamente.

Antimonio (*tartrato di*). — Tre foglie furono immerse in 90 minimi di una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 9 ore e 30 minuti v'era leggiera inflessione; dopo 24 ore due delle foglie erano incurvate strettamente, e la terza moderatamente; glandule non molto oscurate. Le foglie vennero lavate e messe nell'acqua, ma restarono nello stesso stato per altre 48 ore. Probabilmente il sale è velenoso, ma agisce lentamente.

Acido arsenioso. — Una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; tre foglie furono

Digitized by Google

immerse in novanta minimi; in 25 minuti inflessione considerevole; in un'ora grande inflessione; glandule non scolorite. Dopo 6 ore le foglie furono trasportate nell'acqua; il mattino seguente avevano aspetto fresco, ma dopo quattro giorni erano di color pallido, non s'erano ri-tese, ed erano evidentemente morte.

Ferro (*cloruro di*). — Tre foglie furono immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; in 8 ore nessun incurvamento; ma dopo 24 ore incurvamento considerevole; glandule annerite; fluido colorito in giallo, con parti fioccose d'ossido di ferro, che galleggiavano. Le foglie furono messe allora nell'acqua; dopo 48 ore esse si ri-tesero pochissimo, ma io credo fossero uccise; glandule eccessivamente nere.

Acido cromico. — Una parte in 437 d'acqua; tre foglie furono immerse in novanta minimi; in 30 minuti un po' d'inflessione, ed in un'ora inflessione considerevole; dopo 2 ore tutti i tentacoli strettamente incurvati, colle glandule scolorite. Poste nell'acqua, il giorno dopo foglie affatto scolorite ed evidentemente uccise.

Manganese (*cloruro di*). — Tre foglie immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 22 ore inflessione non maggiore di quella che spesso avviene in acqua; glandule non annerite. Le foglie furono allora poste nella solita soluzione di fosfato d'ammoniaca, ma non fu cagionato incurvamento neppur dopo 48 ore.

Rame (*cloruro di*). — Tre foglie immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 2 ore un po' d'incurvamento; dopo 3 ore e 45 minuti tentacoli piegati strettamente, colle glandule annerite. Dopo 22 ore ancora incurvati strettamente, e le foglie flaccide. Poste nell'acqua pura, il dì seguente evidentemente morte. Veleno rapido.

Nickel (*cloruro di*). — Tre foglie immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; in 25 minuti inflessione considerevole, ed in 3 ore tutti i tentacoli piegati strettamente. Dopo 22 ore ancora piegati strettamente; la maggior parte delle glandule, ma non tutte, annerite. Le foglie vennero indi poste nell'acqua; dopo 24 ore restavano piegate; erano alquanto scolorite, colle glandule ed i tentacoli d'un rosso bruno. Probabilmente uccise.

Cobalto (*cloruro di*). — Tre foglie immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; dopo 23 ore non v'era traccia d'incurvamento, e le glandule non erano più annerite di quanto avviene spesso dopo un'immersione per uguale durata nell'acqua.

Platino (*cloruro di*). — Tre foglie immerse in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; in 6 minuti un po' d'inflessione, che divenne immensa dopo 48 ore. Dopo 3 ore le glandule erano piuttosto pallide. Dopo 24 ore tutti i tentacoli ancora incurvati strettamente; glandule incolore; rimasero nello stesso stato per quattro giorni; foglie evidentemente uccise.

Osservazioni conclusionali sull'azione dei sali precedenti. — Dei cinquantun sali ed acidi metallici che furono provati, venticinque fecero piegare i tentacoli, e ventisei non ebbero tale effetto, mentre in ciascuna serie avvennero due casi piuttosto dubbiosi. Nella tavola posta in testa a questa disquisizione, i sali sono ordinati secondo le loro affinità chimiche; ma la loro azione sulla Drosera non sembra esser regolata in tal modo. La natura della base è assai più importante, per quanto si può giudicare dai pochi esperimenti qui dati, di quella dell'acido; e questa è la conclusione a cui i fisiologi sono giunti riguardo agli animali. Vediamo illustrato

Digitized by Google

questo fatto in tutti e nove i sali di soda che producono incurvamento, e nel non esser essi velenosi, se non quando vengono dati in dosi grandi; laddove sette dei sali corrispondenti di potassa non producono incurvamento, ed alcuni di essi sono velenosi. Due di essi tuttavia, cioè l'ossalato e l'ioduro di potassa, producono lentamente una quantità leggiera e piuttosto incerta d'inflessione. Questa differenza fra le due serie è interessante, poichè il dott. Burdon Sanderson mi fa sapere che i sali di sodio possono venir introdotti in dosi grandi nella circolazione dei mammiferi senza alcun effetto dannoso; mentre piccole dosi di sali di potassio causano la morte, arrestando improvvisamente i movimenti del cuore. Un esempio eccellente della differente azione delle due serie è offerto dal fosfato di soda, che cagiona rapidamente vigorosa inflessione, mentre il fosfato di potassa è quasi inefficace. La forza grande del primo è dovuta probabilmente alla presenza del fosforo, come nei casi di fosfato di calce e d'ammoniaca. Quindi si può dedurre che la Drosera non può ottenere fosforo dal fosfato di potassa. Ciò è rimarchevole, dacchè apprendo dal dott. Burdon Sanderson che il fosfato di potassa viene di certo decomposto entro i corpi degli animali. La maggior parte dei sali di soda agiscono rapidamente; il ioduro è il più lento nell'agire. L'ossalato, il nitrato ed il citrato sembrano avere un'inclinazione speciale a far incurvare la lamina della foglia. Le glandule del disco, dopo aver assorbito il citrato, trasmettono difficilmente alcun impulso motore ai tentacoli esterni; ed in questo carattere il citrato di soda rassomiglia al citrato di ammoniaca, o ad una decozione di foglie d'erba, poichè tutti e tre questi fluidi agiscono principalmente sulla lamina.

Sembra in opposizione alla regola dell'influenza preponderante della base che il nitrato di litio cagioni inflessione moderatamente rapida, mentre l'acetato non ne cagiona punto; ma questo metallo è strettamente analogo ed affine al sodio ed al potassio (1), che agiscono sì diversamente; perciò potevamo aspettarci che la sua azione sarebbe intermedia. Vediamo anche che il cesio produce inflessione ed il rubidio no; e questi due metalli sono affini al sodio ed al potassio. La maggior parte dei sali terrosi sono inattivi. Due sali di calcio, quattro di magnesio, due di bario e due di stronzio non produssero alcuna inflessione, e così seguono la regola della forza preponderante della base. Dei tre sali d'alluminio uno non agì, un secondo mostrò una traccia d'azione, ed il terzo agì lentamente e dubbiosamente, sicchè i lor effetti sono quasi simili.

Dei sali ed acidi di metalli ordinari se ne provarono diecisette, e solo quattro, cioè quelli di zinco, di piombo, di manganese e di cobalto non produssero inflessione. I sali di cadmio, stagno, antimonio e ferro agiscono lentamente; ed i tre ultimi sembrano più o meno velenosi. I sali d'argento, mercurio, oro, rame, nickel e platino, gli acidi cromico ed arsenioso producono grande incurvamento con

(1) MILLER, *Elementi di chimica*, 3ª ediz., pp. 337, 448.

Digitized by Google

rapidità estrema, e sono veleni mortali. È sorprendente, giudicando dagli animali, che il piombo ed il bario non debbano esser velenosi. La maggior parte dei sali velenosi rende nere le glandule, ma il cloruro di platino le fece assai pallide. Avrò occasione, nel prossimo capitolo, d'aggiungere alcune osservazioni sugli effetti differenti del fosfato d'ammoniaca sulle foglie immerse precedentemente in varie soluzioni.

ACIDI

Darò prima, come feci per i sali, una lista dei ventiquattro acidi che vennero provati, divisi in due serie, secondo che producono o no incurvamento. Dopo aver descritti gli esperimenti, s'aggiungeranno alcune osservazioni conclusionali.

Acidi, molto diluiti, che producono inflessione.

1. Nitrico, inflessione forte; velenoso.
2. Cloridrico, inflessione moderata e lenta; non velenoso.
3. Iodidrico, inflessione forte; velenoso.
4. Iodico, inflessione forte; velenoso.
5. Solforico, inflessione forte; alquanto velenoso.
6. Fosforico, inflessione forte; velenoso.
7. Borico, inflessione moderata e piuttosto lenta; non velenoso.
8. Formico, inflessione assai leggiera; non velenoso.
9. Acetico, inflessione forte e rapida; velenoso.
10. Propionico, inflessione forte ma non molto rapida; velenoso.
11. Oleico, inflessione rapida; molto velenoso.
12. Carbolico, inflessione molto lenta; velenoso.
13. Lattico, inflessione lenta e moderata; velenoso.
14. Ossalico, inflessione moderatamente rapida; molto velenoso.
15. Malico, inflessione lentissima, ma considerevole; non velenoso.
16. Benzoico, inflessione rapida; molto velenoso.
17. Succinico, inflessione moderatamente rapida; moderatamente velenoso.
18. Ippurico, inflessione piuttosto lenta; velenoso.
19. Cianidrico, inflessione piuttosto rapida; assai velenoso.

Acidi, diluiti allo stesso grado, che non producono inflessione.

1. Gallico; non velenoso.
2. Tannico; non velenoso.
3. Tartarico; non velenoso.
4. Citrico; non velenoso.
5. Urico; (?) non velenoso.

Acido nitrico. — Si posero quattro foglie, ciascuna in trenta minimi d'una parte di peso d'acido in 437 d'acqua, sicchè ciascuna ricevette $^1/_{16}$ di grano, o milligrammi 4,048. Fu scelta questa forza per questo esperimento e per la più

Digitized by Google

parte dei seguenti, essendo essa la medesima della maggior parte delle soluzioni saline precedenti. In 2 ore e 30 minuti alcune delle foglie erano incurvate considerabilmente, ed in 6 ore e 30 minuti lo erano tutte immensamente, come lo erano anche le loro lamine. Il fluido circostante era colorito leggermente di roseo, la qual cosa mostra sempre che le foglie sono state danneggiate. Esse furono poi lasciate in acqua per tre giorni; ma restarono incurvate ed erano evidentemente uccise. La più parte delle glandule erano divenute incolore. Due foglie vennero allora immerse, ognuna in trenta minimi d'una parte in 1000 d'acqua; in alcune ore v'era un po' d'inflessione, e dopo 24 ore ambedue le foglie avevano incurvati quasi tutti i loro tentacoli e le lamine; esse furono lasciate nell'acqua per tre giorni, ed una si ri-tese parzialmente e si riebbe. Due foglie furono poscia immerse, ognuna in trenta minimi d'una parte in 2000 di acqua; ciò produsse pochissimo effetto, tranne che la maggior parte dei tentacoli presso la sommità del peziolo venne incurvata, essendo stato assorbito l'acido dall'estremità mozzata.

Acido cloridrico. — Una parte in 437 d'acqua; quattro foglie furono immerse, come prima, ciascuna in trenta minimi. Dopo 6 ore una foglia soltanto era considerabilmente incurvata. Dopo 8 ore e 15 minuti una aveva bene incurvati i suoi tentacoli e la lamina; le altre tre erano incurvate moderatamente, e la lamina di una lo era leggermente. Il fluido circostante non era punto di tinta rosea. Dopo 25 ore tre di queste quattro foglie cominciarono a ri-tendersi, ma le loro glandule erano di color roseo invece di rosso; dopo altri due giorni si ri-tesero completamente; ma la quarta foglia restò incurvata, e sembrava molto danneggiata od uccisa, colle sue glandule bianche. Quattro foglie vennero poi trattate, ciascuna con trenta minimi d'una parte in 875 d'acqua; dopo 21 ore esse erano moderatamente incurvate; ed essendo state trasportate nell'acqua, si ri-tesero completamente in due giorni, e sembravano affatto sane.

Acido iodidrico. — Una parte in 437 d'acqua; tre foglie furono immerse, come prima, ognuna in trenta minimi. Dopo 45 minuti le glandule erano scolorite; ed il fluido circostante divenne roseo, ma non vi era inflessione alcuna. Dopo 5 ore tutti i tentacoli erano incurvati strettamente, ed un'immensa quantità di muco fu secreto, sicchè il fluido potè venir estratto in lunghi fili. Le foglie furono allora poste in acqua, ma non si ri-tesero mai, ed erano evidentemente uccise. Quattro foglie vennero poscia immerse in una parte in 875 d'acqua; l'azione fu ora più lenta, ma dopo 22 ore tutte e quattro le foglie erano incurvate strettamente, ed erano attaccate anche in altri riguardi, come fu sopra descritto. Queste foglie non si ri-tesero, benchè lasciate per quattro giorni nell'acqua. Quest'acido agisce molto più potentemente del cloridrico, ed è velenoso.

Acido iodico. — Una parte in 437 d'acqua; tre foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi: dopo 3 ore forte inflessione; dopo 4 ore glandule bruno-oscure; dopo 8 ore e 30 minuti inflessione stretta, e le foglie erano diventate flaccide; fluido circostante non di color roseo. Queste foglie furono indi poste nell'acqua, ed il giorno dopo erano evidentemente morte.

Acido solforico. — Una parte in 437 d'acqua; quattro foglie furono immerse, ognuna in trenta minimi; dopo 4 ore grande inflessione; dopo 6 ore fluido circostante appunto di tinta rosea; esse vennero poscia messe nell'acqua, e dopo 46 ore due di esse erano ancora incurvate strettamente, mentre due cominciavano a ri-tendersi; molte delle glandule incolore. Quest'acido non è sì velenoso come gli acidi iodidrico o iodico.

Acido fosforico. — Una parte in 437 d'acqua; tre foglie furono immerse insieme in novanta minimi; dopo 5 ore e 30 minuti un po' d'incurvamento, ed alcune glandule incolore; dopo 8 ore tutti i tentacoli strettamente incurvati, e molte

Digitized by Google

glandule incolore; fluido circostante, roseo. Lasciata nell'acqua per due giorni e mezzo, restò nello stato medesimo ed apparve morta.

Acido borico.— Una parte in 437 d'acqua; quattro foglie furono immerse insieme in 120 minimi; dopo 6 ore inflessione assai leggiera; dopo 8 ore e 15 minuti due erano incurvate considerevolmente, le altre due leggermente. Dopo 24 ore una foglia era incurvata piuttosto strettamente, la seconda meno strettamente, la terza e la quarta moderatamente. Le foglie furono lavate e poste in acqua; dopo 24 ore erano quasi completamente ri-tese ed avevano aspetto sano. Quest'acido concorda strettamente coll'acido idroclorico della stessa forza nella sua facoltà di produrre inflessione, e nel non essere velenoso.

Acido formico. — Quattro foglie vennero immerse insieme in 120 minimi d'una parte in 437 d'acqua; dopo 40 minuti inflessione leggiera, e dopo 6 ore e 30 minuti assai moderata; dopo 22 ore inflessione solamente un poco maggiore di quanto avviene spesso nell'acqua. Due delle foglie furono dipoi lavate e poste in una soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca; dopo 24 ore erano incurvate in modo considerevole, col contenuto delle loro cellule aggregato, mostrando che il fosfato aveva agito, benchè non in grado completo ed ordinario.

Acido acetico. — Quattro foglie furono immerse insieme in 120 minimi d'una parte in 437 d'acqua. In un'ora e 30 minuti erano molto incurvati i tentacoli di tutte e quattro e le lamine di due. Dopo 8 ore le foglie erano diventate flaccide, ma restavano ancora strettamente incurvate, ed il fluido circostante era di color roseo. Esse vennero poi lavate e messe in acqua; il mattino seguente erano ancora incurvate e d'un color roseo molto oscuro, ma colle loro glandule incolore. Dopo un altro giorno avevano una tinta torbida, ed erano evidentemente morte. Quest'acido è assai più potente del formico, ed è altamente velenoso. Si posero delle goccie di mezzo minimo d'una soluzione più forte (cioè una parte di acido in 320 d'acqua) sui dischi di cinque foglie; nessuno dei tentacoli esterni s'incurvò; s'incurvarono soltanto quelli sugli orli del disco che assorbiva effettivamente l'acido. Probabilmente la dose era troppo forte e paralizzava le foglie, poichè goccie d'una soluzione più debole cagionarono molta inflessione; tuttavia tutte le foglie morirono dopo due giorni.

Acido propionico. — Tre foglie furono immerse in novanta minimi d'una mistura d'una parte in 437 d'acqua; in un'ora e 50 minuti non vi fu inflessione; ma dopo 3 ore e 40 minuti una foglia era assai incurvata, e le altre due lo erano leggermente. L'inflessione continuò ad aumentare, in modo che in 8 ore tutte e tre le foglie erano strettamente incurvate. Il mattino seguente, dopo 20 ore, la più parte delle glandule erano assai pallide, ma alcune poche erano quasi nere. Non era stato secreto punto muco, ed il fluido circostante era soltanto appena percettibilmente tinto d'un roseo pallido. Dopo 46 ore le foglie divennero leggermente flaccide ed erano evidentemente uccise, come fu dipoi provato che la cosa era così tenendole nell'acqua. Il protoplasma nei tentacoli strettamente incurvati non era minimamente aggregato, ma verso le loro basi era raccolto in piccole masse brunastre nel fondo delle cellule. Questo protoplasma era morto, poichè avendo lasciata la foglia in una soluzione di carbonato d'ammoniaca, non ne seguì aggregazione di sorta. L'acido propionico è altamente velenoso per la Drosera, come il suo affine acido acetico, ma produce inflessione in modo assai più lento.

Acido oleico (datomi dal prof. Frankland). — Tre foglie furono immerse in questo acido; fu quasi immediatamente cagionata un po' d'inflessione, che aumentò leggermente, ma indi cessò, e le foglie apparvero uccise. La mattina seguente esse erano piuttosto raggrinzate, e molte glandule erano cadute dai

Digitized by Google

tentacoli. Si posero delle goccie di quest'acido sui dischi di quattro foglie; in 40 minuti tutti i tentacoli erano assai incurvati, tranne i marginali estremi, e molti di questi divennero incurvati dopo 3 ore. Fui indotto a provare questo acido dalla supposizione che esso esistesse (il che pare non sia) (1) nell'olio di oliva, la cui azione è irregolare. Così goccie di quest'olio poste sul disco non fanno piegare i tentacoli esterni; tuttavia quando se n'aggiunsero delle goccie minute alla secrezione circostante alle glandule dei tentacoli esterni, questi s'incurvarono accidentalmente, ma assolutamente non sempre. Le foglie vennero anche immerse in quest'olio, e non vi fu incurvamento per 12 ore circa; ma dopo 23 ore quasi tutti i tentacoli erano incurvati. Tre foglie vennero parimenti immerse in olio di semi di lino non bollito, e divennero tosto alquanto, ed in 3 ore molto incurvate. Dopo un'ora la secrezione intorno alle glandule era di color roseo. Deduco da quest'ultimo fatto che la forza dell'olio di semi di lino, nel cagionare incurvamento, non si può attribuire all'albume che si dice esso contenga.

Acido carbolico. — S'immersero due foglie in sessanta minimi d'una soluzione di un grano in 437 d'acqua; in 7 ore una era incurvata leggermente, ed in 24 ore lo erano ambedue strettamente, con una quantità sorprendente di muco secreto. Queste foglie furono lavate e lasciate per due giorni in acqua; esse restarono incurvate; la maggior parte delle loro glandule divennero pallide, ed esse apparivano morte. Quest'acido è velenoso; ma non agisce proprio così rapidamente o potentemente come si potrebbe essersi aspettato dalla sua nota forza distruttiva sugli organismi più bassi. Dei mezzi minimi della stessa soluzione furono messi sui dischi di tre foglie; dopo 24 ore non ebbe luogo alcuna inflessione dei tentacoli esterni, e quando si diede ad esse dei pezzi di carne, s'incurvarono molto bene. Si posero nuovamente dei mezzi minimi d'una soluzione più forte, d'una parte in 218 d'acqua, sui dischi di tre foglie; non ne seguì veruna inflessione dei tentacoli esterni; vennero dati allora come prima dei pezzi di carne; una foglia sola s'incurvò bene, mentre le glandule del disco delle altre due apparivano molto danneggiate ed asciutte. Così vediamo che le glandule dei dischi, dopo aver assorbito quest'acido, trasmettono di rado alcun impulso motore ai tentacoli esterni; benchè questi, quando le loro glandule proprie assorbono l'acido, subiscono grande influenza.

Acido lattico. — Tre foglie vennero immerse in novanta minimi d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 48 ore non v'era incurvamento, ma l'acido circostante era colorito di roseo; dopo 8 ore e 30 minuti una sola foglia era un poco incurvata, e quasi tutte le glandule, su tutte e tre le foglie, erano d'un colore molto pallido. Le foglie vennero allora lavate e messe in una soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca; dopo circa 16 ore non v'era che una traccia d'inflessione. Furono lasciate nel fosfato per 48 ore, e restarono nello stato medesimo, con quasi tutte le loro glandule scolorate. Credo quindi che quasi tutte le glandule e tutti i tentacoli fossero stati uccisi dall'acido sì repentinamente, che fu prodotta appena alcuna inflessione. Quattro foglie furono poscia immerse in 120 minimi d'una soluzione più debole, d'una parte in 875 d'acqua; dopo 2 ore e 30 minuti il fluido circostante era affatto roseo; le glandule erano pallide, ma non v'era punto incurvamento; dopo 7 ore e 30 minuti due delle foglie mostravano un po' d'inflessione, e le glandule erano quasi bianche; dopo 21 ore due delle foglie erano incurvate considerevolmente, ed una terza lo era leggermente; la più parte delle glandule erano bianche, le altre d'un rosso

(1) Vedi articoli sulla Glicerina e sull'Acido oleico nel *Dizionario di chimica*, di WATTS.

Digitized by Google

carico. Dopo 45 ore una foglia aveva incurvato quasi ogni tentacolo; una seconda un gran numero; la terza e quarta n'avevano pochissimi; quasi tutte le glandule erano bianche, tranne quelle sui dischi di due delle foglie, e molte di queste erano d'un rosso molto carico. Le foglie apparivano morte. Dunque l'acido lattico agisce in modo assai particolare, producendo inflessione in modo straordinariamente lento ed essendo assai velenoso. Persino l'immersione in soluzioni più deboli, cioè d'una parte in 1312 e 1750 d'acqua, uccisero evidentemente le foglie (essendo dopo alcun tempo i tentacoli piegati all'indietro) e resero bianche le glandule, ma non cagionarono alcun incurvamento.

Acido gallico, tannico, tartarico e citrico. — Una parte in 437 d'acqua. Tre o quattro foglie vennero immerse, ciascuna in trenta minimi di queste quattro soluzioni, sicchè ogni foglia ricevette $^1/_{16}$ di grano, o milligrammi 4,048. In 24 ore non fu prodotto alcun incurvamento, e le foglie non apparivano punto ingiuriate Quelle che erano state negli acidi tannico e tartarico furono poste in una soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca, ma non seguì in 24 ore alcun incurvamento. D'altra parte, le quattro foglie che erano state nell'acido citrico, quando furono trattate col fosfato, divennero incurvate dopo 5 ore e così restarono per le prossime 24 ore.

Acido malico. — S'immersero tre foglie in novanta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; in 8 ore e 20 minuti non fu prodotta alcuna inflessione, ma dopo 24 ore due di esse erano incurvate in modo considerevole, e la terza lo era leggermente — più di quanto si potrebbe ottenere dall'azione dell'acqua. Non venne secreta una grande quantità di muco. Esse vennero indi poste nell'acqua, e dopo due giorni si ri-tesero in parte. Dunque l'acido non è velenoso.

Acido ossalico. — S'immersero tre foglie in novanta minimi d'una soluzione di 1 grano in 437 d'acqua; dopo 2 ore e 10 minuti v'era molta inflessione; glandule pallide; il fluido circostante d'un color rosa carico; dopo 8 ore inflessione eccessiva. Le foglie vennero messe dipoi nell'acqua; dopo circa 16 ore i tentacoli erano d'un rosso molto carico, come quelli delle foglie nell'acido acetico. Dopo altre 24 ore, le tre foglie erano morte e le loro glandule incolore.

Acido benzoico. — Cinque foglie vennero immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione di 1 grano in 437 d'acqua. Questa soluzione era sì debole che aveva soltanto appena sapore acido, pure, come vedremo, fu assai velenosa per la Drosera. Dopo 52 minuti i tentacoli sottomarginali erano alquanto incurvati, e tutte le glandule di colore assai pallido; il fluido circostante era di color roseo. In un caso il fluido divenne roseo nel corso di 12 minuti soltanto, e le glandule divennero sì bianche come se fossero state immollate nell'acqua bollente. Dopo 4 ore grande inflessione; ma nessuno dei tentacoli era incurvato strettamente, in conseguenza, come credo, dell'essere stati paralizzati prima che avessero il tempo di completare il loro movimento. Una quantità straordinaria di muco venne secreta. Alcune delle foglie vennero lasciate nella soluzione; altre, dopo un'immersione di 6 ore e 30 minuti, furono poste nell'acqua. Il mattino seguente ambedue le partite erano affatto morte; le foglie nella soluzione erano flaccide, quelle nell'acqua (ora di color giallo) d'un color bruno pallido, e le loro glandule bianche.

Acido succinico. — S'immersero tre foglie in novanta minimi di una soluzione di 1 grano in 437 d'acqua; dopo 4 ore e 15 minuti inflessione notevole e dopo 23 ore grande inflessione; molte delle glandule pallide; fluido di color roseo. Le foglie vennero poi lavate e messe nell'acqua; dopo due giorni vi era un po' di ri-tensione, ma molte delle glandule erano ancora bianche. Quest'acido non è proprio così velenoso come l'ossalico od il benzoico.

Digitized by Google

Acido urico. — S'immersero tre foglie in 180 minimi d'una soluzione di 1 grano in 875 d'acqua calda, ma tutto l'acido non fu disciolto; sicchè ciascuna ne ricevette quasi $^1/_{16}$ di grano. Dopo 25 minuti v'era un po' d'inflessione leggiera, ma questa non aumentò mai; dopo 9 ore le glandule non erano scolorite, nè la soluzione era di color roseo; nondimeno fu secreto molto muco. Le foglie vennero poi messe nell'acqua, ed il mattino seguente erano completamente ri-tese. Dubito se quest'acido cagioni realmente inflessione, giacchè il movimento leggiero che ebbe luogo dapprima può esser attribuito alla presenza di una traccia di materia albuminosa. Però esso produce qualche effetto, come è dimostrato dalla secrezione di tanto muco.

Acido ippurico. — S'immersero quattro foglie in 120 minimi d'una soluzione di 1 grano in 437 d'acqua. Dope 2 ore il fluido era di color roseo; glandule pallide, ma verun incurvamento. Dopo 6 ore un po' d'inflessione; dopo 9 ore tutte e quattro le foglie molto incurvate; molto muco secreto; tutte le glandule pallidissime. Le foglie furono poi lasciate nell'acqua per due giorni; esse restarono piegate strettamente, colle loro glandule incolore, ed io non dubito fossero uccise.

Acido cianidrico. — Quattro foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una parte in 437 d'acqua; in 2 ore e 45 minuti tutti i tentacoli erano incurvati considerabilmente, con molte delle glandule pallide; dopo 3 ore e 45 minuti tutte incurvate fortemente, ed il fluido circostante di color roseo; dopo 6 ore tutte strettamente incurvate. Dopo un'immersione di 8 ore e 20 minuti le foglie furono lavate e poste nell'acqua; il mattino seguente, dopo circa 16 ore esse erano ancora incurvate e scolorite; il giorno successivo erano evidentemente morte. Due foglie vennero immerse in una soluzione più forte, d'una parte in cinquanta d'acqua; in un'ora e 15 minuti le glandule divennero bianche come porcellana, come se fossero state immollate nell'acqua bollente; pochissimi tentacoli erano incurvati; ma dopo 4 ore quasi tutti erano incurvati. Queste foglie furono poi messe nell'acqua, ed il mattino seguente erano evidentemente morte. Delle goccie di mezzo minimo della stessa forza (cioè una parte in cinquanta d'acqua) furono indi poste sui dischi di cinque foglie; dopo 21 ore tutti i tentacoli esterni erano incurvati, e le foglie apparivano molto danneggiate. Toccai pure la secrezione intorno ad un gran numero di glandule con goccie minute (circa $^1/_{20}$ di minimo, o milligrammi 0,00296) di mistura di Scheele (6 per cento d'acido); le glandule divennero prima d'un rosso brillante, e dopo 3 ore e 15 minuti circa due terzi dei tentacoli che portavano queste glandule, erano incurvati, e restarono così per i due giorni successivi, dopo i quali apparvero morte.

Osservazioni conclusionali sull'azione degli acidi. — È evidente che gli acidi hanno una forte tendenza a cagionare l'incurvamento dei tentacoli (1); giacchè dei ventiquattro acidi provati, diciannove agirono così, o rapidamente e con energia, o con lentezza e leggermente. Questo fatto è notevole, poichè i succhi di molte piante contengono più acido, giudicando dal sapore, delle soluzioni adoperate nei miei esperimenti. Dagli effetti potenti di tanti acidi sulla Drosera siamo tratti ad

(1) Secondo il sig. FOURNIER (*De la Fécondation dans les Phanérogames*, 1863, p. 61) delle goccie d'acido acetico, cianidrico e solforico fanno chiudere immediatamente gli stami di Berbero, benchè goccie d'acqua non abbiano tal forza; la qual ultima asserzione posso io pure confermare.

Digitized by Google

argomentare che quelli contenuti nei tessuti di questa pianta, nonchè di altre, devono prendere una parte importante nella loro economia. Dei cinque casi nei quali gli acidi non fecero incurvare i tentacoli, uno è incerto; giacchè l'acido urico agì leggermente e cagionò una copiosa secrezione di muco. Semplice acidezza nel sapore non è un indizio del potere d'un acido sulla Drosera, poichè gli acidi citrico e tartarico sono molto acidi, pure non eccitano inflessione. È notevole come gli acidi differiscono nel loro potere. Così l'acido idroclorico agisce molto meno fortemente dell'iodidrico e di molti altri acidi della stessa forza, e non è velenoso. Questo è un fatto interessante, poichè l'acido cloridrico prende parte sì importante nel processo digestivo degli animali. L'acido formico produce inflessione molto leggiera, e non è velenoso; laddove il suo affine, acido acetico, agisce con rapidità e forza, ed è velenoso. L'acido malico agisce leggermente, mentre gli acidi citrico e tartarico non producono alcun effetto. L'acido lattico è velenoso, ed è rimarchevole che produce incurvamento soltanto dopo un considerevole intervallo di tempo. Nulla mi sorprese maggiormente di ciò, che una soluzione d'acido benzoico, sì debole da essere appena acidula al gusto, debba agire con grande rapidità ed essere altamente velenosa; giacchè mi si rende noto non produrre esso alcun effetto marcato sull'economia animale. Si può vedere, scorrendo la lista posta in testa a questa disquisizione, che la maggior parte degli acidi sono velenosi, spesso in alto grado. Si sa che gli acidi diluiti producono osmosi negativa (1), e l'azione velenosa di tanti acidi sulla Drosera è, forse, connessa con questa facoltà, poichè abbiamo veduto che i fluidi in cui essi furono immersi divennero spesso rosei, e le glandule di color pallido o bianco. Molti degli acidi velenosi, quali l'iodidrico, il benzoico, l'ippurico, e il carbolico (ma io trascurai di registrare tutti i casi), cagionarono la secrezione d'una quantità straordinaria di muco, sicchè lunghi fili di questa materia pendevano dalle foglie, quando erano estratte dalle soluzioni. Altri acidi, quali il cloridrico ed il malico, non hanno tale attitudine; in questi due ultimi casi il fluido circostante non era di tinta rosea, e le foglie non erano avvelenate. D'altra parte l'acido propionico, che è velenoso, non fa secernere molto muco; pure il fluido circostante divenne leggermente rosso. Finalmente, come nel caso di soluzioni saline, le foglie, che erano state immerse in certi acidi, subirono tosto l'influenza del fosfato d'ammoniaca; d'altronde, esse non ne furono attaccate dopo l'immersione in certi altri acidi. Avrò però da tornare su questo argomento.

(1) Müller, *Elementi di chimica*, parte I, 1867, p. 87.

Digitized by Google

Digitized by Google

CAPITOLO IX.

EFFETTI DI CERTI VELENI ALCALOIDI, D'ALTRE SOSTANZE E DEI VAPORI

Stricnina (sali di). — Chinina (solfato di), non arresta tosto il movimento del protoplasma. — Altri sali di chinina. — Digitalina — Nicotina — Atropina. — Veratrina. — Colchicina. — Teina. — Curaro. — Morfina — Giusquiamo. — Veleno del cobra accelera evidentemente i movimenti del protoplasma. — Canfora, stimolante potente, suo vapore narcotico. — Certi olii essenziali eccitano il movimento. — Glicerina. — L'acqua e certe soluzioni ritardano o impediscono l'azione successiva del fosfato d'ammoniaca. — Alcool innocuo, suo vapore narcotico e velenoso. — Cloroformio, etere solforico e nitrico, loro potere stimolante, velenoso e narcotico. — Acido carbonico è narcotico, ma non rapidamente velenoso. — Osservazioni conclusionali.

Come nell'ultimo capitolo, riferirò prima i miei esperimenti, e poi darò un breve sommario dei risultati con alcune osservazioni conclusionali.

Acetato di stricnina. — Dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua furono posti sui dischi di sei foglie; sicchè ciascuna ne ricevette $^1/_{960}$ di grano, o milligram. 0,0675. In 2 ore e 30 minuti i tentacoli esterni su qualcuna di esse erano incurvati, ma in modo irregolare, qualche volta solamente sopra un lato della foglia. Il mattino seguente, dopo 22 ore e 30 minuti, l'inflessione non era aumentata. Le glandule sul disco centrale erano annerite ed avevano cessato di secernere. Dopo altre 24 ore tutte le glandule centrali sembravano morte, ma i tentacoli incurvati s'erano ri-tesi ed apparivano affatto sani. Quindi l'azione velenosa della stricnina sembra limitata alle glandule che l'hanno assorbita; tuttavia queste glandule trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni. Goccie minute (circa $^1/_{20}$ d'un minimo) della stessa soluzione applicate alle glandule dei tentacoli esterni li fecero accidentalmente piegare. Il veleno non sembra agire rapidamente, giacchè avendo applicato a parecchie glandule simili gocce d'una soluzione piuttosto più forte, d'una parte in 292 d'acqua, ciò non impedì ai tentacoli di piegarsi, quando le loro glandule furono eccitate, dopo un intervallo d'un quarto sino a tre quarti d'ora, collo strofinarle o col dar ad esse dei pezzi di carne. Goccie simili d'una soluzione d'una parte in 218 d'acqua (2 grani in un'oncia) annerirono presto le glandule; alcuni pochi tentacoli così trattati si mossero, mentre altri non lo fecero. Gli ultimi però essendo successivamente inumiditi con saliva o venendo loro dati dei pezzi di carne, divennero incurvati, benchè con estrema lentezza; e ciò mostra che erano state danneggiate. Soluzioni più forti (ma la forza non venne accertata) arrestò talvolta assai presto ogni potere di movimento; così di pezzi di carne furono messi sulle glandule di parecchi tentacoli

Digitized by Google

esterni, e tosto che cominciavano a muoversi, furono aggiunte minute goccie della soluzione forte. Essi continuarono per un breve tempo a piegarsi, e poi improvvisamente ristettero; altri tentacoli sulle stesse foglie, con carne sulle loro glandule, ma non bagnati colla stricnina, continuarono a piegarsi, e tosto raggiunsero il centro della foglia.

Citrato di stricnina. — Si posero dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua sui dischi di sei foglie; dopo 24 ore tutti i tentacoli esterni non mostravano che una traccia d'inflessione. Si posero dipoi dei pezzi di carne su tre di queste foglie, ma in 24 ore non ebbe luogo che leggiero ed irregolare incrociamento, il che prova che le foglie erano state assai danneggiate. Due delle foglie, a cui non era stata data carne, avevano le loro glandule del disco asciutte e molto danneggiate. Minute goccie d'una forte soluzione d'una parte in 109 di acqua (4 grani in un'oncia) furono aggiunte alla secrezione intorno a parecchie glandule, ma non produssero propriamente un effetto così chiaro come le goccie d'una soluzione molto più debole d'acetato. Particelle di citrato secco furono poste su sei glandule; due di queste si mossero alcun poco verso il centro, e poi ristettero, essendo senza dubbio uccise; altre tre si curvarono molto più oltre verso l'interno, e poi si fermarono; una sola raggiunse il centro. Cinque foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua; sicchè ciascuna ricevette $^1/_{16}$ di grano; dopo circa un'ora alcuni dei tentacoli esterni s'incurvarono, e le glandule vennero stranamente picchiettate di nero e bianco. Queste glandule in 4 sino a 5 ore divennero biancastre ed opache, ed il protoplasma nelle cellule dei tentacoli era bene aggregato. A questo punto due delle foglie s'erano incurvate assai, ma le altre non molto più di quello che erano prima. Tuttavia due foglie fresche, dopo un'immersione rispettivamente per 2 e per 4 ore nella soluzione, non furono uccise; giacchè venendo lasciate per un'ora e 30 minuti in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua, i loro tentacoli s'incurvarono di più, e vi fu molta aggregazione. Le glandule d'altre due foglie, dopo un'immersione per 2 ore in una soluzione più forte, d'una parte di citrato in 218 d'acqua, divennero d'un colore opaco, roseo pallido, che disparve di lì a poco, lasciandole bianche. Una di queste due foglie aveva assai incurvata la sua lamina ed i tentacoli; l'altra li aveva incurvati proprio appena; ma il protoplasma nelle cellule di ambedue era aggregato giù fino alle basi dei tentacoli, colle masse sferiche nelle cellule immediatamente sotto alle glandule annerite. Dopo 24 ore una di queste foglie era incolora, ed evidentemente morta.

Solfato di chinina. — Un po' di questo sale fu aggiunto all'acqua che si dice disciolga $^1/_{1000}$ del suo peso. Cinque foglie vennero immerse, ciascuna in trenta minimi di questa soluzione, che avea un sapore amaro. In meno d'un'ora qualcuna di esse aveva alcuni tentacoli incurvati. In 3 ore la maggior parte delle glandule divennero biancastre, altre di color oscuro, e molte bizzarramente picchiettate. Dopo 6 ore due delle foglie avevano moltissimi tentacoli incurvati, ma questo grado molto moderato d'inflessione non aumentò mai. Una delle foglie venne estratta dalla soluzione dopo 4 ore e posta nell'acqua; il mattino seguente alcuni pochi dei tentacoli incurvati s'erano ri-tesi, mostrando che non erano morti; ma le glandule erano ancora molto scolorate. Un'altra foglia, non compresa nella partita suddetta, dopo un'immersione di 3 ore e 15 minuti, fu accuratamente esaminata; il protoplasma, nelle cellule dei tentacoli esterni e dei corti tentacoli verdi sul disco, si era aggregato fortemente giù fino alle loro basi; ed io vidi distintamente che le piccole masse cangiavano le loro posizioni e forme piuttosto rapidamente, unendosene alcune e di nuovo separandosi. Questo fatto mi sorprese, perchè si dice che la chinina arresti ogni movimento nei corpuscoli bianchi del

Digitized by Google

sangue; ma siccome, secondo Binz (1), ciò è dovuto al non esser essi più a lungo forniti d'ossigeno dai corpuscoli rossi, non si poteva aspettarsi nella Drosera tale interruzione di movimento. Che le glandule avessero assorbito del sale era evidente per il loro mutamento di colore; ma io dapprima credevo che la soluzione non potesse esser passata giù per le cellule dei tentacoli, dove si vedeva il protoplasma, in movimento attivo. Quest'opinione però non ho nessun dubbio che non sia erronea, poichè una foglia che era stata immersa per 3 ore nella soluzione di chinina fu poi messa in un po' di soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua; ed in 30 minuti le glandule e le cellule superiori dei tentacoli divennero intensamente nere, col protoplasma che presentava un aspetto assai insolito; poichè era divenuto aggregato in masse reticolate di color bruno, avendo degli interstizi rotondi ed angolari. Non avendo mai veduto questo effetto prodotto dal solo carbonato d'ammoniaca, deve esser attribuito all'azione precedente della chinina. Queste masse reticolate vennero osservate per qualche tempo, ma non cangiarono le loro forme; sicchè il protoplasma era stato senza dubbio ucciso dall'azione combinata dei due sali, benchè esposto ad essi soltanto per breve tempe.

Un'altra foglia, dopo un'immersione per 24 ore nella soluzione di chinina, divenne alquanto flaccida, ed il protoplasma in tutte le cellule era aggregato. Molte delle masse aggregate erano scolorate e presentavano un aspetto granulare; esse erano sferiche od allungate, o ancora più comunemente consistevano di catene poco curve di piccoli globuli. Nessuna di queste masse offriva il minimo movimento, e senza dubbio erano tutte morte.

Dei mezzi minimi della soluzione furono posti sui dischi di sei foglie; dopo 23 ore una aveva incurvati tutti i suoi tentacoli, due ne avevano incurvati alcuni, e le altre non ne avevano incurvato nessuno; sicchè le glandule del disco, quando vengono irritate da questo sale, non trasmettono alcun forte impulso motore ai tentacoli esterni. Dopo 48 ore le glandule sui dischi di tutte e sei le foglie erano evidentemente danneggiate od affatto uccise. È chiaro che questo sale è altamente velenoso (2).

Acetato di chinina. — Quattro foglie furono immerse, ciascuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua. La soluzione fu provata con carta di tornasole e non era acida. Dopo 10 minuti soltanto tutte e quattro le foglie erano incurvate assai; e dopo 6 ore immensamente. Esse vennero poi lasciate nell'acqua per 60 ore, ma non si ri-tesero mai; le glandule erano bianche, e le foglie evidentemente morte. Questo sale è assai più efficace del solfato nel produrre inflessione, e, come questo sale, è altamente velenoso.

Nitrato di chinina. — Quattro foglie vennero immerse, ognuna in trenta minimi d'una soluzione d'una parte a 437 d'acqua. Dopo 6 ore v'era appena una traccia d'inflessione; dopo 22 ore tre delle foglie erano incurvate moderatamente, e la quarta leggermente; sicchè questo sale produce, quantunque piuttosto lentamente, inflessione ben marcata. Queste foglie, essendo state lasciate in acqua, per 48 ore, si ri-tesero quasi completamente, ma le glandule erano molto scolo-

(1) *Quarterly Journal of microscopical Science*, aprile 1874, p. 185.

(1) Binz trovò parecchi anni fa (come è riferito nel *Journal of Anatomy and Phys*, novembre 1872, p. 195) che la chinina è un veleno energico per bassi organismi vegetali ed animali. Persino una parte aggiunta a 4000 parti di sangue arresta i movimenti dei corpuscoli bianchi, che diventano « rotondi e granulari ». Nei tentacoli della Drosera le masse aggregate di protoplasma, che apparvero uccise dalla chinina, presentavano pure un aspetto granulare. Un'apparenza eguale è prodotta da acqua assai calda.

Digitized by Google

rate. Dunque questo sale non è velenoso in alto grado. È singolare l'azione differente dei tre sali di chinina precedenti.

Digitalina. — Dei mezzi minimi d'una soluzione d'una parte in 437 d'acqua furono posti sui dischi di cinque foglie. In 3 ore e 45 minuti qualcuna di esse aveva incurvati moderatamente i suoi tentacoli, ed una aveva incurvata così la sua lamina. Dopo 8 ore tre di esse erano ben incurvate; la quarta aveva incurvati soltanto alcuni tentacoli, e la quinta (una foglia vecchia) non era attaccata affatto. Esse restarono quasi nello stesso stato per due giorni, ma le glandule sui loro dischi divennero pallide. Il terzo giorno le foglie apparvero molto danneggiate. Nulladimeno quando si posero dei pezzi di carne su due di esse, i tentacoli esterni s'incurvarono. Una goccia minuta (circa $^1/_{20}$ di minimo) della soluzione fu applicata a tre glandule, e dopo 6 ore tutti e tre i tentacoli erano incurvati, ma il giorno seguente s'erano quasi ri-tesi; sicchè questa piccolissima dose di $^1/_{27500}$ di grano (milligrammi 0,00225) agisce sopra un tentacolo, ma non è velenosa. Appare da questi diversi fatti che la digitalina cagiona inflessione, ed avvelena le glandule che assorbono una quantità moderatamente grande.

Nicotina. — La secrezione intorno a parecchie glandule fu toccata con una goccia minuta del fluido puro, e le glandule furono immediatamente annerite; i tentacoli s'incurvarono in alcuni minuti. Due foglie furono immerse in una debole soluzione di due goccie in un'oncia, ossia 437 grani, d'acqua. Quando fu esaminata dopo 3 ore e 20 minuti, soltanto ventun tentacoli sopra una foglia erano incurvati strettamente, e sei sull'altra lo erano leggermente; ma tutte le glandule erano annerite, o di colore assai oscuro, col protoplasma in tutte le cellule di tutti i tentacoli molto aggregato e di colore oscuro. Le foglie non erano interamente uccise, perchè essendo state poste in un po' di soluzione di carbonato d'ammoniaca (2 grani in un'oncia) s'incurvarono alcuni tentacoli di più, mentre il resto non subì influenza durante le prossime 24 ore.

Dei mezzi minimi d'una soluzione più forte (due gocce in $^1/_2$ oncia d'acqua) furono posti sui dischi di sei foglie, ed in 20 minuti tutti quei tentacoli divennero incurvati, le cui glandule avevano effettivamente toccato la soluzione, come lo dimostrava la loro nerezza; ma difficilmente veniva trasmesso alcun impulso motore ai tentacoli esterni. Dopo 22 ore la maggior parte delle glandule sui dischi apparvero morte; ma la cosa non poteva essere così, poichè quando furono posti su tre di essi dei pezzi di carne, alcuni pochi tentacoli esterni erano incurvati in ventiquatt'ore. Dunque la nicotina ha una grande tendenza ad annerire le glandule e a produrre aggregazione del protoplasma, ma, tranne quando è pura, ha una moderatissima facoltà di cagionare incurvamento, ed ancora minor forza di far trasmettere un'influenza motrice dalle glandule del disco ai tentacoli esterni. Essa è moderatamente velenosa.

Atropina. — Un grano fu aggiunto in 437 grani d'acqua, ma non venne tutto disciolto; un altro grano fu aggiunto in 437 grani d'una mistura d'una parte d'alcool in sette parti d'acqua; ed una terza soluzione fu fatta aggiungendo una parte di valerianato d'atropina in 437 d'acqua. Dei mezzi minimi di queste tre soluzioni furono posti, in ciascun caso, sui dischi di sei foglie; ma non venne prodotto alcun effetto di sorta, tranne che le glandule sui dischi, a cui fu dato il valerianato, vennero leggermente scolorate. Alle sei foglie, su cui si erano lasciate per 21 ore delle gocce della soluzione d'atropina in alcool diluito, furono dati dei pezzi di carne, ed in 24 ore tutte divennero molto bene incurvate; sicchè l'atropina non eccita movimento, e non è velenosa. Provai anche nel modo stesso l'alcaloide venduto come daturina, che si crede non differisca dall'atropina, e non produsse verun effetto. A tre delle foglie, sulle quali erano state lasciate per 24 ore delle goccie di quest'ultima soluzione, furono dati parimente

Digitized by Google

dei pezzi di carne, ed esse ebbero incurvati nel corso di 24 ore moltissimi dei loro tentacoli submarginali.

Veratrina, Colchicina, Teina. — Si fecero delle soluzioni di questi tre alcaloidi, aggiungendone una parte in 438 di acqua. In ciascun caso se ne posero dei mezzi minimi sui dischi di sei foglie almeno, ma non venne prodotto alcun incurvamento, tranne forse un leggerissimo grado per mezzo della teina. Dei mezzi minimi di una forte infusione di thè, non produssero parimenti verun effetto, come venne altre volte riferito. Provai anche goccie uguali di un'infusione d'una parte d'estratto di colchico, venduto dai droghieri, in 218 d'acqua; e le foglie vennero osservate per 48 ore, senza che fosse prodotto alcun effetto. Alle sette foglie, sulle quali erano state lasciate per 26 ore delle goccie di veratrina, furono dati dei pezzi di carne, e dopo 21 ore esse erano bene incurvate. Questi tre alcaloidi sono perciò affatto innocui.

Curaro. — Una parte di questo famoso veleno fu aggiunto in 218 d'acqua, e tre foglie furono immerse in novanta minimi della soluzione filtrata. In 3 ore e 30 minuti alcuni tentacoli erano un poco incurvati, come lo era la lamina di una, dopo 4 ore. Dopo 7 ore le glandule erano maravigliosamente annerite, mostrando ch'era stata assorbita della materia di qualche specie. In 9 ore due delle foglie avevano subincurvati la maggior parte dei loro tentacoli, ma l'inflessione non aumentò nel corso di 34 ore. Una di queste foglie, dopo essere stata immersa per 9 ore nella soluzione, fu posta nell'acqua, ed il mattino seguente s'era molto ri-tesa: le altre due, dopo la loro immersione per 24 ore, furono parimenti poste nell'acqua, ed in 24 ore erano considerabilmente ri-tese, benchè le loro glandule fossero nere quanto mai. Si posero dei mezzi minimi sui dischi di sei foglie, e non ne seguì nessun incurvamento; ma dopo tre giorni le glandule sui dischi apparivano piuttosto secche, tuttavia con mia sorpresa non erano annerite. In altro caso si posero delle goccie sui dischi di sei foglie, e fu tosto prodotto un grado considerevole d'inflessione; ma non avendo io filtrato la soluzione, delle particelle galleggianti possono aver agito sulle glandule. Dopo 24 ore si posero dei pezzi di carne sui dischi di tre di queste foglie, ed il giorno dopo divennero incurvate fortemente. Credendo io dapprima che il veleno potesse non essere stato disciolto in acqua pura, ne fu aggiunto un grano in 437 grani d'una mistura d'una parte d'alcool in sette d'acqua, e dei mezzi minimi ne furono posti sui dischi di sei foglie. Queste non vennero affatto attaccate, e quando dopo un giorno furono dati ad esse dei pezzi di carne, erano incurvati leggermente in 5 ore, e strettamente dopo 24 ore. Segue da questi diversi fatti, che una soluzione di curaro produce un grado moderatissimo d'incurvamento, e questo può venir attribuito forse alla presenza d'una minuta quantità d'albume. Esso non è certamente velenoso. Il protoplasma in una delle foglie, che era stata immersa per 24 ore ed era divenuta leggermente incurvata, aveva subito un leggerissimo grado d'aggregazione, non maggiore di quanto ha luogo per una immersione per questo tratto di tempo nell'acqua.

Acetato di morfina. — Io provai un gran numero d'esperimenti con questa sostanza, ma con verun risultato certo. Un numero considerevole di foglie furono immerse per 2 sino a 6 ore in una soluzione d'una parte in 218 d'acqua, e non s'incurvarono. Nè esse erano avvelenate; poichè quando vennero lavate e poste in soluzioni deboli di fosfato e carbonato d'ammoniaca, esse s'incurvarono tosto fortemente, col protoplasma nelle cellule bene aggregato. Se però, mentre le foglie erano immerse nella morfina, veniva aggiunto il fosfato d'ammoniaca, l'inflessione non aveva luogo rapidamente. Minute goccie della soluzione furono applicate nel modo usuale alla secrezione intorno a trenta sino a quaranta glandule; e quando dopo un intervallo di 6 minuti si posero su esse dei pezzi di carne, un po' di saliva,

Digitized by Google

o particelle di vetro, il movimento dei tentacoli era assai ritardato. Ma in altri casi non avvenne un tal ritardo. Goccie d'acqua similmente applicate non hanno mai potere di ritardare. Minute goccie d'una soluzione di zucchero della medesima forza (una parte in 218 d'acqua) ritardarono talvolta l'azione successiva della carne e di pezzettini di vetro, e talvolta non lo fecero. Una volta ero convinto che la morfina agisse come un narcotico sulla Drosera; ma dopo aver trovato in qual modo singolare l'immersione in certi sali ed acidi non velenosi impedisce l'azione successiva del fosfato d'ammoniaca, mentre altre soluzioni non hanno tale facoltà, la mia prima convinzione sembra molto dubbia.

Estratto di giusquiamo. — Parecchie foglie furono messe, ciascuna in trenta minimi d'un'infusione di 3 grani dell'estratto venduto dai droghieri in un'oncia d'acqua. Una di esse, dopo essere stata immersa per 5 ore e 15 minuti, non era incurvata, e fu poi posta in una soluzione (1 grano in un'oncia) di carbonato d'ammoniaca; dopo 2 ore e 40 minuti fu trovata considerevolmente incurvata, e le glandule erano molto annerite. Quattro delle foglie, dopo essere state immerse per 2 ore e 14 minuti, furono poste in 120 minimi d'una soluzione (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca; esse erano già divenute leggermente incurvate per il giusquiamo, in conseguenza probabilmente della presenza di materia albuminosa, come si spiegò altre volte; ma l'inflessione aumentò immediatamente, e dopo un'ora era fortemente pronunciata; sicchè il giusquiamo non agisce come narcotico o veleno.

Veleno proveniente dal dente d'una vipera viva. — Goccie minute furono poste sulle glandule di molti tentacoli; questi s'incurvarono presto, proprio come se si avesse ad essi data della saliva. Il mattino seguente, dopo 17 ore e 30 minuti, tutti cominciarono a ri-tendersi, ed apparivano illesi.

Veleno del cobra. — Il dott. Fayrer, ben noto per le sue investigazioni sul veleno di questo serpe mortale, fu così cortese da darmene un po' allo stato disseccato. È una sostanza albuminosa, e si crede rimpiazzi la ptialina della saliva (1). Una goccia minuta (circa $^1/_{20}$ di minimo) d'una soluzione d'una parte in 437 di acqua venne applicata alla secrezione intorno a quattro glandule; sicchè ognuna ne ricevette solamente circa $^1/_{38400}$ di grano (milligram. 0,0016). L'operazione fu ripetuta su altre quattro glandule, ed in 15 minuti parecchi degli otto tentacoli divennero ben incurvati, e tutti lo divennero in 2 ore. Il mattino seguente, dopo 24 ore, essi erano ancora incurvati, e le glandule d'un color roseo molto pallido. Dopo altre 24 ore essi erano quasi ri-tesi, e lo erano quasi completamente il dì successivo; ma la più parte delle glandule restavano quasi bianche.

Si posero dei mezzi minimi della stessa soluzione sui dischi di tre foglie, sicchè ciascuna ne ricevette $^1/_{960}$ di grano (milligrammi 0,0675); in 4 ore e 15 minuti i tentacoli esterni erano molto incurvati; e dopo 6 ore e 30 minuti quelli su due delle foglie e la lamina di una lo erano strettamente; la terza foglia era attaccata moderatamente soltanto. Le foglie restarono nello stesso stato durante il giorno seguente, ma dopo 48 ore si ri-tesero.

Tre foglie furono ora immerse, ciascuna in trenta minimi della soluzione, sicchè ognuna ricevette $^1/_{16}$ di grano, o milligrammi 4,048. In 6 minuti v'era un po' d'inflessione, che aumentò costantemente, sicchè dopo 2 ore e 30 minuti tutte e tre le foglie erano strettamente incurvate; le glandule furono dapprima alquanto oscurate, poi rese più pallide; ed il protoplasma entro le cellule dei tentacoli era parzialmente aggregato. Le piccole masse di protoplasma vennero esaminate dopo 3 ore, e di nuovo dopo 7 ore, ed in nessun altro caso le ho vedute subire mutamenti sì rapidi di forma. Dopo 8 ore e 30 minuti le glandule erano diventate affatto

(1) Dott. Fayrer, *La Tanatofidia dell'India*, 1872, p. 150.

Digitized by Google

bianche, esse non aveano secreto grande quantità di muco. Le foglie furono ora poste nell'acqua, e dopo 40 ore si ri tesero mostrando che non erano molto o punto danneggiate. Durante la loro immersione nell'acqua, il protoplasma entro le cellule dei tentacoli fu accidentalmente esaminato, e sempre trovato in forte movimento.

Due foglie vennero poscia immerse, ognuna in trenta minimi d'una soluzione molto più forte, d'una parte o 109 d'acqua; sicchè ciascuna ricevette $^1/_4$ di grano, o milligrammi 16,2. Dopo un'ora e 45 minuti i tentacoli submarginali erano fortemente incurvati, colle glandule alquanto pallide; dopo 3 ore e 30 minuti ambedue le foglie avevano tutti i loro tentacoli strettamente incurvati e le glandule bianche. Quindi la soluzione più debole, come in tanti altri casi, produsse inflessione più rapida della più forte; ma le glandule furono rese bianche più presto dall'ultima. Dopo un'immersione di 24 ore alcuni dei tentacoli vennero esaminati, ed il protoplasma, ancora d'un bel color porpora, fu trovato aggregato in catene di piccole masse globulari. Queste cangiavano le loro forme con una rapidità rimarchevole. Dopo un'immersione di 48 ore vennero di nuovo esaminate, ed i loro movimenti erano sì chiari, che si potevano facilmente vedere con una lente debole. Le foglie vennero ora poste nell'acqua, e dopo 24 ore (vale a dire 72 ore dalla loro prima immersione) le piccole masse di protoplasma, ch'erano diventate d'un porporino oscuro, erano ancora in forte movimento, cangiando le loro forme, collegandosi, e di nuovo disunendosi.

In otto ore, dopo che queste due foglie erano state poste nell acqua (cioè in 56 ore dopo la loro immersione nella soluzione), cominciarono a ri-tendersi, ed il mattino seguente erano più aperte. Dopo un altro giorno (cioè il quarto giorno dopo la loro immersione nella soluzione) esse erano molto tese, ma non proprio completamente. I tentacoli furono ora esaminati, e le masse aggregate erano quasi interamente ridisciolte; le cellule erano empite di fluido purpureo omogeneo, ad eccezione qua e là d'una singola massa globulare. Vediamo così, come il protoplasma sia completamente sfuggito ad ogni offesa del veleno. Essendo le glandule rese tosto affatto bianche, mi venne in mente che la loro tessitura potesse essere stata modificata in modo tale da impedire al veleno di passare nelle cellule di sotto, e per conseguenza che il protoplasma entro queste cellule non fosse stato punto attaccato. Conseguentemente posi un'altra foglia, che era stata immersa per 48 ore nel veleno e dipoi per 24 ore nell'acqua, in un po' di soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua; in 30 minuti il protoplasma nelle cellule sotto le glandule divenne più oscuro, e nel corso di 24 ore i tentacoli erano riempiti giù fino alle loro basi di masse sferiche di color oscuro. Quindi le glandule non avevano perduto il loro potere d'assorbimento, per quanto concerne il carbonato d'ammoniaca.

Da questi fatti è manifesto che il veleno del cobra, benchè sì mortale per gli animali, non è punto velenoso per la Drosera; tuttavia cagiona forte e rapida inflessione dei tentacoli, e smonta tosto ogni colore delle glandule. Sembra anche agisca come stimolante sul protoplasma, perchè dopo considerevole esperienza nell'osservare i movimenti di questa sostanza nella Drosera, non l'ho mai veduto in alcun'altra occasione in istato sì attivo. Desideravo perciò ansiosamente d'apprendere in qual modo questo veleno attaccava il protoplasma animale; ed il dottor Fayrer fu sì gentile da fare per me alcune osservazioni, che egli ha dipoi pubblicate (1). Si pose dell'epitelio ciliato proveniente dalla bocca d'una rana in una soluzione di gram. 0,03 per centimetri cubici 4,6 d'acqua; mentre ne veniva contemporaneamente messo dell'altro nell'acqua pura per confronto. Il movimento dei cigli nella soluzione sembrava dapprima aumentato, ma tosto languì, e dopo 15

(1) *Proceedings of Royal Society*, 18 febb. 1875.

Digitized by Google

a 20 minuti cessò; mentre quelli nell'acqua agivano ancora vigorosamente. I corpuscoli bianchi del sangue d'una rana, ed i cigli di due animali infusorii, un *Paramaecium* ed un *Volvox*, furono in ugual modo attaccati dal veleno. Il dottor Fayrer trovò anche che il muscolo d'una rana perdè la sua irritabilità dopo una immersione, per 20 minuti, in una soluzione, non rispondendo esso poi ad una forte corrente elettrica. D'altra parte i movimenti dei cigli esistenti sul mantello d'un *Unio* non furono sempre arrestati, anche quando vennero lasciati per un tratto considerevole di tempo in una soluzione fortissima. Tutto considerato, sembra che il veleno del cobra agisca assai più dannosamente sul protoplasma degli animali superiori che su quello della Drosera.

V'è un altro punto che può venir registrato. Ho accidentalmente osservato, che le goccie di secrezione intorno alle glandule venivano rese alquanto torbide da certe soluzioni, e più specialmente da qualche acido, formandosi una pellicola sulle superficie delle goccie; ma io non vidi mai questo effetto prodotto in modo sì evidente come per mezzo del veleno del cobra. Quando venne impiegata la soluzione più forte, le goccie apparvero in 10 minuti simili a piccole nubi bianche arrotondate. Dopo 48 ore la secrezione era cangiata in fila e fogli d'una sostanza membranosa, che comprendeva granulazioni minute di varie grandezze.

Canfora. — Della canfora raschiata fu lasciata per un giorno in una bottiglia con acqua distillata, e poi filtrata. Una soluzione fatta in questo modo, si dice contenga $^1/_{1000}$ del suo peso di canfora; essa aveva l'odore ed il sapore di questa sostanza. S'immersero dieci foglie in questa soluzione; dopo 15 minuti cinque ne erano bene incurvate, mentre due mostrarono una prima traccia di movimento in 11 ed in 12 minuti; la sesta foglia non cominciò a muoversi prima che non fossero trascorsi 15 minuti, ma era bene incurvata in 17 minuti ed intieramente chiusa in 24 minuti; la settima cominciò a muoversi in 17 minuti ed era completamente chiusa in 26 minuti. L'ottava, la nona e la decima erano vecchie e di color rosso carico, e non erano incurvate dopo un'immersione di 24 ore; sicchè facendo esperimenti colla canfora è necessario evitare tali foglie. Qualcuna di queste foglie, essendo stata lasciata nella soluzione per 4 ore, divenne d'un color roseo piuttosto scuro, ed emise molto muco; benchè i loro tentacoli fossero strettamente incurvati, il protoplasma entro le cellule non era punto aggregato. In un altro caso però, dopo un'immersione più lunga di 24 ore, vi era aggregazione ben marcata. Una soluzione fatta aggiungendo due goccie di spiriti canforati in un'oncia d'acqua, non agì sopra una foglia; mentre trenta minimi aggiunti in un'oncia d'acqua agirono su due foglie immerse insieme.

Il signor Vogel ha mostrato (1) che i fiori di varie piante non appassiscono sì presto quando i loro gambi sono posti in una soluzione di canfora, come quando vengono messi nell'acqua; e che se sono già appassiti leggermente, si rimettono più presto. Anche la germinazione di certe sementi viene accelerata dalla soluzione. Sicchè la canfora agisce come stimolante ed è l'unico stimolante conosciuto per le piante. Desideravo perciò di determinare se la canfora renderebbe le foglie di Drosera più sensitive all'irritazione meccanica di quanto sono naturalmente. Sei foglie furono lasciate nell'acqua distillata per 5 o 6 minuti, e poi delicatamente spazzolate due o tre volte, mentre erano ancora nell'acqua, con un morbido spazzolino di peli di camello; ma non ne seguì alcun movimento. Nove foglie, ch'erano state immerse nella suddetta soluzione di canfora per i tratti di tempo riferiti nella tavola seguente, furono poscia spazzolate solamente *una volta* collo stesso spazzolino e nello stesso modo di prima; i risultati sono dati nella tavola. Le mie prime

(1) *Gardener's Chronicle*, 1874, p. 671. — Osservazioni quasi simili furono fatte nel 1798 da B. S. Barton.

Digitized by Google

prove furono fatte spazzolando le foglie mentre erano ancora immerse nella soluzione; ma mi venne l'idea che così si toglierebbe la secrezione viscida intorno alle glandule, e la canfora potrebbe agire più efficacemente su di esse. In tutte le prove seguenti quindi, ogni foglia venne estratta dalla soluzione, agitata per 15 minuti circa nell'acqua fresca e spazzolata, in modo che lo spazzolare non lasciasse più libero accesso alla canfora; ma questo trattamento non apportò veruna differenza nei risultati.

Numero delle foglie	Durata dell'immersione nella soluzione di canfora	Quantità di tempo fra l'atto di spazzolare e l'inflessione dei tentacoli	Quantità di tempo fra l'immersione delle foglie nella soluzione ed il primo segno d'inflessione dei tentacoli
1	5 minuti	3 minuti inflessione considerevole; 4 minuti tutti i tentacoli tranne, 3 o 4 incurvati.	8 minuti
2	5 minuti	6 minuti primo segno d'inflessione.	11 minuti
3	5 minuti	6 minuti e 30 secondi inflessione leggiera; 7 minuti e 30 secondi inflessione evidente.	11 min. e 30 secondi
4	4 min. e 30 secondi	2 minuti e 30 secondi una traccia d'inflessione; 3 minuti evidente; 4 minuti fortemente marcata.	7 minuti
5	4 minuti	2 minuti e 30 secondi una traccia d'inflessione; 3 minuti inflessione evidente.	6 min. e 30 secondi
6	4 minuti	2 minuti e 30 secondi inflessione decisa; 3 minuti e 30 secondi fortemente marcata.	6 min. e 30 secondi
7	4 minuti	2 minuti e 30 secondi inflessione leggiera; 3 minuti evidente; 4 minuti ben marcata.	6 min. e 30 secondi
8	3 minuti	2 minuti traccia d'inflessione; 3 minuti considerevole; 6 minuti forte inflessione.	5 minuti
9	3 minuti	2 minuti traccia d'inflessione; 3 minuti considerevole; 6 minuti forte inflessione.	5 minuti

Altre foglie furono lasciate nella soluzione senz'essere spazzolate; una di queste per la prima mostrò una traccia d'inflessione dopo 11 minuti; una seconda dopo 12 minuti; cinque non furono incurvate prima che non fossero trascorsi 15 minuti, e due non lo furono fino ad alcuni minuti più tardi. D'altra parte, si vedrà nella colonna a destra della tavola, che la maggior parte delle foglie sottoposte alla soluzione, e che furono spazzolate, s'incurvarono in un tempo molto più breve. Il movimento dei tentacoli d'alcuna di queste foglie era sì rapido, che si poteva vedere chiaramente mediante una lente debolissima.

Meritano d'esser riferiti altri due o tre esperimenti. Una grande foglia vecchia, dopo essere stata immersa per 10 minuti nella soluzione, non sembrò probabilmente venir incurvata presto; perciò la spazzolai, ed in 2 minuti cominciò a muoversi, ed in 3 minuti era chiusa completamente. Un'altra foglia, dopo un'immersione di 15 minuti, non mostrò nessun segno d'inflessione, allora fu spazzolata, ed in 4 minuti era assai incurvata. Una terza foglia, dopo un'immersione di 17 minuti, non mostrava parimenti verun segno d'inflessione; fu allora spazzolata, ma non si mosse per un'ora, per cui vi era un esito cattivo. Venne di nuovo spazzolata, ed

Digitized by Google

ora in 9 minuti alcuni tentacoli s'incurvarono; l'esito cattivo non fu perciò completo.

Possiamo concludere che una piccola dose di canfora in soluzione è uno stimolante potente per la Drosera. Non solo eccita tosto i tentacoli a piegarsi, ma rende evidentemente le glandule sensitive ad un tocco, che per se stesso non cagionerebbe alcun movimento. Può anche essere, che una leggera irritazione meccanica, non sufficiente a produrre inflessione, generi però della tendenza al movimento, e rinforzi così l'azione della canfora. Quest'ultima congettura mi sarebbe sembrata la più probabile, se il sig. Vogel non avesse mostrato che la canfora è uno stimolante in altri modi per varie piante e sementi.

Due piante che portavano quattro o cinque foglie, e colle loro radici in una piccola tazza d'acqua, furono esposte al vapore d'alcuni pezzi di canfora (della grandezza all'incirca d'una nocciuola), sotto un vaso della capacità di dieci once fluide. Dopo 10 ore non ebbe luogo nessuna inflessione; ma le glandule parvero secernere più abbondantemente. Le foglie erano in condizione narcotizzata, poichè essendo stati posti dei pezzi di carne su due di esse, non ebbe luogo inflessione in 3 ore e 15 minuti, ed anche dopo 13 ore e 15 minuti soltanto alcuni dei tentacoli esterni erano leggermente incurvati; ma questo grado di movimento mostra che le foglie non erano state uccise dalla loro esposizione per 12 ore al vapore di canfora.

Olio di carvi. — Si dice che l'acqua disciolga circa una millesima parte del suo peso di quest'olio. Una goccia ne fu aggiunta in un'oncia d'acqua e la bottiglia fu agitata più volte durante un giorno; ma molti globuli minuti restarono indisciolti. S'immersero cinque foglie in questa mistura; in 4 sino a 5 minuti v'era un po' d'inflessione, che divenne moderatamente pronunciata in altri due o tre minuti. Dopo 14 minuti tutte e cinque le foglie erano bene incurvate, e qualcuna lo era strettamente. Dopo 6 ore le glandule erano bianche, e molto muco era stato secreto. Le foglie erano flaccide, d'un particolar colore rosso fosco, ed evidentemente morte. Una delle foglie, dopo un'immersione di 4 minuti, fu spazzolata come le foglie nella canfora, ma ciò non produsse nessun effetto. Una pianta colle radici nell'acqua fu esposta, sotto un vaso da 10 once, al vapore di quest'olio, ed in un'ora e 20 minuti una foglia mostrò una traccia d'inflessione. Dopo 5 ore e 20 minuti il coperchio fu levato e si esaminarono le foglie; una aveva tutti i suoi tentacoli incurvati strettamente, la seconda ne aveva metà circa nello stato medesimo, e la terza tutti subincurvati. La pianta fu lasciata all'aria aperta per 42 ore, ma non si tese un solo tentacolo; tutte le glandule apparvero morte, tranne una qua e là, che ancora secerneva. È evidente che quest'olio è altamente eccitante e velenoso per la Drosera.

Olio di garofani. — Si fece una mistura nello stesso modo come nell'ultimo caso, e vi s'immersero tre foglie. Dopo 30 minuti v'era soltanto una traccia d'inflessione che non aumentò mai. Dopo un'ora e 30 minuti le glandule erano pallide, e dopo 6 ore, bianche. Senza dubbio le foglie erano molto danneggiate od uccise.

Trementina. — Piccole goccie poste sui dischi di alcune foglie le uccisero, come fecero parimenti delle goccie di creosoto. Una pianta fu lasciata per 15 minuti sotto un vaso da 12 once, colla sua superficie interna bagnata da dodici goccie di trementina; ma non ne seguì nessun movimento dei tentacoli. Dopo 24 ore la pianta era morta.

Glicerina. — Dei mezzi minimi ne furono posti sui dischi di tre foglie; in 2 ore alcuni dei tentacoli esterni erano irregolarmente incurvati, ed in 19 ore le foglie erano flaccide ed apparentemente morte; le glandule che avevano toccato la glicerina erano incolore. Goccie minute (circa $^1/_{20}$ di minimo) vennero applicate alle glandule di parecchi tentacoli, ed in alcuni minuti essi si mossero e tosto raggiunsero il centro. Goccie simili d'una mistura di quattro goccie, che s'erano lasciate cadere in un'oncia d'acqua, vennero pure applicate a parecchie

Digitized by Google

glandule; ma solo alcuni dei tentacoli si mossero, e questi molto lentamente e leggermente. Dei mezzi minimi di questa stessa mistura posti sui dischi di alcune foglie non produssero, con mia sorpresa, veruna inflessione nel corso di 48 ore. Allora si diedero ad esse dei pezzi di carne, ed il giorno dopo erano bene incurvate, ad onta che alcune delle glandule del disco fossero state rese affatto incolore. Due foglie vennero immerse nella stessa mistura, ma solo per 4 ore; esse non furono incurvate, ed essendo state lasciate dipoi per 2 ore e 30 minuti in una soluzione (un grano in un'oncia) di carbonato d'ammoniaca, le loro glandule furono annerite, i loro tentacoli incurvati, ed il protoplasma entro le loro cellule fu aggregato. Appare da questi fatti che una mistura di quattro goccie di glicerina in un'oncia d'acqua non è velenosa, ed eccita pochissima inflessione; ma che la glicerina pura è velenosa, e se viene applicata in quantità assai minute alle glandule dei tentacoli esterni, produce il loro incurvamento.

Effetti dell'immersione nell'acqua ed in varie soluzioni sull'azione successiva del fosfato e del carbonato d'ammoniaca. — Abbiamo veduto nei capitoli terzo e settimo, che l'immersione nell'acqua distillata cagiona dopo un certo tempo qualche grado di aggregazione del protoplasma, ed una quantità moderata d'inflessione, specialmente nel caso di piante che siano state tenute ad una temperatura piuttosto alta. L'acqua non eccita una copiosa secrezione di muco. Abbiamo qui da considerare gli effetti dell'immersione in vari fluidi sull'azione successiva di sali d'ammoniaca e d'altri stimolanti. A quattro foglie, ch'erano state lasciate per 24 ore nell'acqua, furono dati dei pezzi di carne, ma non li abbracciarono. Dieci foglie, dopo un'immersione simile, furono lasciate per 24 ore in una soluzione potente (1 grano in 20 once) di fosfato d'ammoniaca, e soltanto una mostrò appunto una traccia d'inflessione. Tre di queste foglie, essendo state lasciate per un altro giorno nella soluzione, rimasero ancora del tutto intatte. Quando però qualcuna di queste foglie, che era stata prima immersa nell'acqua per 24 ore, e poi nel fosfato per 24 ore, fu posta in una soluzione di carbonato d'ammoniaca (una parte in 218 d'acqua), il protoplasma nelle cellule dei tentacoli divenne in alcune ore fortemente aggregato, mostrando che questo sale era stato assorbito ed avea avuto effetto.

Una breve immersione nell'acqua per 20 minuti non ritardò la successiva azione del fosfato, o di scheggie di vetro poste sulle glandule; ma in due esempi un'immersione per 50 minuti tolse ogni influenza ad una soluzione di canfora. Parecchie foglie ch'erano state lasciate per 20 minuti in una soluzione d'una parte di zucchero bianco in 218 d'acqua, furono poste nella soluzione di fosfato, l'azione del quale fu ritardata; laddove una soluzione mista di zucchero non influì menomamente sugli effetti dell'ultimo. Tre foglie, dopo essere state immerse per 20 minuti nella soluzione di zucchero, furono poste in una soluzione di carbonato d'ammoniaca (una parte in 218 d'acqua); in 2 o 3 minuti le glandule furono annerite, e dopo 7 minuti i tentacoli erano considerevolmente incurvati, sicchè la soluzione di zucchero, benchè abbia ritardato l'azione del fosfato, non ritardò quella del carbonato. L'immersione per 20 minuti in una soluzione simile di gomma arabica, non ebbe influenza ritardante sul fosfato. Tre foglie furono lasciate per 20 minuti in una mistura di una parte d'alcool in sette parti d'acqua, e poi messe nella soluzione di fosfato: in 2 ore e 15 minuti vi fu una traccia d'inflessione in una foglia, ed in 5 ore e 30 minuti una seconda fu leggermente attaccata; l'inflessione in seguito aumentò, quantunque con lentezza. Quindi l'alcool diluito, che, come vedremo, è proprio appena velenoso, ritarda evidentemente l'azione successiva del fosfato.

Fu mostrato nell'ultimo capitolo che le foglie, che non s'incurvarono per mezzo dell'immersione per quasi un giorno in soluzioni di vari sali ed acidi, si comportarono molto diversamente quando vennero successivamente poste nella soluzione di fosfato. Do qui una tavola che riassume i risultati.

Digitized by Google

Nome dei sali ed acidi in soluzione	Periodo d'immersione delle foglie in soluzioni d'una parte in 437 d'acqua	Effetti prodotti sulle foglie dalla loro immersione successiva per periodi determinati in una soluzione d'una parte di fosfato d'ammoniaca in 8750 d'acqua, o 1 grano in 20 once
Cloruro di rubidio	22 ore	Dopo 30 minuti forte inflessione dei tentacoli.
Carbonato di potassio	20 minuti	Quasi veruna inflessione innanzi che non fossero trascorse 5 ore.
Acetato di calcio	24 ore	Dopo 24 ore leggerissima inflessione.
Nitrato di calcio	24 ore	Id. id.
Acetato di magnesio	22 ore	Un po' d'inflessione leggiera, che divenne ben pronunciata in 24 ore.
Nitrato di magnesio	22 ore	Dopo 4 ore e 30 minuti un bel grado d'inflessione, che non aumentò mai.
Cloruro di magnesio	22 ore	Dopo alcuni minuti grande inflessione; dopo 4 ore tutte e quattro le foglie con quasi ogni tentacolo strettamente incurvato.
Acetato di bario	22 ore	Dopo 24 ore, di quattro foglie due leggermente incurvate.
Nitrato di bario	22 ore	Dopo 30 minuti una foglia incurvata assai ed altre due moderatamente; esse rimasero così per 24 ore.
Acetato di stronzio	22 ore	Dopo 25 minuti due foglie assai incurvate; dopo 8 ore una terza foglia incurvata moderatamente e la quarta assai leggermente. Tutte e quattro restarono così per 24 ore.
Nitrato di stronzio	22 ore	Dopo 8 ore, di cinque foglie tre incurvate moderatamente; dopo 24 ore tutte e cinque in questo stato; ma nessuna incurvata strettamente.
Cloruro d'alluminio	24 ore	Tre foglie, che erano state attaccate dal cloruro leggermente o non l'erano state punto, divennero dopo 7 ore e 30 minuti incurvate piuttosto strettamente.
Nitrato d'alluminio	24 ore	Dopo 25 ore effetto leggiero ed incerto.
Cloruro di piombo	23 ore	Dopo 24 ore due foglie alquanto incurvate, la terza pochissimo; e così restarono.
Cloruro di manganese	22 ore	Dopo 48 ore non la minima inflessione.
Acido lattico	48 ore	Dopo 24 ore una traccia d'inflessione in alcuni tentacoli, le cui glandule non erano state uccise dall'acido.
Acido tannico	24 ore	Dopo 24 ore veruna inflessione.
Acido tartarico	24 ore	Id. id.
Acido citrico	24 ore	Dopo 50 minuti tentacoli decisamente incurvati, e dopo 5 ore fortemente incurvati; così restarono per le prossime 24 ore.
Acido formico	22 ore	Non osservate finchè non furono trascorse 24 ore; i tentacoli considerevolmente incurvati e il protoplasma aggregato.

Digitized by Google

In una grande maggioranza di questi venti casi, un grado diverso d'inflessione fu lentamente cagionato dal fosfato. In quattro casi tuttavia l'inflessione fu rapida, avendo avuto luogo in meno di mezz'ora, od al più in 50 minuti. In tre casi il fosfato non produsse il minimo effetto. Ora, che cosa dobbiamo argomentare da questi fatti? Sappiamo da dieci prove che l'immersione per 24 ore nell'acqua distillata impedisce l'azione successiva del fosfato. Sembrerebbe quindi che le soluzioni di cloruro di manganese, e degli acidi tannico e tartarico, che non sono velenosi, agissero esattamente come l'acqua, giacchè il fosfato produsse, dopo un considerevole intervallo di tempo, solamente un effetto leggiero. D'altro canto, le foglie che erano state immerse nelle soluzioni di cloruro di rubidio e magnesio, di acetato di stronzio, di nitrato di bario e d'acido citrico, subirono presto l'azione del fosfato. Ora, fu assorbita acqua da queste cinque deboli soluzioni, e tuttavia, per la presenza dei sali, non impedì l'azione del fosfato? O non possiamo noi supporre (1), che gl'interstizi delle pareti delle glandule fossero otturati dalle molecole di queste cinque sostanze, in modo da renderle impermeabili all'acqua, giacchè, se fosse entrata acqua, noi sappiamo da dieci prove, che il fosfato non avrebbe dipoi prodotto verun effetto? Sembra inoltre che le molecole di carbonato d'ammoniaca possano passare rapidamente nelle glandule che, per essere state immerse per 20 minuti in una debole soluzione di zucchero, o assorbono il fosfato, o subiscono la sua influenza assai lentamente. D'altro canto, sembra che le glandule, in qualunque modo siano state trattate, permettano facilmente la susseguente entrata delle molecole di carbonato d'ammoniaca. Così, delle foglie ch'erano state immerse in una soluzione (d'una parte in 437 d'acqua) di nitrato di potassa per 48 ore, — di solfato di potassa per 24 ore, — e di cloruro di potassa per 25 ore, — essendo state poste in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua, ebbero le loro glandule annerite immediatamente, e dopo un'ora i loro tentacoli alquanto incurvati, ed il protoplasma aggregato. Ma sarebbe un cómpito senza fine il cercar di determinare gli effetti maravigliosamente differenti di varie soluzioni sulla Drosera.

Alcool (una parte in sette d'acqua). — È stato già mostrato che mezzi minimi di questa forza, posti sui dischi di foglie, non producono nessuna inflessione, e che quando, dopo due giorni, si danno alle foglie dei pezzi di carne, esse s'incurvano fortemente. Quattro foglie furono immerse in questa mistura, e due di esse, dopo 30 minuti, vennero spazzolate con una spazzola di peli di camello, come le foglie nella soluzione di canfora; ma ciò non produsse nessun effetto. Nè, essendo state lasciate per 24 ore nell'alcool diluito, queste quattro foglie subirono alcun incurvamento. Allora esse vennero levate; una ne fu posta in un'infusione di carne cruda, e sui dischi delle altre tre, coi loro gambi nell'acqua, si posero dei pezzi di carne. Il giorno seguente una sembrava un poco

(1) Vedi i curiosi esperimenti del dott. M. TRAUBE sulla produzione delle cellule artificiali, e sulla loro permeabilità a vari sali, descritti nelle sue note: *Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose*, Breslau 1866; ed *Experimente zur physicalischen Erklärung der Bildung der Zellhaut, ihres Wachsthums durch Intussusception*, Breslau 1874. Queste ricerche spiegano forse i miei risultati. Il dott. TRAUBE adoperò comunemente come una membrana il precipitato che si forma quando l'acido tannico viene in contatto con una soluzione di gelatina. Facendo che abbia luogo simultaneamente una precipitazione di solfato di bario, la membrana viene « infiltrata » da questo sale; ed in conseguenza dell'intercalazione di molecole di solfato di bario fra quelle del precipitato di gelatina, gl'interstizi molecolari nella membrana si fanno più piccoli. In questa condizione alterata, la membrana non permette più a lungo il passaggio, attraverso di sè, nè del fosfato di ammoniaca nè del nitrato di bario, benchè mantenga la sua permeabilità per l'acqua ed il cloruro d'ammoniaca.

Digitized by Google

danneggiata, mentre altre due mostravano semplicemente una traccia d'inflessione. Dobbiamo pertanto tenere a mente che l'immersione per 24 ore nell'acqua impedisce alle foglie d'abbracciar la carne. Dunque l'alcool della suddetta forza non è velenoso, nè eccita le foglie come la canfora.

Il vapore d'alcool agisce diversamente. Una pianta che aveva tre buone foglie fu lasciata per 25 minuti sotto un recipiente della capacità di 19 once, con sessanta minimi d'alcool in un vetro d'orologio. Non ne seguì nessun movimento, ma alcune poche glandule furono annerite e raggrinzate, mentre molte divennero affatto pallide. Queste erano sparse su tutte le foglie nel modo più irregolare, che mi rammentava la maniera con cui le glandule erano state attaccate dal vapore di carbonato d'ammoniaca. Immediatamente dopo che fu tolto il recipiente, si posero dei pezzettini di carne cruda su molte delle glandule, scegliendosi specialmente quelle che avevano mantenuto il proprio colore. Però non un solo tentacolo s'incurvò durante le prossime 4 ore. Dopo le prime due ore le glandule su tutti i tentacoli cominciarono ad asciugarsi, ed il mattino seguente, dopo 22 ore, tutte e tre le foglie apparivano quasi morte, colle loro glandule secche; i tentacoli sopra una foglia soltanto erano incurvati parzialmente.

Una seconda pianta fu lasciata per soli cinque minuti con un po' d'alcool in un vetro d'orologio, sotto un recipiente di 12 once, e si posero poi dei pezzettini di carne sulle glandule di parecchie foglie. Dopo 10 minuti alcune di esse cominciarono ad incurvarsi verso l'interno, e dopo 55 minuti quasi tutte erano incurvate considerevolmente; ma alcune non si mossero. Qui è probabile, ma per nessun conto certo, un po' d'effetto anestetico. Anche una terza pianta venne lasciata per 5 minuti sotto lo stesso vasetto, con l'intera sua superficie interna bagnata da una dozzina circa di goccie d'alcool. Dei pezzettini di carne furono ora posti sulle glandule di parecchi tentacoli, alcuni dei quali pei primi cominciarono a muoversi in 25 minuti; dopo 40 minuti la maggior parte di essi erano alquanto incurvati, e dopo un'ora e 10 minuti quasi tutti erano incurvati considerabilmente. Dal loro modo lento di movimento non vi può esser dubbio che le glandule di questi tentacoli fossero state rese insensibili per un certo tempo dall'esposizione per 5 minuti al vapore d'alcool.

Vapore di cloroformio. — L'azione di questo vapore sulla Drosera è molto variabile, dipendendo, come io suppongo, dalla costituzione o dall'età della pianta, o da qualche condizione sconosciuta. Esso fa talvolta muovere i tentacoli con straordinaria rapidità, e talvolta non produce questo effetto. Le glandule sono talora rese insensibili per un certo tempo all'azione della carne cruda, ma talora non sono attaccate così, o lo sono in grado assai leggiero. Una pianta si rimette del danno cagionatole da una piccola dose, ma viene facilmente uccisa da una più grande.

Una pianta fu lasciata per 30 minuti sotto una campana di vetro della capacità di 19 once fluide (milligrammi 539,6) con otto goccie di cloroformio, e prima che si togliesse il coperchio, la maggior parte dei tentacoli s'incurvarono molto, benchè non raggiungessero il centro. Dopochè fu tolto il coperchio, si posero dei pezzi di carne sulle glandule di parecchi dei tentacoli alquanto incurvati; dopo 6 ore e 30 minuti si trovarono queste glandule molto annerite, ma non seguì ulteriore movimento. Dopo 24 ore le foglie apparivano quasi morte.

Una campana di vetro minore, capace di 12 once fluide (milligrammi 340,8) venne ora adoperata, ed una pianta fu lasciata per 90 secondi sotto di essa, con due goccie di cloroformio soltanto. Immediatamente dopo tolto il vetro, tutti i tentacoli si curvarono verso l'interno in modo da reggersi perpendicolarmente; e se ne potevano vedere effettivamente alcuni moversi con rapidità straordinaria a piccoli salti, e perciò in modo non naturale; ma essi non rag-

Digitized by Google

giunsero mai il centro. Dopo 22 ore si ri-tesero completamente, ed essendo stata posta della carne sulle loro glandule, o venendo toccati bruscamente con uno spillo, s'incurvarono prontamente; sicchè queste foglie non erano state menomamente danneggiate.

Un'altra pianta venne posta sotto la stessa piccola campana di vetro con tre goccie di cloroformio, e prima che due minuti fossero trascorsi, i tentacoli cominciarono ad arricciarsi verso l'interno a piccoli balzi rapidi. Il vetro venne poi tolto, e nel corso d'altri due o tre minuti, quasi ogni tentacolo raggiunse il centro. In parecchie altre occasioni il vapore non eccitò nessun movimento di tal genere.

Sembra vi sia grande variabilità nel grado e nel modo in cui il cloroformio rende le glandule insensibili all'azione successiva della carne. Nell'ultima pianta trattata, che fu esposta per 2 minuti a tre goccie di cloroformio, alcuni pochi tentacoli curvaronsi all'insù solamente fino ad una posizione perpendicolare, e dei pezzettini di carne furono messi sulle loro glandule; ciò li fece cominciare a muoversi, ma si mossero sì lentamente, che non raggiunsero il centro finchè non fu trascorsa un'ora e 30 minuti. Un'altra pianta fu esposta in simile maniera, cioè, per 2 minuti a tre goccie di cloroformio, ed essendo state poste delle particelle di carne sulle glandule di parecchi tentacoli, che s'erano curvati fino alla posizione perpendicolare, uno di essi cominciò a piegarsi in 8 minuti, ma si mosse di poi con grande lentezza, mentre nessuno degli altri tentacoli si mosse per i 40 minuti seguenti. Tuttavia, in un'ora e 45 minuti dal tempo in cui erano stati dati i pezzi di carne, tutti i tentacoli raggiunsero il centro. In questo caso era stato evidentemente prodotto qualche leggiero effetto anestetico. Il giorno seguente la pianta s'era perfettamente rimessa.

Un'altra pianta che portava due foglie fu esposta, per 2 minuti, sotto il vaso di 19 once, a due goccie di cloroformio; fu poi estratta ed esaminata; fu di nuovo esposta per 2 minuti a due goccie; levata e ri-esposta per 3 minuti a tre goccie; sicchè in tutto fu alternativamente all'aria, e durante 7 minuti al vapore di sette goccie di cloroformio. Si posero ora dei pezzi di carne su tredici glandule delle due foglie. Sopra una di queste foglie, un solo tentacolo cominciò a muoversi per primo in 40 minuti, ed altri due lo fecero in 54 minuti. Sulla seconda foglia alcuni tentacoli si mossero pei primi in un'ora e 11 minuti. Dopo 2 ore molti tentacoli, su ambedue le foglie, erano incurvati; ma entro questo tempo nessuno aveva raggiunto il centro. In questo caso non vi potrebb'essere il minimo dubbio che il cloroformio non abbia esercitato un'influenza anestetica sulle foglie.

D'altra parte, un'altra pianta fu esposta sotto lo stesso vaso per un tempo molto più lungo, cioè per 20 minuti, ad una quantità di cloroformio doppia della precedente. Furono poscia posti dei pezzi di carne sulle glandule di molti tentacoli, e tutti, con un'unica eccezione, raggiunsero il centro in 13 a 14 minuti. In questo caso fu prodotto poco o nessun effetto anestetico, e non so come conciliare questi risultati discordanti.

Vapore d'etere solforico. — Una pianta fu esposta per 30 minuti a trenta minimi di questo etere in un vaso della capacità di 19 once; e si posero dipoi dei pezzi di carne cruda su molte glandule ch'erano diventate di color pallido; ma non si mosse nessun tentacolo. Dopo 6 ore e 30 minuti le foglie apparvero malaticcie, e le glandule del disco erano quasi secche. Il seguente mattino molti dei tentacoli erano morti, come lo erano tutti quelli su cui era stata posta della carne; venendo così dimostrato che dalla carne era stata assorbita della materia che aveva aumentati i cattivi effetti del vapore. Dopo quattro giorni la pianta stessa morì. Un'altra pianta venne esposta nello stesso vaso per 15

Digitized by Google

minuti a quaranta minimi. Una foglia giovane, piccola e tenera ebbe tutti i suoi tentacoli incurvati, e sembrava molto danneggiata. Si posero dei pezzi di carne cruda su parecchie glandule d'altre due foglie più vecchie. Queste glandule divennero secche dopo 6 ore, e sembravano danneggiate; i tentacoli non si mossero mai, tranne uno che era alla fine un po' incurvato. Le glandule di questi altri tentacoli continuarono a secernere ed apparvero illese, ma l'intera foglia divenne, dopo tre giorni, molto malaticcia.

Nei due esperimenti precedenti le dosi erano evidentemente troppo grandi e velenose. Con dosi più deboli, l'effetto anestetico fu variabile, come nel caso del cloroformio. Una pianta fu esposta per 5 minuti a dieci goccie sotto un vaso di 12 once, e si posero poi dei pezzi di carne su molte glandule. Nessuno dei tentacoli trattati in tal guisa cominciò a moversi finchè non furono trascorsi 40 minuti; ma allora qualcuno d'essi si mosse molto rapidamente, sicchè due raggiunsero il centro dopo un altro intervallo di 10 minuti soltanto. In 2 ore e 12 minuti dal tempo in cui s'era data la carne, tutti i tentacoli raggiunsero il centro. Un'altra pianta con due foglie fu esposta nello stesso vaso per 5 minuti ad una dose piuttosto più grande d'etere, e si posero dei pezzi di carne su parecchie glandule. In questo caso un tentacolo su ogni foglia cominciò a piegarsi in 5 minuti, e dopo 12 minuti, due tentacoli sopra una foglia, ed uno sulla seconda, raggiunsero il centro. In 30 minuti dopo che s'era data la carne, tutti i tentacoli, sì quelli con la carne che quelli senza questa, erano strettamente incurvati, sicchè l'etere aveva evidentemente stimolate queste foglie, facendo piegar tutti i tentacoli.

Vapore d'etere nitrico. — Questo vapore pare più dannoso di quello d'etere solforico. Una pianta venne esposta per 5 minuti, in un vaso da 12 once, ad otto goccie in un vetro d'orologio, ed io vidi distintamente alcuni tentacoli arricciarsi verso l'interno prima che si togliesse il vetro Subito dopo, si posero su tre glandule dei pezzi di carne, ma non ne seguì alcun movimento nel corso di 18 minuti. La stessa pianta venne posta di nuovo sotto lo stesso vaso per 16 minuti, con dieci goccie d'etere. Veruno dei tentacoli si mosse, ed il mattino seguente quelli con la carne erano ancora nella medesima posizione. Dopo 48 ore, una foglia sembrava sana, ma le altre erano molto danneggiate.

Un'altra pianta, che aveva due foglie buone, venne esposta per 6 minuti, sotto un vaso di 19 once, al vapore di dieci minimi d'etere, e si posero poi dei pezzi di carne sulle glandule di molti tentacoli d'ambedue le foglie. Dopo 36 minuti parecchi d'essi, sopra una foglia, s'incurvarono, e dopo un'ora quasi tutti i tentacoli, tanto con carne, come senza questa, raggiunsero quasi il centro. Sull'altra foglia, le glandule cominciarono ad asciugarsi in un'ora e 40 minuti, e dopo parecchie ore neppure un tentacolo era incurvato; ma il mattino seguente, dopo 21 ore, molti ne erano incurvati, quantunque paressero molto danneggiati. In questo esperimento e nel precedente, è incerto, in conseguenza del danno che le foglie avevano patito, se sia stato prodotto alcun effetto anestetico.

Una terza pianta, che aveva due buone foglie, fu esposta per 4 minuti soltanto nel vaso di 19 once al vapore di sei goccie. Si posero poi dei pezzi di carne sulle glandule di sette tentacoli sulla stessa foglia. Una sola foglia si mosse dopo un'ora e 23 minuti; dopo 2 ore e 3 minuti parecchie erano incurvate, e dopo 3 ore e 3 minuti, tutti i sette tentacoli con carne erano bene incurvati. Dalla lentezza di questi movimenti risulta chiaramente che questa foglia era stata resa insensibile per un certo tempo all'azione della carne. Una seconda foglia venne attaccata piuttosto diversamente; si posero dei pezzi di carne sulle glandule di cinque tentacoli, tre dei quali furono leggermente incurvati in 28 minuti; dopo un'ora e 21 minuti uno raggiunse il centro, ma gli altri due erano ancora incurvati leggermente soltanto; dopo 3 ore essi erano incurvati molto più; ma anche dopo 5 ore e 16

Digitized by Google

minuti tutte cinque non avevano raggiunto il centro. Quantunque qualcuno dei tentacoli cominciasse a muoversi moderatamente presto, si mossero essi dipoi con estrema lentezza. Il seguente mattino, dopo 20 ore, la maggior parte dei tentacoli su ambedue le foglie erano incurvati strettamente, ma non in modo interamente regolare. Dopo 48 ore nè l'una nè l'altra foglia apparvero danneggiate, benchè i tentacoli fossero ancora incurvati; dopo 72 ore una era quasi morta, mentre l'altra si ri-tendeva e si ristabiliva.

Acido carbonico. — Una pianta fu posta sotto una campana di vetro di 122 once riempita con questo gas, e che stava sopra acqua; ma io non lasciai che avesse luogo sufficientemente l'assorbimento del gas per mezzo dell'acqua, di modo che verso l'ultima parte dell'esperimento fu attirata dentro un po' d'aria. Dopo un'esposizione di due ore, la pianta fu levata, e si posero dei pezzi di carne cruda sulle glandule di tre foglie. Una di queste foglie pendeva un po' all'ingiù, e fu coperta dapprima parzialmente, e presto dopo completamente dall'acqua, che s'elevava entro il vaso di mano in mano che il gas veniva assorbito. Su questa ultima foglia i tentacoli, a cui s'era dato carne, divennero bene incurvati in 2 minuti e 30 secondi; cioè, alla maniera press'a poco regolare; sicchè, fino a che mi ricordai che la foglia era stata protetta dal gas, e poteva forse aver assorbito dell'ossigeno dall'acqua che era continuamente attirata dentro, conchiusi falsamente che l'acido carbonico non aveva prodotto nessun effetto. Sulle altre due foglie, i tentacoli con carne si comportarono molto diversamente da quelli della prima foglia; due di essi pei primi cominciarono a muoversi leggermente in un'ora e 40 minuti, sempre calcolando da quando s'era posta la carne sulle glandule — erano incurvati distintamente in 2 ore e 22 minuti — ed in 3 ore e 22 minuti raggiunsero il centro. Altri tre tentacoli non cominciarono a muoversi finchè non furono trascorse 2 ore e 20 minuti, ma raggiunsero il centro circa contemporaneamente agli altri, cioè in 3 ore e 22 minuti.

Questo esperimento fu ripetuto parecchie volte quasi con gli stessi risultati, tranne che l'intervallo, prima che i tentacoli cominciassero a muoversi, variò un poco. Darò solo un altro caso. Una pianta venne esposta per 45 minuti al gas nello stesso vaso, e poi si posero dei pezzi di carne su quattro glandule. Ma i tentacoli non si mossero per un'ora e 40 minuti; dopo 2 ore e 30 minuti tutti e quattro erano bene incurvati, e dopo 3 ore raggiunsero il centro.

Avvenne talvolta, ma assolutamente non sempre, il seguente fenomeno singolare. Una pianta fu immersa per 2 ore, e poi si posero dei pezzi di carne su parecchie glandule. Nel corso di 13 minuti *tutti* i tentacoli submarginali sopra una foglia s'incurvarono considerevolmente; quelli con la carne neppure in grado minimo più degli altri. Sopra una seconda foglia, ch'era piuttosto vecchia, i tentacoli con carne, nonchè alcuni altri, erano incurvati moderatamente. Sopra una terza foglia tutti i tentacoli erano incurvati strettamente, benchè non si avesse messa carne su alcuna delle glandule. Io presumo si possa attribuire questo movimento all'eccitazione cagionata dall'assorbimento d'ossigeno. L'ultima foglia menzionata, a cui non era stata data carne, era pienamente ri-tesa dopo 24 ore; laddove le altre due foglie avevano tutti i loro tentacoli strettamente incurvati sopra i pezzi di carne che a quest'ora erano stati portati ai loro centri. Così queste tre foglie si erano perfettamente rimesse dagli effetti del gas nel corso di 24 ore.

In un'altra occasione a qualche bella pianta, dopo che fu lasciata per 2 ore nel gas, vennero dati immediatamente dei pezzi di carne nel modo usuale, ed esposte quindi le piante all'aria, la maggior parte dei loro tentacoli s'incurvò in 12 minuti in posizione verticale o subverticale, ma in maniera estremamente irregolare; soltanto alcuni sopra un lato della foglia ed alcuni sopra un altro. Essi rimasero in questa posizione per qualche tempo; mentre i tentacoli coi pezzi di carne non

Digitized by Google

s'erano mossi dapprima più rapidamente o più oltre verso l'interno di quelli senza carne. Ma dopo 2 ore e 20 minuti i primi cominciarono a muoversi, e continuarono costantemente a curvarsi, finchè raggiunsero il centro. Il mattino seguente, dopo 22 ore, tutti i tentacoli su queste foglie erano strettamente abbracciati sulla carne ch'era stata portata sui loro centri; mentre i tentacoli verticali e subverticali sulle altre foglie, a cui non era stata data carne, s'erano completamente ri-tesi. Giudicando tuttavia dall'azione successiva d'una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca sopra una di queste ultime foglie, essa non aveva in 22 ore ricuperato perfettamente la sua eccitabilità ed il potere di movimento; ma un'altra foglia, dopo altre 24 ore, s'era completamente rimessa, giudicando dalla maniera con cui abbracciò una mosca posta sul suo disco.

Darò soltanto un altro esperimento. Dopo l'esposizione d'una pianta al gas per 2 ore, una delle sue foglie venne immersa in una soluzione piuttosto forte di carbonato d'ammoniaca, insieme ad una foglia fresca di un'altra pianta. L'ultima ebbe la maggior parte de' suoi tentacoli fortemente incurvati entro 30 ore; mentre la foglia ch'era stata esposta all'acido carbonico, rimase per 24 ore nella soluzione senza subire inflessione, ad eccezione di due tentacoli. Questa foglia era stata quasi completamente paralizzata, e non potè ricuperare la sua sensibilità mentr'era ancora nella soluzione, la quale, per essere stata fatta con acqua distillata, conteneva probabilmente poco ossigeno.

Osservazioni conclusionali sugli effetti degli agenti precedenti. — Siccome le glandule, quando vengono eccitate, trasmettono dell'influenza ai tentacoli circostanti, facendoli piegare e facendo gemere dalle loro glandule una quantità aumentata di secrezione modificata, desideravo ansiosamente di determinare se le foglie contenevano qualche elemento della natura del tessuto nervoso, che, quantunque non continuo, serve come canale di trasmissione. Ciò m'indusse a provare i diversi alcaloidi ed altre sostanze, di cui si sa che esercitano una forte influenza sul sistema nervoso degli animali. Fui dapprima incoraggiato nelle mie prove dal trovare che la stricnina, la digitalina e la nicotina, che agiscono tutte sul sistema nervoso, erano velenose per la Drosera, e cagionavano una certa quantità d'inflessione. L'acido cianidrico inoltre che è un veleno sì mortale per gli animali, cagionò rapido movimento dei tentacoli. Ma poichè parecchi acidi innocui, quantunque molto diluiti, come il benzoico, l'acetico, ecc., non che alcuni olii essenziali, sono estremamente velenosi per la Drosera, e cagionano presto forte inflessione, sembra probabile che la stricnina, la nicotina, la digitalina e l'acido cianidrico eccitino inflessione agendo su elementi per nessun conto analoghi alle cellule nervose degli animali. Se elementi di quest'ultima natura fossero stati presenti nelle foglie, s'avrebbe potuto aspettarsi che la morfina, il giusquiamo, l'atropina, la veratrina, la colchicina, il curaro e l'alcool diluito producessero qualche effetto pronunciato; mentre queste sostanze non sono velenose e non hanno alcuna forza, o l'hanno soltanto assai leggiera, da produrre inflessione. Si dovrebbe però osservare che il curaro, la colchicina e la veratrina sono veleni muscolari, cioè, agiscono sui nervi che hanno qualche relazione speciale coi muscoli, e perciò non si potrebbe attendersi che agissero sulla Drosera. Il

Digitized by Google

veleno del cobra è sommamente mortale per gli animali, paralizzando i loro centri nervosi (1), tuttavia non è minimamente tale per la Drosera, benchè cagioni rapidamente forte inflessione.

Ad onta dei fatti precedenti, che mostrano quanto differente è l'effetto di certe sostanze sulla salute o la vita degli animali e della Drosera, tuttavia esiste un certo grado di parallelismo nell'azione di certe altre sostanze. Abbiamo veduto che questo caso si effettua in modo sorprendente riguardo ai sali di sodio e potassio. Inoltre vari sali ed acidi metallici, cioè quelli d'argento, mercurio, oro, stagno, arsenico, cromo, rame e platino, dei quali la maggior parte o tutti, sono altamente velenosi per gli animali, lo sono in egual modo per la Drosera. Ma è un fatto singolare che il cloruro di piombo e due sali di bario non siano stati velenosi per questa pianta. È un fatto egualmente strano, che, quantunque gli acidi acetico e propionico siano altamente velenosi, il loro affine, l'acido formico, non lo sia; e che, mentre certi acidi vegetabili, cioè l'ossalico, il benzoico, ecc. sono velenosi in alto grado, il gallico, il tannico, il tartarico ed il malico (tutti diluiti in ugual grado) non lo siano. L'acido malico produce inflessione, mentre gli altri tre acidi vegetabili or ora nominati non hanno questa facoltà. Ma si richiederebbe una farmacopea per descrivere gli effetti differenti di varie sostanze sulla Drosera (2). Degli alcaloidi ed i loro sali che si provarono, parecchi non ebbero il minimo potere di cagionare inflessione; altri, che furono di certo assorbiti, come dimostra il colore mutato delle glandule, non ebbero che una limitatissima forza di questo genere; altri, finalmente, quali l'acetato di chinina e la digitalina, cagionarono forte inflessione.

Le diverse sostanze accennate in questo capitolo attaccano il colore delle glandule in modi molto differenti. Queste diventano spesso dapprima oscure, e poi molto pallide o bianche, come avvenne in modo notevole alle glandule sottoposte al veleno del cobra ed all'acetato di stricnina. In altri casi esse vengono fatte bianche sin da principio, come avviene di foglie poste nell'acqua calda ed in parecchi acidi; ed io presumo che questo sia il risultato della coagulazione dell'albume. Sulla stessa foglia alcune glandule diventano bianche ed altre di colore oscuro, come accadde alle foglie in una soluzione di solfato di chinina, e nel vapore d'alcool. L'immersione prolungata nella nicotina, nel curaro, ed anche nell'acqua, annerisce le glandule; e credo che ciò sia da attribuirsi all'aggregazione del protoplasma entro

(1) Dr. Fayrer, *The Thanatophidia of India* (*La Tanatofidia dell'India*), 1872, p. 4.

(2) Vedendo che gli acidi acetico, cianidrico e cromico, l'acetato di stricnina ed il vapore di etere sono velenosi per la Drosera, è rimarchevole che il dott. Ransom (*Philosoph. Transact.*, 1867, p. 480), che usò soluzioni di queste sostanze molto più forti delle mie, riferisca « che la contrattività ritmica del tuorlo (delle uova del luccio) non riceve influenza materiale da alcuno dei veleni usati, che non agirono chimicamente, ad eccezione del cloroformio e dell'acido carbonico ». Trovo riportato da parecchi scrittori che il curaro non ha influenza sul sarcode o protoplasma, ed abbiamo veduto che, quantunque il curaro ecciti qualche grado d'inflessione, esso cagiona piccolissima aggregazione del protoplasma.

Digitized by Google

le loro celle. Tuttavia il curaro cagionò piccolissima aggregazione nelle cellule dei tentacoli, mentre la nicotina ed il solfato di chinina cagionarono aggregazione fortemente pronunciata fino alle loro basi. Le masse aggregate nelle foglie, che erano state immerse per 3 ore e 15 minuti in una soluzione satura di solfato di chinina, offrivano continui cambiamenti di forma, ma dopo 24 ore erano immobili; la foglia era flaccida ed evidentemente morta. D'altro canto, nelle foglie sottoposte per 48 ore ad una forte dose di veleno del cobra, le masse protoplasmiche erano straordinariamente attive, mentre negli animali superiori i cigli vibratili ed i corpuscoli bianchi del sangue sembrano venir paralizzati rapidamente da questa sostanza.

Coi sali alcalini e terrosi, la natura della base, e non quella dell'acido, determina la loro azione fisiologica sulla Drosera, come avviene negli animali; ma questa regola si applica a mala pena ai sali di chinina e di stricnina, perocchè l'acetato di chinina cagiona molto maggiore inflessione del solfato ed ambedue sono velenosi, mentre il nitrato di chinina non è velenoso, e produce incurvamento assai più lentamente dell'acetato. Anche l'azione del citrato di stricnina è alquanto differente da quella del solfato.

Le foglie che sono state immerse per 24 ore nell'acqua, e per 20 minuti solamente nell'alcool diluito, o in una debole soluzione di zucchero, subiscono dipoi l'influenza del fosfato d'ammoniaca con grande lentezza, o non la subiscono affatto quantunque subiscano rapidamente quella del carbonato. L'immersione per 20 minuti in una soluzione di gomma arabica non ha un tal potere inibitorio. Le soluzioni di certi sali ed acidi attaccano le foglie, per quanto concerne l'azione successiva del fosfato esattamente come l'acqua, mentre altre lasciano che il fosfato agisca dipoi con rapidità ed energia. In quest'ultimo caso, può darsi che gl'interstizi delle parti delle cellule siano stati otturati dalle molecole dei sali dati prima in soluzione, sicchè l'acqua non potesse poi entrare, quantunque le molecole di fosfato potessero farlo ed ancor più facilmente quelle di carbonato.

L'azione della canfora disciolta nell'acqua è notevole, poichè non soltanto produce tosto inflessione, ma rende evidentemente le glandule assai sensitive alla irritazione meccanica; imperciocchè se esse vengono spazzolate con uno spazzolino molle, dopo esser state immerse nella soluzione per breve tempo, i tentacoli cominciano a piegarsi in due minuti circa. Può darsi però che lo spazzolare, benchè non sia uno stimolo sufficiente per se stesso, tenda ad eccitare il movimento rinforzando semplicemente l'azione diretta della canfora. Il vapore di canfora, d'altronde, serve di narcotico.

Alcuni olii essenziali, tanto in soluzione che in vapore, cagionano inflessione rapida, altri non hanno questa forza; quelli ch'io provai furono tutti velenosi.

L'alcool diluito (una parte in sette d'acqua) non è velenoso, non produce inflessione, nè aumenta la sensitività delle glandule all'irritazione meccanica. Il vapore agisce come narcotico od anestetico, e la lunga esposizione ad esso uccide le foglie.

Digitized by Google

I vapori di cloroformio, d'etere solforico e nitrico, agiscono in modo singolarmente variabile su differenti foglie, e sui diversi tentacoli della stessa foglia. Io suppongo che ciò sia la conseguenza della differenza dell'età e costituzione delle foglie e dell'essere certi tentacoli stati forse ultimamente in azione. Che questi vapori vengano assorbiti dalle glandule è mostrato dal loro colore cangiato; ma siccome altre piante non provvedute di glandule vengono attaccate da questi vapori è probabile che essi vengano assorbiti parimenti dagli stomi della Drosera. Essi eccitano talvolta un'inflessione straordinariamente rapida, ma questo non è un risultato invariabile. Se si lasciano agire anche per un tempo moderatamente lungo, uccidono le foglie; mentre una dose piccola agendo solo per breve tempo serve da narcotico od anestetico. In questo caso i tentacoli, si sieno essi incurvati o no, non vengono eccitati ad ulteriore movimento da pezzi di carne posti sulle loro glandule, finchè non sia trascorso un tempo considerevole. Si crede generalmente che negli animali e nelle piante questi vapori agiscano arrestando l'ossigenazione.

L'esposizione all'acido carbonico per 2 ore, ed in un caso per 45 minuti soltanto, rese del pari le glandule insensibili per un certo tempo allo stimolo della carne cruda. Le foglie ricuperarono tuttavia pienamente le loro forze, e non sembravano menomamente danneggiate, dopo essere state lasciate all'aria per 24 o 48 ore. Abbiamo veduto nel terzo capitolo che il processo d'aggregazione nelle foglie sottoposte per due ore a questo gas e poi immerse in una soluzione di carbonato d'ammoniaca viene molto ritardato, di modo che scorre un considerevole tratto di tempo prima che il protoplasma nelle cellule inferiori dei tentacoli diventi aggregato. In alcuni casi, tosto dopo che le foglie sono state allontanate dal gas e portate all'aria, i tentacoli si mossero spontaneamente; presumo si debba ciò attribuire all'eccitamento per l'accesso dell'ossigeno. Questi tentacoli incurvati però non poterono venir eccitati di poi ad alcun movimento ulteriore essendo state le loro glandule stimolate precedentemente. D'altre piante irritabili si sa (1) che l'esclusione dell'ossigeno impedisce il loro muoversi, ed arresta i movimenti del protoplasma entro le loro celle, ma questa interruzione è un fenomeno diverso dal ritardo del processo d'aggregazione a cui or ora si è accennato. Non so se quest'ultimo fatto sia da attribuirsi all'azione diretta dell'acido carbonico od all'esclusione dell'ossigeno.

(1) SACHS, *Traité de Bot.*, 1874, pp. 846, 1037.

Digitized by Google

Digitized by Google

CAPITOLO X.

SULLA SENSITIVITÀ DELLE FOGLIE E SULLE LINEE DI TRASMISSIONE DELL'IMPULSO MOTORE

Glandule e cime dei tentacoli soltanto sensitive. — Trasmissione dell'impulso motore giù pei picciuoli dei tentacoli ed attraverso la lamina della foglia. — L'aggregazione del protoplasma è un'azione riflessa. — Prima scarica dell'impulso motore subitanea. — Direzione dei movimenti dei tentacoli. — Impulso motore trasmesso attraverso il tessuto cellulare. — Meccanismo dei movimenti. — Natura dell'impulso motore. — Nuova tensione dei tentacoli.

Abbiamo veduto nei capitoli precedenti che molti stimolanti assai differenti, meccanici e chimici, eccitano il movimento dei tentacoli nonchè della lamina della foglia; dobbiamo ora considerare, primieramente, quali sono i punti irritabili o sensitivi, e secondariamente come viene trasmesso l'impulso motore da un punto all'altro. Le glandule sono quasi esclusivamente la sede dell'irritabilità; pure questa irritabilità deve estendersi per una brevissima distanza sotto di esse; poichè quando vennero mozzate con un paio di forbici molto affilate, senza essere menomamente toccate, i tentacoli spesso s'incurvarono. Questi tentacoli senza testa si ri-tesero frequentemente; e quando dipoi si posero sulle estremità mozzate delle goccie dei due stimolanti più potenti conosciuti, non fu prodotto nessun effetto. Nondimeno questi tentacoli senza testa sono atti ad un'inflessione successiva se vengono eccitati da un impulso mandato dal disco. Io riuscii in parecchie occasioni a schiacciare delle glandule fra sottili pinzette, ma ciò non eccitò nessun movimento; nè l'eccitarono carne cruda e sali d'ammoniaca, quando furono messi su tali glandule schiacciate. È probabile che fossero state uccise sì istantaneamente da non poter trasmettere verun impulso motore; poichè in sei casi osservati (in due dei quali però la glandula era interamente strappata) il protoplasma entro le cellule dei tentacoli non divenne aggregato; mentre in qualche tentacolo vicino, che s'era incurvato per essere stato toccato rozzamente colle pinzette, esso appariva bene aggregato. In ugual modo il protoplasma non diventa aggregato quando una foglia viene istantaneamente uccisa per esser tuffata nell'acqua bollente. D'altra parte, in parecchi casi in cui i tentacoli s'incurvarono dopo che le loro glandule erano state mozzate con forbici affilate, sopravvenne un grado d'aggregazione distinto quantunque moderato.

Digitized by Google

I picciuoli dei tentacoli vennero stropicciati rozzamente e ripetutamente; carne cruda ed altre sostanze eccitanti furono poste su di essi, tanto sulla superficie superiore vicino alla base che altrove; ma non ne seguì alcun movimento distinto. Alcuni pezzi di carne, dopo essere stati lasciati per un tempo considerevole sui picciuoli, vennero spinti su, in modo appunto da toccare le glandule, ed in un minuto i tentacoli cominciarono a piegarsi. Credo che la lamina della foglia non sia sensitiva a nessun stimolante. Cacciai la punta d'una lancetta attraverso le lamine di parecchie foglie, ed un ago tre o quattro volte attraverso diciannove foglie: nel primo caso non ne seguì verun movimento; ma una dozzina all'incirca delle foglie, ch'erano state ripetutamente punte, s'ebbe alcuni tentacoli irregolarmente incurvati. Siccome però le loro facce inferiori dovettero esser sostenute durante l'operazione, alcune delle glandule esterne, come pure di quelle sul disco possono essere state toccate; e ciò forse bastò a produrre il leggiero grado di movimento osservato. Nitschke (1) dice che il tagliare ed il pungere la foglia non eccitano movimento. Il peziolo della foglia è affatto insensibile.

Le pagine inferiori delle foglie portano numerose papille minute, che non secernono, ma hanno il potere d'assorbimento. Io credo che queste papille siano rudimenti di tentacoli altre volte esistenti insieme alle loro glandule. Si fecero molti esperimenti per determinare se le facce inferiori delle foglie potevano venir irritate in qualche modo, e così si esperimentarono trentasette foglie. Alcune vennero fregate per lungo tempo con un ago ottuso e su altre si posero goccie di latte e di altri fluidi eccitanti, carne cruda, mosche schiacciate e varie sostanze. Queste sostanze poterono divenire tosto secche, mostrando così che non era stata eccitata veruna secrezione. Perciò le inumidii con saliva, soluzioni d'ammoniaca, acido cloridrico debole, e spesso colla secrezione delle glandule d'altre foglie. Tenni pure alcune foglie, sulle cui facce inferiori s'erano posti degli oggetti eccitanti, sotto una campana di vetro umida; ma con tutta la mia cura non vidi mai alcun vero movimento. Fui tratto a fare tante prove perchè, contrariamente alla mia precedente esperienza, Nitschke riporta (2) che, dopo aver attaccato degli oggetti alle facce inferiori di foglie col mezzo della secrezione viscida, egli vide *replicatamente* i tentacoli (ed in un esempio la lamina) divenire riflessi. Questo movimento, se è vero, sarebbe in massimo grado anomalo; poichè esso implica che i tentacoli ricevano un impulso motore da una fonte non naturale, ed abbiano il potere di curvarsi in una direzione che è esattamente il rovescio di quella ad essi abituale; mentre questo potere non è del minimo profitto per la pianta, non potendo gli insetti aderire alle liscie pagine inferiori delle foglie.

Ho detto che non venne prodotto nessun effetto nei suddetti casi; ma ciò non è

(1) *Bot. Zeitung*, 1860, p. 234.
(2) *Bot. Zeitung*, 1860, p. 437.

Digitized by Google

strettamente vero, poichè in tre esempi fu aggiunto un po' di sciroppo ai pezzi di carne cruda sulle pagine inferiori delle foglie, per tenerli umidi per un certo tempo; e dopo 36 ore v'era una traccia di inflessione nei tentacoli d'una foglia, e certamente nella lamina di un'altra. Dopo altre dodici ore le glandule cominciarono ad asciugarsi, e tutte e tre le foglie sembravano molto danneggiate. Quattro foglie furono poi messe sotto un vetro a campana, coi loro gambi nell'acqua, con goccie di sciroppo sulle loro facce inferiori, ma senza carne. Due di queste foglie, dopo un giorno, avevano alcuni tentacoli riflessi. Le goccie avevano ora aumentato considerevolmente in grandezza, per avere bevuta dell'umidità, in modo da gocciolare giù pel di dietro dei tentacoli e dei gambi. Il secondo giorno, una foglia aveva la sua lamina molto riflessa; il terzo giorno i tentacoli di due erano molto riflessi, nonchè le lamine di tutte e quattro in grado maggiore o minore. La parte superiore d'una foglia invece d'essere, come prima, leggermente concava, presentava ora una forte convessità all'insù. Persino il quinto giorno le foglie non apparivano morte. Ora, siccome lo zucchero non eccita minimamente la Drosera, possiamo attribuire con sicurezza la riflessione delle lamine e dei tentacoli delle suddette foglie ad esosmosi nelle cellule ch'erano in contatto collo sciroppo, fattrice della loro conseguente contrazione. Quando si pongono delle goccie di sciroppo sulle foglie di piante colle loro radici ancora in terra umida, non ne segue inflessione, poichè le radici assorbono senza dubbio acqua, mano mano che essa viene perduta per esosmosi. Ma se le foglie mozzate vengono immerse in sciroppo od in qualche fluido denso, i tentacoli sono incurvati assai, benchè irregolarmente, assumendo qualcuno d'essi la forma di cavaturaccioli; e le foglie diventano tosto flaccide. Se esse vengono ora immerse in un fluido di gravità specifica bassa, i tentacoli si ri-tendono. Da questi fatti possiamo concludere che le goccie di sciroppo poste sulle facce inferiori delle foglie non agiscono eccitando un impulso motore che vien trasmesso ai tentacoli; ma che esse producono riflessione cagionando esosmosi. Il dott. Nitschke usò la secrezione per attaccare insetti al di dietro delle foglie; ed io suppongo che ne usasse una grande quantità, che per essere densa avrà forse causata esosmosi. Forse egli sperimentò su foglie mozzate, o su piante colle loro radici non provvedute abbastanza d'acqua. Quindi per quanto servono le nostre cognizioni presenti possiamo concludere che le glandule, insieme alle cellule immediatamente sottostanti dei tentacoli, sono le sedi esclusive di quell'irritabilità o sensitività di cui le foglie sono dotate. Il grado, a cui una glandula viene eccitata, può venir misurato soltanto dal numero dei tentacoli circostanti che sono incurvati, e dalla quantità e dal modo del loro movimento. Foglie egualmente vigorose, esposte alla stessa temperatura (e questa è una condizione importante), vengono eccitate a gradi differenti sotto le circostanze seguenti. Una quantità minuta d'una soluzione debole non produce effetto; aggiungetene di più, o date una soluzione più forte, ed i tentacoli si piegano. Toccate una glandula una o due volte, e non ne segue verun movimento; toccatelo

Digitized by Google

tre o quattro volte ed il tentacolo diviene incurvato. Ma la natura della sostanza che vien data è un elemento importantissimo: se si pongono sui dischi di parecchie foglie delle particelle egualmente grandi di vetro (che agisce soltanto meccanicamente), di gelatina, e di carne cruda, la carne produce movimento assai più rapido, energico e largamente esteso delle due prime sostanze. Il numero di glandule che sono eccitate fa pure una grande differenza nel risultato: ponete un pezzo di carne su una o due delle glandule del disco, e soltanto alcuni dei corti tentacoli immediatamente circostanti vengono incurvati; ponetelo su parecchie glandule, e molti di più subiscono l'influenza; ponetelo su trenta o quaranta, e tutti i tentacoli, compresi gli estremi marginali, diventano strettamente incurvati. Così vediamo che gl'impulsi che procedono da un numero di glandule si rafforzano l'un l'altro, si estendono più oltre, ed agiscono sopra un numero maggiore di tentacoli dell'impulso che proviene da una singola glandula.

Trasmissione dell'impulso motore. — In ogni caso l'impulso da una glandula ha da percorrere almeno una breve distanza fino alla parte basale del tentacolo, mentre la parte superiore e la glandula stessa sono mosse semplicemente dalla inflessione della parte inferiore. L'impulso è così trasmesso sempre in giù quasi per l'intera lunghezza del picciuolo. Quando vengono stimolate le glandule centrali, ed i tentacoli marginali estremi diventano incurvati, l'impulso è trasmesso attraverso la metà del diametro del disco: e quando si stimolano le glandule sopra un lato del disco, l'impulso è trasmesso attraverso quasi l'intera larghezza del disco. Una glandula trasmette il suo impulso motore assai più facilmente e presto giù per il suo proprio tentacolo al punto d'incurvamento di quello che attraverso il disco fino ai tentacoli vicini. Così una dose minuta d'una debolissima soluzione d'ammoniaca, se è data ad una delle glandule dei tentacoli esterni, lo fa piegare e raggiungere il centro; mentre una goccia grande della stessa soluzione, data ad una ventina di glandule sul disco, non cagionerà mediante la loro influenza combinata la minima inflessione dei tentacoli esterni. Inoltre quando un pezzo di carne viene posto sulla glandula d'un tentacolo esterno, ho veduto movimento in dieci secondi, e replicatamente entro un minuto; ma un pezzo molto più grande posto su parecchie glandule del disco non fa piegare i tentacoli esterni finchè non sia trascorsa mezz'ora od anche parecchie ore.

L'impulso motore si estende gradatamente su tutti i lati da una o più glandule eccitate, sicchè i tentacoli che sono situati più vicino sono sempre i primi attaccati. Dunque, quando sono eccitate le glandule nel centro del disco, i tentacoli marginali estremi sono gli ultimi eccitati. Ma le glandule sulle differenti parti della foglia trasmettono la loro forza motrice in modo alquanto differente. Se si pone un pezzo di carne sopra una glandula a testa lunga d'un tentacolo marginale, essa trasmette un impulso alla sua propria porzione incurvantesi; ma mai, per quanto io ho osservato, ai tentacoli vicini; perocchè questi non vengono stimolati, finchè la carne

Digitized by Google

non sia stata portata alle glandule centrali, che poi irradiano il loro impulso unito a tutte le parti. In quattro casi si prepararono delle foglie togliendo qualche giorno prima tutte le glandule dal centro, sicchè queste non potevano venir eccitate dai pezzi di carne portati ad esse dall'inflessione dei tentacoli marginali; ed ora questi tentacoli marginali si ri-tesero dopo un certo tempo senza che venisse attaccato alcun altro tentacolo. Altre foglie vennero in ugual modo preparate, e si posero dei pezzi di carne sulle glandule di due tentacoli nel terzo ordine dall'esterno, e sulle glandule di due tentacoli nel quinto ordine. In questi quattro casi l'impulso fu mandato dapprima lateralmente, cioè nello stesso ordine concentrico di tentacoli, e poi verso il centro; ma non centrifugamente, o verso i tentacoli esterni. In uno di questi casi fu stimolato soltanto un unico tentacolo da ogni lato di quello con carne. Negli altri tre casi, da mezza ad una dozzina di tentacoli, tanto lateralmente che verso il centro, furono bene incurvati o subincurvati. Finalmente, in altri dieci esperimenti, si posero minuti pezzi di carne sopra una sola glandula o su due nel centro del disco. Affinchè altre glandule non toccassero la carne, mediante l'inflessione dei corti tentacoli strettamente attigui, si aveva levata prima una mezza dozzina di glandule intorno alle prescelte. Su otto di queste foglie s'incurvarono nel corso d'uno o due giorni da sedici a venticinque dei corti tentacoli circostanti; sicchè l'impulso motore irradiato da una o due delle glandule del disco può produrre questo grande effetto. I tentacoli che erano stati levati sono compresi nei suddetti numeri; poichè, essendo sì vicini, sarebbero stati certamente attaccati. Con uno stimolo più potente della carne, cioè un po' di fosfato di calce inumidito con saliva, ho veduto l'inflessione estendersi ancora più oltre da un'unica glandula così trattata; ma anche in questo caso i tre o quattro ordini esterni di tentacoli non furono stimolati. Da questi esperimenti appare che l'impulso da una sola glandula sul disco agisce sopra un numero maggiore di tentacoli di quello che da una glandula d'uno dei tentacoli allungati esterni; e ciò avviene probabilmente, almeno in parte, per aver l'impulso da percorrere una brevissima distanza giù per i picciuoli dei tentacoli centrali, sicchè può estendersi tutt'intorno ad una distanza considerevole.

Mentre esaminavo queste foglie, fui colpito dal fatto che in sei o forse sette di esse, i tentacoli erano molto più incurvati alle estremità superiore ed inferiore della foglia (cioè verso l'apice o la base) che nelle altre parti; eppure i tentacoli dalle parti stavano tanto presso alla glandula ove giaceva il pezzo di carne quanto quelli alle due estremità. Apparve così come se l'impulso fosse stato trasmesso dal centro attraverso il disco più prontamente in una direzione longitudinale che in una trasversa; ed apparendo questo un fatto nuovo ed interessante nella fisiologia delle piante, si fecero trentacinque nuovi esperimenti per provare la sua verità. Si posero minuti pezzi di carne sopra una sola glandula o su alcune, sulla parte destra o sinistra dei dischi di diciotto foglie; mentre altri pezzi della

Digitized by Google

stessa grandezza vennero posti sulle estremità superiori od inferiori d'altre diciassette foglie. Ora se l'impulso motore venisse trasmesso con forza eguale od in in egual modo attraverso la lamina in tutte le direzioni, un pezzo di carne posto da una parte o ad un'estremità del disco dovrebbe stimolare egualmente tutti i tentacoli situati ad ugual distanza da esso; ma questo non è per certo il caso. Prima di dare i risultati generali, sarà bene descrivere tre o quattro casi piuttosto eccezionali.

1) Un frammento minuto d'una mosca fu posto sopra un lato del disco, e dopo 32 minuti sette dei tentacoli esterni vicino al frammento erano incurvati; dopo 10 minuti parecchi altri lo divennero, e dopo 23 minuti un numero ancora maggiore; ed ora la lamina della foglia su questo lato era piegata verso l'interno in modo da star ritta ad angolo retto coll'altro lato. Nè la lamina della foglia nè un solo tentacolo sul lato opposto furono incurvati; la linea di separazione fra le due metà s'estendeva dal gambo all'apice. La foglia restò in questo stato per tre giorni, ed il quarto giorno cominciò a ri-tendersi; non un solo tentacolo era stato incurvato sul lato opposto.

2) Darò qui un caso non compreso tra i suddetti trentacinque esperimenti. Una piccola mosca fu trovata aderire coi suoi piedi al lato sinistro del disco. I tentacoli su questo lato si chiusero tosto ed uccisero la mosca; ed in conseguenza probabilmente del suo dibattersi mentre era viva, la foglia fu talmente eccitata che in circa 24 ore tutti i tentacoli sul lato opposto s'incurvarono; ma siccome non trovarono preda, perocchè le loro glandule non giungevano fino alla mosca, si ri-tesero nel corso di 15 ore; mentre i tentacoli sul lato sinistro rimasero abbracciati per parecchi giorni.

3) Un pezzo di carne, piuttosto maggiore di quelli adoperati comunemente, venne posto in una linea media all'estremità basale del disco, presso al gambo; dopo 2 ore e 30 minuti alcuni tentacoli vicini erano incurvati; dopo 6 ore i tentacoli su ambo i lati del gambo ed alquanto in su da ambedue le parti, erano incurvati moderatamente; dopo 8 ore i tentacoli all'estremità superiore o all'apice erano più incurvati di quelli degli altri lati; dopo 23 ore la carne era bene abbracciata da tutti i tentacoli, tranne gli esterni dei due lati.

4) Un altro pezzo di carne fu posto all'estremità superiore o all'apice di un'altra foglia, esattamente cogli stessi risultati relativi.

5) Un pezzo minuto di carne venne posto sopra un lato del disco; il giorno dopo i corti tentacoli vicini erano incurvati, come pure in grado leggiero tre o quattro sul lato opposto vicino al gambo. Il secondo giorno questi ultimi tentacoli mostravano segni di ri-tensione; allora aggiunsi un pezzo nuovo di carne quasi nello stesso sito, e dopo due giorni alcuni dei corti tentacoli sul lato opposto del disco erano incurvati. Tosto che questi cominciarono a ri-tendersi, aggiunsi un altro pezzo di carne, ed il giorno dopo tutti i tentacoli sul lato opposto del disco erano piegati verso la carne; laddove abbiam veduto che quelli sul lato stesso vennero attaccati dal primo pezzo di carne che fu dato.

Ora passiamo ai risultati generali. Delle diciotto foglie su cui si posero dei pezzi di carne sul lato destro o sinistro, otto ebbero un grande numero di tentacoli incurvati sullo stesso lato, ed in quattro di esse la lamina stessa su questo lato era parimenti incurvata; mentre non un solo tentacolo nè la lamina s'incurvarono sul

Digitized by Google

lato opposto. Queste foglie presentavano un aspetto curiosissimo, come se fosse attivo soltanto il lato incurvato, e paralizzato l'altro. Negli altri dieci casi, alcuni tentacoli s'incurvarono al di là della linea media, sul lato opposto a quello dove era la carne; ma, in qualcuno di questi casi, soltanto alle estremità inferiore o superiore della foglia. L'inflessione sul lato opposto avvenne sempre considerevolmente dopo quella sullo stesso lato, ed in un esempio non avvenne fino al quarto giorno. Abbiamo anche veduto al n° 5 che si dovettero aggiungere tre volte dei pezzi di carne, prima che i tentacoli corti sul lato opposto del disco fossero incurvati.

Il risultato fu decisamente differente quando si posero dei pezzi di carne in una linea media nelle estremità superiore ed inferiore del disco. In tre dei diciassette esperimenti fatti in tal modo, in causa o dello stato della foglia o della piccolezza del pezzo di carne, soltanto i tentacoli immediatamente vicini furono attaccati, ma negli altri quattordici casi i tentacoli all'estremità opposta della foglia vennero incurvati, benchè essi fossero tanto distanti dal luogo dov'era la carne quanto quelli sopra un lato del disco dalla carne sul lato opposto. In qualcuno dei casi presenti i tentacoli sui lati non furono attaccati affatto, o in un grado minore, o dopo un maggior intervallo di tempo, di quelli all'estremità opposta. Un corso d'esperimenti merita d'esser riferito in modo più dettagliato. Dei cubi di carne, non proprio così piccoli come quelli impiegati per solito, furono posti sopra un lato dei dischi di quattro foglie, e dei cubi della stessa grandezza alle estremità inferiore o superiore d'altre quattro foglie. Ora, quando queste due partite di foglie vennero confrontate dopo un intervallo di 24 ore, presentavano una differenza sorprendente. Quelle che avevano i cubi da una parte erano attaccate molto leggermente sul lato opposto; mentre quelle con i cubi sull'una o l'altra estremità avevano quasi tutti i tentacoli all'estremità opposta, persino i marginali, strettamente incurvati. Dopo 48 ore il contrasto nello stato delle due partite era ancor più grande; tuttavia quelle colla carne sopra un lato avevano ora i loro tentacoli del disco e submarginali sul lato opposto alquanto incurvati, dovendosi ciò alla dimensione grande dei cubi. Finalmente possiamo concludere da questi trentacinque esperimenti, per non contare i sei o sette precedenti, che l'impulso motore vien trasmesso da ogni singola glandula o da ogni piccolo gruppo di glandule attraverso la lamina agli altri tentacoli più prontamente ed efficacemente in una direzione longitudinale che in una trasversa.

Fino a che le glandule restano eccitate, e ciò può durare per molti giorni, anche per undici, come quando sono in contatto con fosfato di calce, esse continuano a trasmettere un impulso motore alle parti basali ed incurvantisi dei loro propri picciuoli, giacchè altrimenti si ri-tenderebbero. La grande differenza nella lunghezza del tempo durante il quale i tentacoli restano incurvati sopra oggetti inorganici, e sopra oggetti della stessa grandezza contenenti materia solubile nitrogenata, prova il fatto stesso. Ma l'intensità dell'impulso trasmesso da una glandula eccitata, che ha cominciato a gemere la sua secrezione acida ed assorbe nello

Digitized by Google

stesso tempo, sembra essere assai piccola confrontata con quella che essa trasmette quando è dapprima eccitata. Così, quando si posero sopra un lato del disco pezzi di carne moderatamente grandi, e s'incurvarono i tentacoli del disco e submarginali sul lato opposto, in modo che le loro glandule toccarono finalmente la carne ed assorbirono della materia da essa, esse non trasmisero veruna influenza motrice agli ordini esterni dei tentacoli sullo stesso lato, giacchè questi non s'incurvarono mai. Se però della carne fosse stata posta sulle glandule di questi tentacoli stessi prima che avessero cominciato a secernere copiosamente e ad assorbire, esse avrebbero senza dubbio attaccati gli ordini esterni. Nondimeno, quando diedi del fosfato di calce, che è uno dei più potenti stimolanti, a parecchi tentacoli submarginali già considerevolmente incurvati, ma non ancora in contatto col fosfato posto precedentemente su due glandule nel centro del disco, i tentacoli esterni sullo stesso lato subirono influenza.

Quando una glandula viene dapprima eccitata, l'impulso motore è sviluppato entro alcuni secondi, come conosciamo dal curvarsi del tentacolo; e pare ch'esso venga sviluppato dapprima con forza molto maggiore che dopo. Così, nel caso su riferito d'una piccola mosca pigliata naturalmente da alcune glandule sopra un lato d'una foglia, un impulso venne trasmesso lentamente da esse attraverso l'intera larghezza della foglia, facendo incurvare temporaneamente i tentacoli opposti, ma le glandule che restarono in contatto coll'insetto, benchè continuassero per parecchi giorni a mandare giù per i loro propri picciuoli al punto d'incurvamento, non impediscono ai tentacoli sul lato opposto di ri-tendersi presto; sicchè la carica motrice deve esser stata dapprima più potente che dipoi.

Quando un oggetto d'alcuna specie viene posto sul disco, ed i tentacoli circostanti sono incurvati, le loro glandule secernono più copiosamente e la secrezione diviene acida, sicchè qualche influenza viene ad essi trasmessa dalle glandule del disco. Questo cambiamento nella natura e quantità della secrezione non può dipendere dall'incurvarsi dei tentacoli, poichè le glandule dei corti tentacoli centrali secernono acido quando non si pone un oggetto su di esse, benchè esse stesse non s'incurvino. Perciò argomentai che le glandule del disco mandassero dell'influenza su per i tentacoli circostanti alle loro glandule, e che queste rimandassero un impulso motore alle loro parti basali; ma questa opinione fu tosto provata erronea. Fu trovato con molte prove che i tentacoli privati delle loro glandule mediante forbici affilate s'incurvano spesso e di nuovo si ri-tendono, apparendo sempre sani. Una foglia che venne osservata continuò ad essere sana per dieci giorni dopo l'operazione. Tagliai perciò le glandule da venticinque tentacoli, in tempi differenti e su differenti foglie, e diciassette di queste tosto s'incurvarono e poi si ri-tesero. La ri-tensione cominciò dopo circa 8 o 9 ore e fu compiuta in 22 sino a 30 ore dal tempo d'incurvamento. Dopo un intervallo d'uno o due giorni, fu posta della carne cruda con saliva sui dischi di queste diciassette foglie, e quando furono osservate il

Digitized by Google

giorno dopo, sette dei tentacoli senza testa erano incurvati sopra la carne si strettamente come quelli illesi sulle stesse foglie; ed un ottavo tentacolo senza testa s'incurvò dopo altri tre giorni. La carne venne levata da una di queste foglie, e la superficie lavata con una piccola corrente d'acqua, e dopo tre giorni il tentacolo senza testa si ri-tese per la seconda volta. Questi tentacoli senza glandule erano tuttavia in uno stato differente da quelli forniti di glandule e che avevano assorbito della materia dalla carne, giacchè il protoplasma entro le cellule dei primi aveva subito aggregazione molto minore. Da questi esperimenti con tentacoli senza testa è provato che le glandule, per quanto concerne l'impulso motore, non agiscono in una maniera riflessa come i ganglii nervosi degli animali.

Ma v'è un'altra azione, cioè quella dell'aggregazione, che in certi casi si può chiamare riflessa, ed è il solo esempio conosciuto nel regno vegetale. Dovremmo rammentarci che il processo non dipende dal precedente incurvarsi dei tentacoli, come vediamo chiaramente quando s'immergono delle foglie in certe soluzioni forti. Ne esso dipende dall'aumentata secrezione delle glandule, e ciò è dimostrato da parecchi fatti, più specialmente dalle papille, che non secernono, subendo tuttavia aggregazione, se si dà loro del carbonato d'ammoniaca o un'infusione di carne cruda. Quando una glandula viene stimolata direttamente in alcuna guisa, come dalla pressione d'una minuta particella di vetro, il protoplasma entro le cellule della glandula s'aggrega per primo, poi s'aggrega quello nelle cellule immediatamente sotto la glandula, e così sempre più abbasso giù per i tentacoli fino alle loro basi; — cioè, se lo stimolo è stato sufficiente e non dannoso. Ora, quando vengono eccitate le glandule del disco, i tentacoli esterni sono attaccati esattamente nel modo stesso: l'aggregazione comincia sempre nelle loro glandule, benchè queste non siano state eccitate direttamente, ma abbiano soltanto ricevuto dell'influenza dal disco, come è dimostrato dalla loro aumentata secrezione acida. Il protoplasma entro le cellule immediatamente sotto alle glandule viene dipoi attaccato, e così giù da cellula a cellula fino alle basi dei tentacoli. Questo processo merita evidentemente d'essere chiamato un'azione riflessa, nello stesso modo come quando un nervo sensorio viene irritato, e porta un'impressione ad un ganglio, che rimanda dell'influenza ad un muscolo o ad una glandula, cagionando movimento o aumento di secrezione; ma l'azione nei due casi è probabilmente d'una natura assai differente. Dopo che il protoplasma in un tentacolo è stato aggregato, la sua ridissoluzione comincia sempre nella parte inferiore, e va lentamente su pel picciuolo alla glandula, sicchè il protoplasma aggregato ultimamente è il primo ridisciolto. Ciò dipende probabilmente soltanto dall'essere il protoplasma tanto meno aggregato, quanto più è inferiormente nei tentacoli, come si può veder chiaramente quando l'eccitamento è stato leggiero. Perciò tosto che l'azione aggregante cessa del tutto, la ridissoluzione naturalmente comincia nella sostanza meno fortemente aggregata nella parte inferiore del tentacolo, e là viene compiuta prima.

Digitized by Google

Direzione dei tentacoli incurvati. — Quando una particella di qualche specie viene posta sulla glandula d'uno dei tentacoli esterni, questo si muove invariabilmente verso il centro della foglia; e così è con tutti i tentacoli d'una foglia immersa in qualche fluido eccitante. Le glandule dei tentacoli esterni formano allora un anello intorno al centro del disco, come è mostrato in una figura precedente (fig. 4, pag. 11). I tentacoli corti entro quest'anello conservano sempre la loro posizione verticale, come fanno pure quando si pone un oggetto grande sulle loro glandule, o quando un insetto viene da essi pigliato. In quest'ultimo caso possiamo vedere che l'inflessione dei corti tentacoli centrali sarebbe inutile, essendo già le loro glandule in contatto colla loro preda.

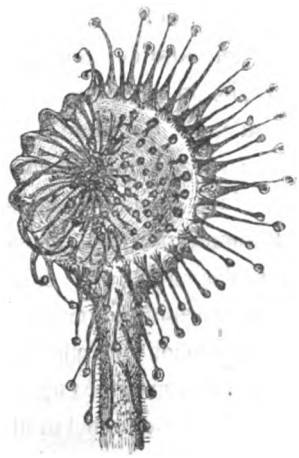

Fig. 10.
Drosera rotundifolia.
Foglia (ingrandita) coi tentacoli incurvati sopra un pezzo di carne posto su di un lato del disco.

Il risultato è molto differente quando è eccitata una sola glandula sopra un lato del disco, o lo sono alcune in un gruppo. Queste mandano un impulso ai tentacoli circostanti, che non si curvano quindi verso il centro della foglia, ma al punto d'eccitamento. Dobbiamo questa importantissima osservazione a Nitschke (1), e dacchè ho letto il suo scritto alcuni anni fa, l'ho replicatamente verificato. Se un pezzo minuto di carne vien posto mediante un ago sopra una sola glandula, o su tre o quattro insieme, a metà fra il centro e la circonferenza del disco, il movimento regolato dei tentacoli circostanti può essere ben osservato. Un disegno accurato d'una foglia portante della carne in questa posizione è qui riprodotto (fig. 10), e vediamo i tentacoli, compresi alcuni degli esterni, diretti accuratamente al punto dov'era la carne. Ma è un metodo molto migliore porre una particella di fosfato di calce inumidito con saliva sopra una sola glandula del disco d'una foglia grande, ed un'altra particella sopra una sola glandula sul lato opposto. In quattro di tali prove l'eccitamento non fu sufficiente ad attaccare i tentacoli esterni, ma tutti quelli vicino ai due punti furono diretti ad essi, sicchè si formarono due ruote sul disco della stessa foglia; i picciuoli dei tentacoli formavano i raggi, e le glandule unite in una massa sopra il fosfato rappresentavano i centri. La precisione con cui ogni tentacolo mirava alla particella era maravigliosa; sicchè in alcuni casi non potei scoprire alcuna deviazione dall'ordine perfetto. Così, benchè i corti tentacoli nel mezzo del disco non si curvino (quando le loro glandule vengono eccitate in un modo diretto), tuttavia se ricevono un impulso motore da un punto posto ad un lato,

(1) *Bot. Zeitung*, 1860, p. 240.

Digitized by Google

essi si dirigono a quel punto egualmente bene che i tentacoli sugli orli del disco.

In questi esperimenti, alcuni dei corti tentacoli sul disco, che sarebbero stati diretti al centro, se la foglia fosse stata immersa in un fluido eccitante, furono ora incurvati in una direzione esattamente opposta, cioè verso la circonferenza. Questi tentacoli quindi avevano deviato non meno di 180° dalla direzione che avrebbero preso se le loro proprie glandule fossero state stimolate, e che si può considerare come la normale. Fra questa deviazione, la maggiore possibile, e nessuna deviazione dalla direzione normale, ogni grado poteva esser osservato nei tentacoli su queste diverse foglie. Ad onta della precisione con cui i tentacoli erano generalmente diretti, quelli vicino alla circonferenza d'una foglia non erano diretti precisamente verso del fosfato di calce ad un punto piuttosto distante sul lato opposto del disco. Sembrò come se l'impulso motore passando trasversalmente attraverso quasi l'intera larghezza del disco si fosse allontanato alquanto da un corso diritto. Ciò s'accorda con quello che abbiamo già veduto dell'impulso che passa meno prontamente in una direzione trasversa che in una longitudinale. In alcuni altri casi, i tentacoli esterni non sembrarono atti ad un movimento sì preciso come i più brevi ed i più centrali.

Nulla potrebb'essere più sorprendente dell'aspetto delle suddette quattro foglie, ciascuna coi loro tentacoli che miravano veramente alle due piccole masse di fosfato sui loro dischi. Potremmo immaginare di aver guardato un animale di bassa organizzazione che afferra la preda colle sue braccia. Nel caso della Drosera la spiegazione di quest'esatto potere di movimento sta senza dubbio nell'impulso motore irradiato in tutte le direzioni, e qualsiasi lato d'un tentacolo esso dapprima colpisca, quel lato si contrae, ed il tentacolo per conseguenza si piega verso il punto d'eccitamento. I picciuoli dei tentacoli sono appianati, o di sezione ellittica. Presso alla base dei corti tentacoli centrali, la faccia larga ed appianata è formata di circa cinque ordini longitudinali di cellule; nei tentacoli esterni del disco consiste di circa sei o sette ordini; e nei tentacoli marginali estremi di oltre una dozzina d'ordini. Essendo così le basi appianate formate soltanto d'alcuni ordini di cellule, la precisione dei movimenti dei tentacoli è la più notevole; poichè quando l'impulso motore colpisce la base d'un tentacolo in una direzione molto obliqua relativamente alla sua faccia larga, appena più d'una o due cellule verso un'estremità possono venir dapprima eccitate, e la contrazione di queste cellule deve tirare l'intero tentacolo nella direzione opportuna. È forse in conseguenza dell'essere i picciuoli esterni molto appianati che essi non si piegano proprio così esattamente al punto d'eccitamento come i più centrali. Il movimento opportunamente diretto dei tentacoli non è un caso unico nel regno vegetale, giacchè i viticci di molte piante si curvano verso la parte che è toccata; ma il caso della Drosera è molto più interessante, non essendo qui i tentacoli eccitati direttamente, ma ricevendo un impulso da un punto distante; nulladimeno essi curvansi esattamente verso quel punto.

Digitized by Google

Sulla natura dei tessuti traverso ai quali è trasmesso l'impulso motore. — Sarà necessario descrivere prima brevemente il corso dei principali fascetti fibro-vascolari. Questi sono mostrati nello schizzo qui accompagnato d'una *piccola* foglia (fig. 11). Piccoli vasi dai vicini fascetti entrano in tutti i molti tentacoli, onde la superficie è guarnita; ma questi non sono rappresentati qui. Il tronco centrale, che corre su per il gambo si biforca vicino al centro della foglia, ogni ramo biforcandosi di nuovo e di nuovo secondo la grandezza della foglia. Questo tronco centrale manda in su da una parte e dall'altra un ramo delicato, che si può chiamare il ramo sublaterale. V'è pure, d'ambe le parti, un ramo o fascetto laterale principale, che si biforca nel modo stesso degli altri. La biforcazione non implica che ogni singolo vaso si divida, ma che un fascetto si divida in due. Guardando ciascun lato della foglia, si vedrà che un ramo della grande biforcazione centrale è congiunto con un ramo del fascio laterale, e che v'è una congiunzione minore fra i due rami principali del fascio laterale. Il corso dei vasi è molto complesso alla congiunzione maggiore; e qui dei vasi, che conservano lo stesso diametro, sono formati spesso dall'unione dell'estremità a punta ottusa di due vasi, ma se queste punte s'aprano l'una nell'altra colle loro superficie aderenti, io non lo so. Mediante le due congiunzioni tutti i vasi della stessa parte della foglia sono congiunti da una specie di anastomosi. Presso alla circonferenza delle foglie maggiori i rami biforcantisi vengono pure in istretta unione, e separansi poi nuovamente, formando un continuo zig-zag di vasi intorno all'intera circonferenza. Ma l'unione dei vasi in questo zig-zag sembra essere assai meno intima che nella principale congiunzione. Si dovrebbe aggiungere che il corso dei vasi differisce alquanto in foglie differenti, ed anche sui lati opposti della stessa foglia, ma la congiunzione principale è sempre costante.

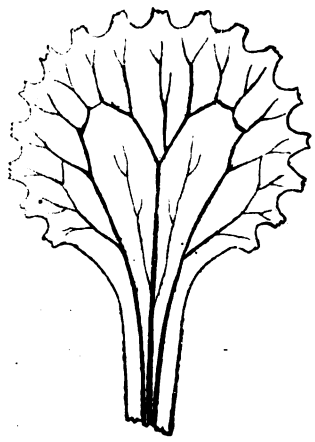

Fig. 11.
Drosera rotundifolia.
Diagramma che mostra la distribuzione del tessuto vascolare in una piccola foglia.

Ora nei miei primi esperimenti con pezzi di carne posti sopra un lato del disco, accadde che neppure un solo tentacolo s'incurvò sul lato opposto; e quando io vidi che i vasi sullo stesso lato erano fra loro connessi mediante le due congiunzioni, mentre nemmeno un vaso traversava il lato opposto, mi sembrò probabile che l'impulso motore fosse diretto esclusivamente lungo quelli.

Allo scopo di provare quest'opinione, tagliai trasversalmente colla punta d'una lancetta i tronchi centrali di quattro foglie, proprio sotto la biforcazione principale; e due giorni dopo posi dei pezzi piuttosto grandi di carne cruda (stimolante potente

Digitized by Google

in sommo grado) presso al centro del disco al disopra dell'incisione — cioè, un po' verso l'apice — coi risultati seguenti:

1) Questa foglia fu trovata piuttosto torpida: dopo 4 ore e 40 minuti (in tutti i casi calcolando dal tempo in cui la carne venne data) i tentacoli alla estremità superiore erano un po' incurvati, ma non altrove; essi rimasero così per tre giorni, e si ri-tesero il quarto giorno. La foglia fu allora sezionata, e si trovarono divisi il tronco, come pure i due rami sublaterali.

2) Dopo 4 ore e 30 minuti molti dei tentacoli all'estremità superiore erano bene incurvati. Il giorno dopo la lamina e tutti i tentacoli a quest'estremità erano fortemente incurvati, e separati da una linea trasversa distinta dalla metà basale della foglia, la quale non era menomamente attaccata. Il terzo giorno tuttavia alcuni dei tentacoli corti sul disco presso alla base erano incurvati molto leggermente. Alla dissezione si trovò che l'incisione s'estendeva attraverso la foglia come nell'ultimo caso.

3) Dopo 4 ore e 30 minuti forte inflessione dei tentacoli all'estremità superiore, che durante i due giorni seguenti non s'estese mai menomamente alla estremità basale. L'incisione come sopra.

4) Questa foglia non fu osservata finchè non furono trascorse 15 ore, ed in allora si trovarono tutti i tentacoli, tranne i marginali estremi, egualmente bene incurvati tutto intorno alla foglia. Ad accurato esame i vasi spirali del tronco centrale erano certamente divisi; ma l'incisione su d'un lato non era passata attraverso il tessuto fibroso circostante a questi vasi, benchè fosse passata attraverso il tessuto sull'altro lato (1).

L'aspetto offerto dalle foglie 2) e 3) era molto curioso, e si potrebbe acconciamente paragonare a quello d'un uomo colla spina dorsale rotta e le estremità inferiori paralizzate. Tranne che la linea fra le due metà era qui trasversa invece che longitudinale, queste foglie erano nello stesso stato d'alcuna di quelle nei precedenti esperimenti, con pezzi di carne sopra un lato del disco. Il caso della foglia 4) prova che i vasi spirali del tronco centrale si possono dividere, e tuttavia l'impulso motore può trasmettersi dall'estremità dell'apice alla basale; e ciò mi trasse dapprima a supporre che la forza motrice fosse mandata attraverso il tessuto fibroso strettamente circostante; e che se si lasciava indivisa una metà di questo tessuto, bastava per la completa trasmissione. Ma opposto a questa conclusione è il fatto che nessun vaso passa direttamente da un lato della foglia all'altro; eppure, come abbiamo veduto, se si pone sopra un lato un pezzo piuttosto grande di carne, l'impulso motore vien mandato, benchè lentamente ed imperfettamente, in una direzione trasversa attraverso l'intera larghezza della foglia. Nè si può render ragione di questo fatto supponendo che la trasmissione sia effettuata per mezzo delle due congiunzioni o dello zig-zag periferico d'unione, giacchè, se fosse stato così, i tentacoli

(1) Il sig. ZIEGLER fece esperimenti simili tagliando i vasi spirali della *Drosera intermedia* (*Comptes rendus*, 1874, p. 1417), ma arrivò a conclusioni molto differenti dalle mie.

Digitized by Google

esterni sul lato opposto del disco sarebbero stati attaccati prima dei più centrali, la qual cosa non avvenne mai. Abbiamo pure veduto che i tentacoli marginali estremi sembrano non aver forza di trasmettere un impulso ai tentacoli vicini; pure il piccolo fascio di vasi che entra in ciascun tentacolo marginale manda un ramo minuto a quelli su ambo i lati, ed io non ho osservato ciò in alcun altro tentacolo; sicchè i marginali sono più strettamente connessi insieme da vasi spirali che non lo siano gli altri, e tuttavia hanno molto minor forza di comunicarsi l'un l'altro un impulso motore.

Ma oltre a questi parecchi fatti ed argomentazioni abbiamo il fatto concludente che l'impulso motore non vien mandato, almeno esclusivamente, attraverso i vasi spirali, od il tessuto immediatamente ad essi circostante. Sappiamo che se si pone un pezzo di carne sopra una glandula (avendo levate quelle immediatamente vicine) su qualche parte del disco, tutti i corti tentacoli circostanti si curvano quasi simultaneamente con gran precisione verso quella. Ora sonvi tentacoli sul disco, per esempio presso le estremità dei fascetti sublaterali (fig. 11), che sono forniti di vasi che non vengono in contatto coi rami che entrano nei tentacoli circostanti, tranne che mediante un corso molto lungo e perfettamente circolare. Nondimeno, se si pone un pezzo di carne sulla glandula d'un tentacolo di questa specie, tutti quelli circostanti si curvano verso di esso con grande precisione. È certamente possibile che un impulso sia mandato mediante un corso lungo e circolare, ma è evidentemente impossibile che la direzione del movimento possa così venir comunicata, in modo che tutti i tentacoli circostanti si curvino precisamente al punto d'eccitamento. L'impulso è senza dubbio trasmesso in linee diritte irradianti dalla glandula eccitata ai tentacoli circostanti; non può perciò venir mandato lungo i fasci fibro-vascolari. L'effetto (ottenuto col tagliare i vasi centrali, nei casi suddetti) d'impedire la trasmissione dell'impulso motore dall'estremità dell'apice alla base d'una foglia, può attribuirsi all'esser stato diviso uno spazio considerevole di tessuto cellulare. Vedremo dipoi, trattando della Dionea, che questa stessa conclusione, cioè che l'impulso motore non vien trasmesso dai fasci fibro-vascolari, è evidentemente confermata; ed il prof. Cohn è venuto alla stessa conclusione rispetto all'Aldrovanda — ambedue spettanti alle Droseracee.

Non essendo trasmesso l'impulso motore lungo i vasi, non resta pel suo passaggio che il tessuto cellulare; e la struttura di questo tessuto spiega fino ad un certo punto come esso passi sì rapidamente giù per i lunghi tentacoli esterni, e molto più lentamente attraverso la lamina della foglia. Vedremo pure perchè esso traversi la lamina più presto in direzione longitudinale che in trasversa; benchè col tempo possa passare in qualunque direzione. Sappiamo che lo stesso stimolo causa movimento dei tentacoli ed aggregazione del protoplasma, e che ambedue le influenze hanno origine nelle glandule e procedono da esse nello stesso breve spazio di tempo. Sembra perciò probabile che l'impulso motore consista al primo cominciare d'un

Digitized by Google

mutamento molecolare del protoplasma, il quale, quando è bene sviluppato, è chiaramente visibile, e determinata tosto l'aggregazione; ma tornerò su questo soggetto. Sappiamo inoltre che nella trasmissione del processo d'aggregazione il ritardo principale è prodotto dal passaggio delle pareti trasverse delle cellule; poichè passando l'aggregazione giù pei tentacoli, il contenuto d'ogni cellula successiva sembra rapidissimamente tramutarsi in una massa nebulosa. Possiamo quindi argomentare che l'impulso motore è ritardato in egual maniera specialmente passando per le pareti delle cellule.

La maggior celerità con cui l'impulso viene trasmesso giù per i lunghi tentacoli esterni più presto che attraverso al disco, può in gran parte attribuirsi al suo essere confinato strettamente entro l'angusto picciuolo, invece di irradiare da tutte le parti come sul disco. Ma oltre a questa limitazione, le cellule esterne dei tentacoli sono lunghe due buone volte quelle del disco; sicchè soltanto metà del numero delle divisioni trasverse hanno da essere traversate in una data lunghezza d'un tentacolo, confrontata con uno spazio eguale sul disco; e vi sarebbe nella stessa proporzione meno ritardo dell'impulso. Inoltre, nelle sezioni dei tentacoli esterni date dal dott. Warming (1), le cellule parenchimatose sono mostrate essere ancora più allungate; e queste formerebbero la più diretta linea di comunicazione dalla glandula al punto d'incurvamento del tentacolo. Se l'impulso va giù per le cellule esterne, avrebbe da traversare da venti a trenta divisioni trasverse; ma piuttosto meno se va giù per il tessuto parenchimatoso interno. In ogni caso è notevole che l'impulso possa passare giù per tante divisioni quasi per l'intera lunghezza del picciuolo ed agire sul punto d'incurvamento, in dieci secondi. Io non comprendo, perchè l'impulso, dopo essere passato sì presto giù per uno dei tentacoli marginali estremi (lungo circa $^1/_{20}$ di pollice), non attacchi mai, per quanto abbiam veduto, i tentacoli vicini. Si può rendersene ragione in parte dal venir consumata molta energia nella rapidità della trasmissione.

La maggior parte delle cellule del disco, tanto le superficiali che le maggiori che formano i cinque o sei strati sottoposti, sono quattro volte più lunghe che larghe. Esse sono disposte quasi longitudinalmente, irradiando dal gambo. L'impulso motore perciò, quando viene trasmesso attraverso al disco, ha da traversare quasi quattro volte tante pareti di cellule quante ne ha quando viene trasmesso in direzione longitudinale, e nel primo caso sarebbe per conseguenza molto ritardato. Le cellule del disco convergono verso le basi dei tentacoli, e sono disposte in modo da trasmetter loro l'impulso motore da tutte le parti. Insomma, la disposizione e la forma delle cellule, tanto di quelle del disco che dei tentacoli, gettano molta luce sul grado e modo di diffusione dell'impulso motore. Ma non è chiaro per nessun

(1) *Videnskabelige Meddelelser de la Soc. d'Hist. nat. de Copenhague*, nos. 10-12, 1872, woodents IV. and V.

Digitized by Google

conto, perchè l'impulso proveniente dalle glandule degli ordini esterni di tentacoli tenda ad andare lateralmente e verso il centro della foglia, ma non centrifugamente.

Meccanismo dei movimenti e natura dell'impulso motore. — Qualunque siano i mezzi di movimento, i tentacoli esterni, considerando la loro delicatezza, vengono incurvati con molta forza. Una setola, tenuta in modo che ne sporgesse da un manico un tratto lungo 1 pollice, cedette quando tentai sollevare con essa un tentacolo incurvato, che era alquanto più sottile della setola. Anche la quantità o l'estensione del movimento è grande. Tentacoli completamente ri-tesi nel divenire incurvati passano per un angolo di 180°; e se sono anticipatamente riflessi, come avviene spesso, l'angolo è considerevolmente maggiore. Sono probabilmente le cellule superficiali al punto d'incurvamento che si contraggono principalmente od esclusivamente; giacchè le cellule interne hanno pareti molto delicate, e sono si poche di numero che potrebbero a mala pena far piegare con precisione un tentacolo ad un punto definito. Quantunque guardassi accuratamente, non potei mai scoprire alcun corrugamento della superficie al punto d'incurvamento, neppure nel caso d'un tentacolo curvato irregolarmente in un circolo completo, in circostanze che accenneremo più sotto.

Tutte le cellule non subiscono influenza, benchè l'impulso motore passi per esse. Quando è eccitata la glandula d'uno dei lunghi tentacoli esterni, le cellule superiori non sono punto attaccate; da circa metà in giù v'è un leggiero incurvamento, ma il movimento principale è limitato ad uno spazio corto presso alla base; e nessuna parte dei tentacoli interni si curva, tranne la porzione basale. Rispetto alla lamina della foglia, l'impulso motore può venir trasmesso per molte cellule, dal centro alla periferia, senza che esse siano punto attaccate, o possono subire forte influenza e la lamina può incurvarsi molto. Nell'ultimo caso il movimento sembra dipendere in parte dalla forza dello stimolo, ed in parte dalla sua natura, come quando le foglie sono immerse in certi fluidi.

La forza di movimento, che varie piante possedono, quando sono irritate, è stato attribuito da alte autorità al rapido passaggio del fluido fuori di certe cellule che, dal loro precedente stato di tensione, si contraggono immediatamente (1). Sia o no questa la primaria causa di tali movimenti, del fluido deve uscire da cellule chiuse quando esse si contraggono o sono spinte insieme in una direzione, a meno che esse nel tempo stesso non si dilatino in qualche altra direzione. Per esempio, si può veder trapelare del fluido dalla superficie d'un pollone vigoroso se è lentamente piegato in semicerchio (2). Nel caso della Drosera v'è certamente molto movimento del fluido da parte a parte dei tentacoli, mentre subiscono inflessione.

(1) SACHS, *Traité de Bot.*, 3ª ediz., 1874, p. 1038. Credo che quest'opinione fosse dapprima suggerita da Lamarck.

(2) SACHS, ibid., p. 919.

Digitized by Google

Si possono trovare molte foglie, in cui il fluido purpureo entro le cellule è d'una tinta egualmente oscura sulle parti superiori ed inferiori dei tentacoli, la quale s'estende anche all'ingiù da ambe le parti ad egual punto presso le loro basi. Se i tentacoli d'una tal forma sono eccitati al movimento, si troverà generalmente dopo alcune ore che le cellule sulla parte concava sono molto più pallide di quello ch'erano prima, o sono affatto incolore, mentre quelle sulla parte convessa sono divenute molto più oscure. In due esempi dopo che s'erano poste delle particelle di capelli su delle glandule, e quando nel corso di un'ora e 10 minuti i tentacoli s'erano incurvati fino a mezza via verso il centro della foglia, questo cambiamento di colore nei due lati fu notevolmente chiaro. In un altro caso, dopo aver posto sopra una glandula un pezzo di carne, si osservò ad intervalli il color porpora che discendeva lentamente dalla parte superiore all'inferiore, giù per la parte convessa del tentacolo incurvantesi. Ma non risulta da queste osservazioni che le cellule sulla parte convessa si riempiano di più fluido durante l'atto d'inflessione che non ne contenessero prima; perchè del fluido può passare in ogni tempo nel disco o nelle glandule, che allora secernono liberamente.

L'incurvarsi dei tentacoli quando le foglie vengono immerse in un fluido denso, mostrano che il passaggio di fluido dalle cellule o nelle cellule può produrre dei movimenti uguali ai naturali. Ma l'inflessione così cagionata è spesso irregolare, poichè i tentacoli esterni sono talvolta curvati spiralmente. Altri movimenti non naturali sono parimenti cagionati dall'applicazione di densi fluidi, come nel caso di goccie di sciroppo poste sulle facce posteriori di foglie e tentacoli. Tali movimenti si possono paragonare alle contorsioni che molti tessuti vegetabili subiscono quando sono sottoposti ad esosmosi. È perciò incerto se gettino alcuna luce sui movimenti naturali.

Se noi ammettiamo che il passaggio al difuori di fluido sia la causa dell'incurvamento dei tentacoli, dobbiamo supporre che le cellule, prima dell'atto d'inflessione, siano in un alto grado di tensione, e che siano elastiche in grado straordinario; giacchè altrimenti la loro contrazione non farebbe spesso percorrere ai tentacoli un angolo di 180°. Il prof. Cohn, nel suo scritto interessante (1) sui movimenti degli stami di certe Composite, riferisce che questi organi, quando son morti, sono elastici come fili di gomma elastica, e non sono allora lunghi che la metà di quando erano vivi. Egli crede che il protoplasma vivo entro le loro cellule sia ordinariamente in uno stato di dilatazione, ma sia paralizzato dall'irritazione, o si possa dire che soffra morte temporanea; venendo allora in giuoco l'elasticità delle pareti delle cellule, e cagionando la contrazione degli stami. Ora le cellule sul lato superiore o concavo della parte incurvantesi dei tentacoli della Drosera non sembrano essere

(1) *Abhand. der Schles. Gesell. für vaterl. Cultur*, 1861, Heft, I. Un estratto eccellente di questo scritto è dato negli *Annals and Mag. of Nat. Hist.*, 3ª serie, 1863, vol. XI, pp. 188-197.

Digitized by Google

in uno stato di tensione, nè essere altamente elastiche; giacchè quando una foglia viene improvvisamente uccisa, o muore lentamente, non sono i lati superiori dei tentacoli, ma gl'inferiori che si contraggono per elasticità. Possiamo perciò concludere che non si possono attribuire i movimenti dei tentacoli all'inerente elasticità di certe cellule, a ciò contrarie finchè sono vive e finchè non siano irritate dallo stato di dilatazione del loro contenuto.

Un'opinione alquanto differente è stata avanzata da altri fisiologi — che, cioè, il protoplasma, quand'è irritato, si contragga al pari del molle sarcode dei muscoli degli animali. Nella Drosera il fluido entro le cellule dei tentacoli al punto d'incurvamento appare sotto il microscopio chiaro ed omogeneo, e dopo l'aggregazione consiste di piccole masse tenere di materia, che subiscono continui cambiamenti di forma e galleggiano in un fluido quasi incoloro. Queste masse sono completamente ridisciolte, quando i tentacoli si ri-tendono. Ora pare appena possibile che tal sostanza abbia alcuna forza meccanica diretta; ma se per qualche cambiamento molecolare esso dovesse occupare uno spazio minore di quello che occupava prima, le pareti delle cellule si chiuderebbero senza dubbio e si contrarrebbero. Ma in tal caso si potrebbe attendersi che le pareti offrissero delle grinze, e non se ne vide mai alcuna. Inoltre, il contenuto di tutte le cellule sembra essere esattamente della stessa natura tanto prima che dopo l'aggregazione, e tuttavia solo alcune delle cellule basali si contraggono, mentre il resto del tentacolo resta diritto.

Una terza opinione sostenuta da alcuni fisiologi, benchè rigettata da moltissimi altri, è che l'intera cellula, comprese le pareti, si contragga attivamente. Se le pareti sono composte solamente di cellulosa non nitrogenata, quest'opinione è altamente improbabile; ma può appena dubitarsi che esse non debbano contenere qualche materia proteica, almeno mentre crescono. Nè sembra esservi alcuna inerente improbabilità nel contrarsi delle pareti delle cellule di Drosera, considerando il loro alto stato d'organizzazione; com'è dimostrato nel caso delle glandule dal loro potere d'assorbimento e secrezione, e dall'essere squisitamente sensitive in modo da esser attaccate dalla pressione di particelle minute in sommo grado. Anche le pareti delle cellule dei picciuoli lasciano passare vari impulsi attraverso ad esse, i quali cagionano movimento, aumento di secrezione ed aggregazione. Insomma l'opinione che le pareti di certe cellule si contraggano, mentre un po' del loro fluido contenuto è contemporaneamente forzato ad uscire, forse s'accorda meglio coi fatti osservati. Se quest'opinione è rigettata, la più probabile prossima è che il contenuto fluido delle cellule si contragga, in causa d'un cambiamento nel suo stato molecolare, col conseguente restringersi delle pareti. In ogni modo si può difficilmente attribuire il movimento all'elasticità delle pareti, insieme ad uno stato precedente di tensione.

Riguardo alla natura dell'impulso motore che è trasmesso dalle glandule giù pei picciuoli ed attraverso al disco, non sembra improbabile che sia strettamente

Digitized by Google

collegato a quell'influenza che fa aggregare il protoplasma entro le cellule delle glandule dei tentacoli. Abbiamo veduto che ambedue le forze hanno origine nelle glandule e procedono da esse in alcuni secondi dello stesso tempo, e sono eccitate dalle stesse cause. L'aggregazione del protoplasma dura quasi sino a che i tentacoli restano incurvati, quand'anche ciò sia per più d'una settimana; ma il protoplasma è ridisciolto al punto d'incurvamento breve tempo prima che i tentacoli si ri-tendano, mostrando che la causa eccitante del processo d'aggregazione è allora interamente cessata. L'esposizione all'acido carbonico fa passare ambedue gli ultimi processi e l'impulso motore molto lentamente giù pei tentacoli. Sappiamo che il processo d'aggregazione è ritardato passando attraverso le pareti delle cellule, ed abbiamo buona ragione di credere che ciò vada d'accordo coll'impulso motore; giacchè possiamo così comprendere i differenti modi della sua trasmissione in una linea longitudinale e trasversa attraverso al disco. Con una forte lente il primo segno d'aggregazione che si vede è l'apparizione d'una nube, e tosto dopo di granulazioni estremamente sottili, nel fluido purpureo omogeneo entro le cellule; e ciò è dovuto evidentemente all'unione di molecole di protoplasma. Ora non pare un'opinione improbabile che la stessa tendenza — cioè quella delle molecole d'avvicinarsi l'una all'altra — sia comunicata alla superficie interna delle pareti delle cellule che sono in contatto col protoplasma; e se è così, le loro molecole s'avvicinerebbero l'una all'altra, e la parete della cellula si contrarrebbe.

A quest'opinione si può con verità obbiettare che quando s'immergono delle foglie in varie soluzioni forti o si sottopongono ad un calore di oltre 130° Fahr. (54°,4 cent.), ne segue aggregazione, ma non v'è nessun movimento. Inoltre, vari acidi ed alcuni altri fluidi producono rapido movimento, ma nessuna aggregazione, o solo di natura irregolare, o soltanto dopo un lungo intervallo di tempo; ma essendo la maggior parte di questi fluidi più o meno dannosi, possono frenare od impedire il processo d'aggregazione danneggiando od uccidendo il protoplasma. V'è un'altra e più importante differenza nei due processi: quando sono eccitate le glandule sul disco, esse trasmettono qualche influenza su per i tentacoli circostanti, la quale agisce sulle cellule al punto d'incurvamento, ma non produce aggregazione finchè non abbia raggiunto le glandule; queste allora rimandano dell'altra influenza, facendo aggregare il protoplasma, prima nelle cellule superiori e poi nelle inferiori.

Ri-tensione dei tentacoli. — Questo movimento è sempre lento e graduale. Quando s'eccita il centro della foglia, o s'immerge una foglia in una soluzione opportuna, tutti i tentacoli curvansi subito verso il centro, o poi subito s'allontanano da esso. Ma quando il punto d'eccitamento è sopra un lato del disco, i tentacoli circostanti si piegano verso di esso, e perciò obliquamente alla loro direzione normale; quando essi si ri-tendono di poi, si piegano obliquamente indietro, in modo da ricuperare le loro posizioni originali. I tentacoli più lontani da un punto eccitato, ovunque esso sia, sono gli ultimi ed i meno attaccati, e probabilmente

Digitized by Google

in conseguenza di ciò sono i primi a ri-tendersi. La porzione piegata d'un tentacolo strettamente incurvato è in uno stato di contrazione attiva, come mostra il seguente esperimento. Si pone della carne su d'una foglia, e dopo che i tentacoli furono strettamente incurvati ed avevano interamente cessato di muoversi, si tagliarono delle strette striscie del disco, con alcuni dei tentacoli attaccati ad esso, e si posero su d'un lato sotto al microscopio. Dopo parecchi insuccessi, mi riuscì di tagliare la superficie convessa della porzione piegata d'un tentacolo. Il movimento ricominciò immediatamente, e la porzione già molto piegata continuò a piegarsi finchè formò un circolo perfetto; la porzione superiore diritta del tentacolo passava sopra un lato della striscia. La superficie convessa dev'essere stata perciò precedentemente in uno stato di tensione, sufficiente a contrappesare quella della superficie concava, che, quando fu libera, s'arricciò in un cerchio completo.

I tentacoli d'una foglia spiegata e non eccitata sono moderatamente rigidi ed elastici; se sono piegati da un ago, l'estremità superiore cede più facilmente della parte basale e più grossa, che è sola atta ad incurvarsi. La rigidezza di questa parte basale sembra dovuta alla tensione della superficie esterna che bilancia uno stato di contrazione attiva e persistente della superficie interna. Credo che la cosa sia così, perchè, quando s'immerge una foglia nell'acqua bollente, i tentacoli divengono improvvisamente riflessi, e ciò indica evidentemente che la tensione della superficie esterna è meccanica, mentre quella della superficie interna è vitale, ed è subito distrutta dall'acqua bollente. Possiamo così pure comprendere perchè i tentacoli, divenendo vecchi e deboli, diventino lentamente riflessi. Se s'immerge una foglia coi suoi tentacoli strettamente incurvati nell'acqua bollente, questi si alzano un poco, ma in nessun modo si ri-tendono completamente. Ciò può essere in causa del calore che distrugge rapidamente la tensione e l'elasticità delle cellule della superficie convessa; ma io posso appena credere che la loro tensione, in qualunque tempo, basterebbe a portar indietro i tentacoli alla loro posizione originale, spesso per un angolo di oltre 180°. È più probabile che del fluido, che, come noi sappiamo, passa lungo i tentacoli durante l'atto d'inflessione, sia lentamente ri-attratto nelle cellule della superficie convessa, essendo così la loro tensione gradatamente e continuamente aumentata.

Una ricapitolazione dei fatti e delle discussioni principali verrà data alla fine del prossimo capitolo.

Digitized by Google

CAPITOLO XI.

RICAPITOLAZIONE DELLE OSSERVAZIONI PRINCIPALI SULLA DROSERA ROTUNDIFOLIA

Essendo stati dati dei sommari nella maggior parte dei capitoli, basterà qui ricapitolare, quanto brevemente posso, i punti principali. Nel primo capitolo fu dato uno schizzo preliminare della struttura delle foglie, e del modo onde esse pigliano gl'insetti. Ciò viene effettuato mediante goccie di fluido estremamente viscido circostanti alle glandule e mediante il movimento dei tentacoli verso l'interno. Ottenendo le piante la maggior parte del loro nutrimento con questi mezzi, le loro radici sono molto meschinamente sviluppate; ed esse crescono spesso in luoghi, ove difficilmente alcun'altra pianta, tranne i muschi, può esistere. Le glandule hanno il potere d'assorbimento, oltre a quello di secrezione. Esse sono estremamente sensitive a vari stimolanti, cioè, a tocchi ripetuti, alla pressione di particelle minute, all'assorbimento di materia animale e di vari fluidi, al calore ed all'azione galvanica. Un tentacolo con un pezzo di carne cruda sulla glandula fu veduto incominciare a curvarsi in 10 secondi, essere fortemente incurvato in 5 minuti e raggiungere il centro della foglia in mezz'ora. La lamina della foglia diviene spesso tanto incurvata da formare una coppa, e da racchiudere qualche oggetto posto su di essa.

Una glandula, quando è eccitata, non solo manda dell'influenza giù per il suo proprio tentacolo, facendolo piegare, ma anche ai tentacoli circostanti, che s'incurvano; sicchè sul punto d'incurvamento può esercitare influenza un impulso ricevuto da direzioni opposte, cioè dalla glandula sulla cima dello stesso tentacolo, e da una o più glandule dei tentacoli vicini. I tentacoli quando sono incurvati, si ri-tendono dopo un certo tempo, e durante questo processo le glandule secernono meno copiosamente, o diventano secche. Subito che cominciano a secernere di nuovo, i tentacoli sono pronti a ri-agire; e ciò si può ripetere almeno tre volte, probabilmente molto di più.

Fu mostrato nel secondo capitolo che le sostanze animali poste sui dischi producono inflessione molto più pronta ed energica, di corpi inorganici della stessa grandezza, o più irritazione meccanica; ma v'è una differenza ancor più marcata

Digitized by Google

nella maggior lunghezza del tempo durante il quale i tentacoli restano incurvati sopra corpi che rendono sostanza solubile e nutritiva, di quello che su quelli che non concedono tale materia. Particelle estremamente minute di vetro, cenere, capelli, filo, calce precipitata, ecc., quando si pongono sulle glandule dei tentacoli esterni, li fanno piegare. Una particella, a meno che non s'affondi attraverso la secrezione e tocchi effettivamente la superficie della glandula con qualche punto, non produce nessun effetto. Un pezzetto di capello umano sottile lungo $^{8}/_{1000}$ di pollice (millim. 0,203), e del peso soltanto di $^{1}/_{78740}$ di grano (milligr. 0,000822), benchè in gran parte sostenuto dalla secrezione densa, basta a produrre movimento. Non è probabile che la pressione in questo caso sia salita a quella d'un milionesimo di grano. Persino particelle minori cagionano un leggiero movimento, come si potrebbe vedere mediante una lente. Particelle maggiori di quelle, di cui sono state date le dimensioni, non producono nessuna sensazione quando sono poste sulla lingua, una delle parti più sensitive del corpo umano.

Ha luogo movimento se una glandula viene toccata momentaneamente tre o quattro volte; ma se si tocca solamente due o tre volte, benchè con forza considerevole e con un oggetto duro, il tentacolo non si piega. La pianta è così preservata da molti movimenti inutili, poichè durante un vento forte le glandule possono sfuggire difficilmente di venir accidentalmente toccate dalle foglie di piante circostanti. Quantunque insensibili ad un solo tocco, esse sono squisitamente sensitive, come fu or ora riferito, alla più leggiera pressione, se è prolungata per alcuni secondi; e questa facoltà è manifestamente d'utilità alla pianta per pigliare piccoli insetti. Anche dei moscerini, se si posano sulle glandule coi loro piedi delicati, sono presto e sicuramente abbracciati. Le glandule sono insensibili al peso ed ai colpi ripetuti di goccie di pioggia pesante, e le piante sono così parimenti preservate da molti movimenti inutili.

La descrizione dei movimenti dei tentacoli fu interrotta nel terzo capitolo per descrivere il processo d'aggregazione. Questo processo comincia sempre nelle cellule delle glandule, il cui contenuto diventa dapprima nebuloso; e ciò fu osservato 10 secondi dopo che una glandula era stata eccitata. Nelle cellule sotto le glandule appariscono tosto, talvolta entro un minuto, delle granulazioni proprio discernibili sotto una lente forte; e queste s'aggregano poi in minute sfere. Il processo va dipoi giù per i tentacoli, venendo arrestato per breve tempo a ciascuna divisione trasversa. Le piccole sfere si collegano in sfere maggiori, o in masse di protoplasma ovali, a testa grossa, simili a nastri di filo od a collane, od altrimenti formate, le quali, sospese in fluido quasi incoloro, offrono continui cambiamenti spontanei di forma. Esse si collegano frequentemente e di nuovo si separano. Se una glandula è stata eccitata potentemente, tutte le cellule giù sino alla base del tentacolo sono attaccate. Nelle cellule, specialmente se ripiene di fluido rosso carico,

Digitized by Google

il primo passo del processo è spesso la formazione d'una massa d'un rosso carico di protoplasma, simile ad un sacco, la quale poi si divide e subisce i soliti ripetuti mutamenti di forma. Prima che sia stata eccitata alcuna aggregazione, uno strato di protoplasma incoloro, che contiene delle granulazioni (l'otricolo primordiale di Mohl), scorre intorno alle pareti delle cellule; ma ciò diventa più distinto dopo che il contenuto è stato aggregato in parte in isfere o masse sacciformi. Ma dopo un certo tempo le granulazioni sono tirate verso le masse centrali e s'uniscono ad esse; ed allora lo strato circolante non si può distinguer più, ma v'è sempre una corrente di fluido trasparente entro le cellule.

L'aggregazione è eccitata da quasi tutti gli stimolanti che producono movimento; come l'essere le glandule toccate due o tre volte, la pressione di minute particelle inorganiche, l'assorbimento di vari fluidi, anche la lunga immersione in acqua distillata, l'esosmosi ed il calore. Dei molti stimolanti provati, il carbonato d'ammoniaca è il più energico ed agisce più presto; una dose d' $^1/_{131500}$ di grano (milligrammi 0,00048) data ad una sola glandula, basta a produrre in un'ora aggregazione bene marcata nelle cellule superiori dei tentacolo. Il processo continua soltanto, finchè il protoplasma è in una condizione viva, vigorosa ed ossigenata.

Il risultato è in ogni riguardo esattamente lo stesso, tanto che una glandula sia stata eccitata direttamente od abbia ricevuto un'influenza da altre glandule distanti. Ma v'è una differenza importante: quando le glandule centrali sono irritate, esse trasmettono centrifugamente un'influenza su per i picciuoli dei tentacoli esterni alle loro glandule; ma il processo effettivo d'aggregazione va centripetamente dalle glandule dei tentacoli esterni giù per i loro picciuoli; poichè l'influenza eccitante, che è trasmessa da una parte della foglia all'altra, dev'essere differente da quella che in fatto produce l'aggregazione. Il processo non dipende dal secernere le glandule più copiosamente di prima, ed è indipendente dall'inflessione dei tentacoli. Continua finchè i tentacoli restano incurvati, e tosto che questi sono ri-tesi completamente, le piccole masse di protoplasma sono tutte ri-disciolte; mentre le cellule si riempiono di fluido purpureo omogeneo, come erano prima che la foglia fosse eccitata.

Siccome il processo d'aggregazione può essere eccitato da alcuni tocchi, o dalla pressione di particelle insolubili, esso è evidentemente indipendente dall'assorbimento d'alcuna materia, e deve essere di natura molecolare. Anche quando è prodotto dall'assorbimento di carbonato, o d'altro sale d'ammoniaca, o d'una infusione di carne, il processo sembra essere esattamente della stessa natura. Il fluido protoplasmico dev'essere perciò in una condizione singolarmente instabile, per subir l'influenza di cause sì leggiere e variate. I fisiologi credono che quando si tocca un nervo, ed esso trasmette un'influenza alle altre parti del sistema nervoso, un cambiamento molecolare sia prodotto in esso, benchè non visibile per

Digitized by Google

noi. Perciò è uno spettacolo molto interessante osservare gli effetti, sulle cellule d'una glandula, della pressione d'un pezzo di capello, del peso soltanto d' $^1/_{78700}$ di un grano e sostenuto in gran parte dalla secrezione densa, giacchè questa pressione eccessivamente leggera produce tosto un cambiamento visibile nel protoplasma, il qual cambiamento è trasmesso giù per l'intera lunghezza del tentacolo, dandogli in ultimo un aspetto picchiettato, distinguibile anche ad occhio nudo.

Nel quarto capitolo fu mostrato che le foglie poste per breve tempo nell'acqua alla temperatura di 110° Fahr. (43°,3 cent.), s'incurvano alquanto; esse sono rese anche più sensitive di prima all'azione della carne. Se sono esposte ad una temperatura di 115° sino a 125° (46°,1-51°,6 cent.) esse sono presto incurvate ed il loro protoplasma subisce aggregazione; poste dipoi nell'acqua fredda si ri-tendono. Esposte a 130° (54°,4 cent.) non avviene immediatamente veruna inflessione, ma le foglie vengono così temporaneamente paralizzate, giacchè essendo lasciate nell'acqua fredda, spesso s'incurvano e dipoi si ri-tendono. In una foglia così trattata, vidi distintamente il protoplasma in movimento. In altre foglie trattate nel modo stesso e poi immerse in una soluzione di carbonato d'ammoniaca, ebbe luogo forte inflessione. Le foglie poste nell'acqua fredda, dopo un'esposizione ad una temperatura non meno alta di 145° (62°,7 cent.), s'incurvano talvolta leggermente, benchè lentamente, ed hanno dipoi il contenuto delle loro cellule fortemente aggregato dal carbonato d'ammoniaca. Ma la durata dell'immersione è un elemento importante, poichè se sono lasciate nell'acqua a 145° (62°,7 cent.), o soltanto a 140° (60° cent.), finchè questa si raffredda, vengono uccise, ed il contenuto delle glandule è reso bianco ed opaco. Quest'ultimo risultato sembra doversi alla coagulazione dell'albume, e fu quasi sempre causato anche da una corta esposizione a 150° (65°,5 cent.); ma differenti foglie ed anche le cellule separate nello stesso tentacolo, differiscono considerevolmente nella loro forza di resistere al calore. A meno che il calore sia stato sufficiente a coagulare l'albume, il carbonato di ammoniaca produce successivamente aggregazione.

Nel quinto capitolo furono riferiti i risultati del porre goccie di vari fluidi organici nitrogenati e non nitrogenati sui dischi delle foglie, e si mostrò che queste scoprono con certezza quasi infallibile la presenza del nitrogeno. Una decozione di piselli verdi o di foglie di cavoli freschi agisce quasi tanto potentemente come un'infusione di carne cruda; laddove un'infusione di foglie di cavolo fatta tenendole per lungo tempo nell'acqua semplicemente calda, è molto meno efficace. Una decozione di foglie di graminacee è meno potente d'una di piselli verdi o di foglie di cavolo.

Questi risultati mi trassero a ricercare se la Drosera possedesse la facoltà di sciogliere materia animale solida. Gli esperimenti che provano che le foglie sono capaci di vera digestione e che le glandule assorbono la materia digerita, sono dati in dettaglio nel sesto capitolo. Queste sono forse le più interessanti di tutte le mie

Digitized by Google

osservazioni sulla Drosera, non sapendosi prima distintamente che esistesse una tale facoltà nel regno vegetale. È pure un fatto interessante che le glandule del disco, quando vengono irritate, trasmettano dell'influenza alle glandule dei tentacoli esterni, facendole secernere più compiutamente, e facendo diventar acida la secrezione, come se fossero state eccitate direttamente da un oggetto posto su di esse. Il succo gastrico degli animali contiene, come ben si sa, un acido ed un fermento, ambo i quali sono indispensabili per la digestione, e così è della secrezione della Drosera. Quando lo stomaco di un animale viene irritato meccanicamente, secerne un acido, e quando si pongono sulle glandule della Drosera delle particelle di vetro o d'altri oggetti simili, la loro secrezione e quella delle glandule circostanti e non toccate, aumenta di quantità e diviene acida. Ma, secondo Schiff, lo stomaco d'un animale non secerne il suo proprio fermento, la pepsina, finchè non sono assorbite certe sostanze, ch'egli chiama peptogene; ed appare dai miei esperimenti che della materia deve venir assorbita dalle glandule della Drosera prima che possano secernere il loro proprio fermento. Che la secrezione contenga un fermento, il quale agisce soltanto in presenza d'un acido su materia animale solida, fu chiaramente provato aggiungendo dosi minute d'un alcali, che arrestava interamente il processo di digestione, mentre questo subito ricominciava, appena l'alcali veniva neutralizzato da un po' d'acido cloridrico debole. Da prove fatte con un gran numero di sostanze, si trovò che quelle, cui la secrezione della Drosera discioglie completamente od in parte, o non discioglie punto, vengono trattate esattamente allo stesso modo dal succo digestivo. Possiamo perciò concludere che il fermento della Drosera è strettamente analogo o identico alla pepsina degli animali.

Le sostanze che vengono digerite dalla Drosera agiscono sulle foglie molto diversamente. Alcune producono molto più energica e rapida inflessione dei tentacoli e li tengono incurvati per molto più lungo tempo di altre. Siamo così tratti a credere che le prime siano più nutritive delle ultime, sapendosi essere questo il caso di alcune di queste stesse sostanze quando sono date ad animali; per esempio, la carne in confronto della gelatina. Essendo la cartilagine sostanza sì tenace e ricevendo sì piccola influenza dall'acqua, la sua pronta dissoluzione fatta dalla secrezione della Drosera, ed il successivo assorbimento formano forse uno dei casi più sorprendenti. Ma esso non è realmente più notevole della digestione della carne, che è disciolta da questa secrezione nel modo stesso e cogli stessi stadii come dal succo gastrico. La secrezione discioglie l'osso e persino lo smalto dei denti, ma ciò è semplicemente dovuto alla grande quantità d'acido secreto, in causa evidentemente dell'avidità della pianta per il fosforo. Nel caso dell'osso il fermento non viene in azione finchè il fosfato di calce non sia stato decomposto e vi si trovi acido puro; allora la base fibrosa viene presto disciolta. Finalmente la secrezione attacca e discioglie materia da sementi vive, che essa

Digitized by Google

talvolta uccide o danneggia, come lo mostra lo stato ammalato delle pianticelle. Assorbe anche materia dal polline e da frammenti di foglie.

Il settimo capitolo fu dedicato all'azione dei sali d'ammoniaca. Questi fanno tutti incurvare i tentacoli e spesso la lamina della foglia ed aggregare il protoplasma. Essi agiscono con forza molto differente, essendo il citrato il meno potente, ed il fosfato (senza dubbio in causa della presenza del fosforo e del nitrogeno) di gran lunga il più potente. Ma l'efficacia relativa solamente di tre sali d'ammoniaca fu accuratamente determinata, cioè del carbonato, nitrato e fosfato. Gli esperimenti furon fatti ponendo dei mezzi minimi (milligrammi 0,0296) di soluzioni di forze differenti sui dischi delle foglie, — applicando una goccia minuta (circa $^1/_{20}$ di minimo, o milligrammi 0,00296) per alcuni secondi a tre o quattro glandule, — e coll'immergere foglie intere in una quantità misurata. Relativamente a questi esperimenti fu dapprima necessario stabilire gli effetti dell'acqua distillata, e si trovò, come fu dettagliatamente descritto, che le foglie più sensitive sono attaccate da essa, ma soltanto in grado leggiero.

Una soluzione di carbonato è assorbita dalle radici e produce aggregazione nelle loro cellule, ma non attacca le foglie. Il vapore è assorbito dalle glandule, e produce tanto incurvamento che aggregazione. Una goccia d'una soluzione contenente $^1/_{960}$ di grano (milligrammi 0,0675) è la minor quantità, che, quando è posta sulle glandule del disco, ecciti i tentacoli esterni a piegarsi verso l'interno. Ma una goccia minuta, contenente $^1/_{14400}$ di grano (milligrammi 0,00445), se è applicata per alcuni secondi alla secrezione circostante ad una glandula, causa la inflessione dello stesso tentacolo. Quando una foglia altamente sensitiva è immersa in una soluzione, e v'è tempo in abbondanza per l'assorbimento, $^1/_{268800}$ di grano (milligrammi 0,00024) è sufficiente per eccitare un solo tentacolo al movimento.

Il nitrato d'ammoniaca cagiona l'aggregazione del protoplasma molto meno presto del carbonato, ma è più potente nel produrre incurvamento. Una goccia contenente $^1/_{2400}$ di grano (milligrammi 0,027) posta sul disco agisce potentemente su tutti i tentacoli esterni, che non hanno essi stessi ricevuto soluzione; laddove una goccia con $^1/_{2800}$ di grano fece piegare soltanto alcuni di questi tentacoli, ma attaccò piuttosto con maggior franchezza la lamina. Una goccia minuta applicata come prima e contenente $^1/_{28800}$ di grano (milligrammi 0,0025), fece piegare il tentacolo che portava quella glandula. Dall'immersione di foglie intere fu provato che l'assorbimento fatto da una sola glandula di $^1/_{691200}$ di grano (milligrammi 0,0000937) bastò a porre lo stesso tentacolo in movimento.

Il fosfato d'ammoniaca è molto più potente del nitrato. Una goccia contenente $^1/_{3840}$ di grano (milligrammi 0,0169), posta sul disco d'una foglia sensitiva fa piegare la più parte dei tentacoli esterni, nonchè la lamina della foglia. Una goccia minuta contenente $^1/_{153600}$ di grano (milligrammi 0,000423), applicata per alcuni secondi ad una glandula, agisce come è mostrato dal movimento del ten-

Digitized by Google

tacolo. Quando una foglia viene immersa in trenta minimi (milligrammi 1,7748) di una soluzione d'una parte in peso di sale, in 21,875,000 d'acqua, l'assorbimento fatto da una glandula di $^1/_{19760000}$ soltanto di grano (milligrammi 0,00000328), cioè, un po' più d'un ventimilionesimo di grano, basta a far piegare il tentacolo che porta quella glandula al centro della foglia. In questo esperimento, in causa della presenza dell'acqua di cristallizzazione, sarebbe stato assorbito meno d'un trentamilionesimo di grano degli elementi efficaci. Nulla havvi di rimarchevole nell'essere quantità sì minute assorbite dalle glandule, giacchè tutti i fisiologi ammettono che i sali d'ammoniaca, che devono essere portati alle radici in quantità ancor minore da un solo rovescio di pioggia, vengano da quelle assorbiti. Nè è sorprendente che la Drosera possa profittare dall'assorbimento di questi sali, poichè certe muffe ed altre forme fungoidi prosperano in soluzioni d'ammoniaca, se sono presenti gli altri elementi necessari. Ma è un fatto da restar attoniti, su cui io non mi dilungherò qui di nuovo, che una quantità straordinariamente minuta, come un ventimilionesimo di grano di fosfato d'ammoniaca produca qualche cambiamento in una glandula di Drosera, sufficiente a far mandare un impulso motore giù per l'intera lunghezza del tentacolo; e quest'impulso eccita spesso movimento per un angolo di oltre 180°. Non so se si debba essere più stupefatti a questo fatto, o a quello che la pressione d'un pezzo minuto di capello, sostenuto dalla secrezione densa, produca presto cospicuo movimento. Inoltre quest'estrema sensitività, superiore a quella della più delicata parte del corpo umano, come pure la forza di trasmettere vari impulsi da una parte all'altra della foglia, sono state acquistate senza l'intervenzione d'alcun sistema nervoso.

Essendo presentemente conosciute poche piante che possedono glandule specialmente adatte all'assorbimento, sembrò che valesse la pena di provare gli effetti sulla Drosera di vari altri sali, oltre a quelli d'ammoniaca, e di vari acidi. La loro azione, come fu descritto nel capitolo ottavo, non corrisponde in tutto strettamente alle loro affinità chimiche, come si deducono dalla classificazione comunemente seguita. La natura della base è molto più influente di quella dell'acido; e si sa che ciò s'accorda cogli animali. Per esempio, nove sali di sodio produssero tutti inflessione ben marcata, e nessuno di essi fu velenoso in piccole dosi; mentre sette dei nove sali rispettivi di potassio non produssero verun effetto, e due cagionarono leggiera inflessione. Inoltre piccole dosi di alcuno degli ultimi sali, furono velenose. I sali di sodio e di potassio, quando sono iniettati nelle vene degli animali, differiscono parimente assai nella loro azione. I così detti sali terrosi producono difficilmente alcun effetto sulla Drosera. D'altro canto, la maggior parte dei sali metallici producono inflessione rapida e forte, e sono altamente velenosi; ma vi sono alcune strane eccezioni a questa regola; così il cloruro di piombo e di zinco, nonchè due sali di bario, non produssero inflessione e non furono velenosi.

Digitized by Google

La maggior parte degli acidi che vennero provati, benchè molto diluiti (una parte in 437 d'acqua) e dati in piccole dosi, agirono potentemente sulla Drosera, diciannove, di ventiquattro, fecero piegare più o meno i tentacoli. La maggior parte di essi, anche gli acidi organici, sono velenosi, spesso in sommo grado; e ciò è notevole, poichè i succhi di tante piante contengono acidi. L'acido benzoico, che è innocuo agli animali, sembra essere per la Drosera velenoso quanto il cianidrico. D'altronde l'acido cloridrico non è velenoso nè per gli animali, nè per la Drosera, e produce solamente una moderata quantità d'incurvamento. Molti acidi eccitano le glandule a secernere una quantità straordinaria di muco; ed il protoplasma entro le loro cellule sembra essere spesso ucciso, come si può dedurre dal divenire il fluido circostante tosto di color roseo. È strano che acidi affini agiscano assai diversamente: l'acido formico produce leggerissima inflessione e non è velenoso; mentre l'acido acetico della stessa forza agisce potentemente al massimo grado ed è velenoso. L'acido lattico è pure velenoso, ma produce incurvamento soltanto dopo un considerevole tratto di tempo. L'acido malico agisce leggermente, mentre gli acidi nitrico e tartarico non producono alcun effetto.

Nel nono capitolo sono descritti gli effetti dell'assorbimento di vari alcaloidi e diverse altre sostanze. Benchè alcune di queste siano velenose, tuttavia, siccome parecchie, che agiscono potentemente sul sistema nervoso degli animali, non producono alcun effetto sulla Drosera, possiamo argomentare che l'estrema sensibilità delle glandule e la loro facoltà di trasmettere un'influenza alle altre parti della foglia, producendo movimento e secrezione modificata od aggregazione, non dipende dalla presenza d'un elemento diffuso, affine al tessuto nervoso. Uno dei fatti più notevoli è che la lunga immersione nel veleno del serpente cobra non freni menomamente, ma piuttosto stimoli i movimenti spontanei del protoplasma nelle cellule dei tentacoli. Soluzioni di vari sali ed acidi si comportano molto diversamente nel ritardare od arrestare interamente la successiva azione di una soluzione di fosfato d'ammoniaca. La canfora disciolta nell'acqua agisce come uno stimolante, come fanno pure piccole dosi di certi olii essenziali, poichè producono rapida e forte inflessione. L'alcool non è uno stimolante. I vapori di canfora, alcool, cloroformio, etere solforico e nitrico sono velenosi in dosi di grandezza moderata, ma in dosi piccole servono come narcotici ed anestetici, ritardando assai la susseguente azione della carne. Ma alcuni di questi vapori agiscono anche come stimolanti, eccitando nei tentacoli dei movimenti rapidi, quasi spasmodici. L'acido carbonico è pure un narcotico, e ritarda l'aggregazione del protoplasma quando si dà successivamente del carbonato d'ammoniaca. Il primo accesso d'aria alle piante che sono state immerse in questo gas agisce talvolta come stimolante e produce movimento. Ma, come fu prima notato, ci vorrebbe una farmacopea speciale per descrivere i differenti effetti di varie sostanze sulle foglie della Drosera.

Digitized by Google

Nel decimo capitolo fu mostrato che la sensitività delle foglie appare essere interamente confinata alle glandule ed alle cellule immediatamente sotto esistenti. Fu inoltre mostrato che l'impulso motore ed altre forze od influenze, derivanti dalle glandule quando sono eccitate, passano per il tessuto cellulare, e non lungo i fascetti fibro-vascolari. Una glandula manda il suo impulso motore con grande rapidità giù per il picciuolo dello stesso tentacolo fino alla parte basale che allora si curva. L'impulso, allora passando avanti, si stende da tutti i lati ai tentacoli circostanti, attaccando prima quelli che stanno più vicini e poi i più lontani. Ma dilatandosi in tal modo, e non essendo le cellule del disco tanto allungate come quelle dei tentacoli, esso perde forza, e là passa assai più lentamente che giù per i picciuoli. In causa anche della direzione e forma delle cellule, passa con maggior facilità e celerità attraverso il disco in direzione longitudinale che in trasversale. L'impulso procedente dalle glandule dei tentacoli marginali estremi non sembra aver abbastanza forza da attaccare i tentacoli vicini; e ciò può essere in parte la conseguenza della loro lunghezza. L'impulso dalle glandule dei pochi ordini interni prossimi si stende principalmente ai tentacoli da ogni lato verso il centro della foglia; ma quello derivante dalle glandule dei tentacoli più corti sul disco s'irradia quasi egualmente da tutte le parti.

Quando una glandula è eccitata fortemente dalla quantità o qualità della sostanza posta su di essa, l'impulso motore passa più oltre di quello proveniente da una eccitata leggermente; e se parecchie glandule vengono eccitate simultaneamente, gl'impulsi di tutte si uniscono e si dilatano ancora più lontano. Tosto che una glandula viene eccitata, sviluppa un impulso che si stende ad una distanza considerevole; ma di poi, mentre la glandula secerne ed assorbe, l'impulso basta solamente a tenere lo stesso tentacolo incurvato, quantunque l'incurvamento possa durare molti giorni.

Se il punto d'incurvamento riceve un impulso dalla sua propria glandula, il movimento è sempre verso il centro della foglia; e così è di tutti i tentacoli, quando le loro glandule sono eccitate dall'immersione in un fluido conveniente. I corti nella parte centrale del disco devono venire eccettuati, non curvandosi essi punto quando vengono così eccitati. D'altro canto, quando l'impulso motore viene da un lato del disco, i tentacoli circostanti, compresi quelli corti nel centro del disco, curvansi tutti con precisione verso il punto d'eccitamento, ovunque questo sia situato. Questo è per ogni conto un fenomeno notevole; giacchè la foglia falsamente appare come se fosse dotata dei sensi di un animale. È tanto più notevole, poichè quando l'impulso motore colpisce la base d'un tentacolo obliquamente rispetto alla sua superficie appianata, la contrazione delle cellule deve essere limitata ad uno, due, od assai pochi ordini di una estremità. I differenti lati dei tentacoli circostanti devono subire influenza, affinchè tutti si curvino con precisione al punto d'eccitamento.

Digitized by Google

L'impulso motore, quando si diffonde da una o più glandule attraverso il disco, entra nelle basi dei tentacoli circostanti, ed agisce immediatamente sul punto di incurvamento. Esso non procede dapprima su per i tentacoli alle glandule, eccitandole a rimandare indietro un impulso alle loro basi. Nondimeno un poco di influenza viene mandata su sino alle glandule, poichè la loro secrezione è tosto aumentata e resa acida; ed allora le glandule, essendo così eccitate, mandano indietro altra influenza (non dipendente da secrezione aumentata, nè da incurvamento dei tentacoli), la quale fa aggregare il protoplasma passando sempre da una cellula in quella sottoposta. Ciò si può chiamare un'azione riflessa, benchè probabilmente assai differente da quella derivante dal ganglio nervoso d'un animale; ed è l'unico caso d'azione riflessa conosciuto nel regno vegetale.

Circa al meccanismo dei movimenti ed alla natura dell'impulso motore, sappiamo pochissimo. Durante l'atto d'inflessione, il fluido passa certamente da una parte all'altra dei tentacoli. Ma l'ipotesi che meglio s'accorda coi fatti osservati è che l'impulso motore sia affine in natura al processo d'aggregazione, e che ciò faccia avvicinare l'una all'altra le molecole delle pareti delle cellule, nel modo stesso come fanno le molecole del protoplasma entro le cellule; così le pareti delle cellule si contraggono. Ma si possono fare obbiezioni contro quest'opinione. La ri-tensione dei tentacoli è dovuta in gran parte all'elasticità delle loro cellule esterne, la quale viene in azione tostochè quelle sul lato interno cessano di contrarsi con forza prepotente; ma abbiamo ragione di sospettare che il fluido sia continuamente e lentamente attratto nelle cellule esterne durante l'atto di ri-tensione, aumentando così la loro tensione.

Ho dato ora una breve ricapitolazione dei punti principali da me osservati, riguardo alla struttura, ai movimenti, alla costituzione ed ai costumi della *Drosera rotundifolia;* e vediamo quanto poco fu fatto in confronto di ciò che resta oscuro ed ignoto.

Digitized by Google

CAPITOLO XII.

SULLA STRUTTURA E SUI MOVIMENTI D'ALCUNE ALTRE SPECIE DI DROSERA

Drosera anglica. — Drosera intermedia. — Drosera capensis.
Drosera spathulata. — Drosera filiformis. — Drosera binata. — Osservazioni conclusionali.

Esaminai sei altre specie di Drosera, alcuna delle quali indigena di remote contrade, specialmente allo scopo di determinare se pigliavano insetti. Ciò sembrava la cosa più importante, poichè le foglie di qualcuna delle specie differiscono in grado straordinario nella forma dalle rotonde della *Drosera rotundifolia*. Nelle facoltà funzionali però differiscono pochissimo.

Drosera anglica (Hudson) (1). — Le foglie di questa specie, che mi fu mandata dall'Irlanda, sono molto allungate, e s'allargano gradatamente dal gambo all'apice a punta ottusa. Esse stanno quasi ritte, e le loro lamine passano talvolta un pollice in lunghezza, mentre la loro larghezza è soltanto $^1/_6$ di pollice. Le glandule di tutti i tentacoli hanno la stessa struttura, sicchè gli estremi marginali non differiscono dagli altri, come nel caso della *Drosera rotundifolia*. Quando vengono irritate per essere toccate rozzamente, o dalla pressione di minute particelle inorganiche, o dal contatto con materia animale, o dall'assorbimento di carbonato d'ammoniaca, i tentacoli diventano incurvati; la parte basale è la sede principale del movimento. Il tagliare o pungere la lamina della foglia non eccitò alcun movimento. Esse pigliano frequentemente insetti, e le glandule dei tentacoli incurvati gemono molta secrezione acida. Si posero pezzi di carne arrosta su alcune glandule, ed i tentacoli cominciarono a muoversi in un minuto o in un minuto e 30 secondi; ed in un'ora e 30 minuti raggiunsero il centro. Due pezzi di sughero bollito, uno di filo bollito, e due di brace di carbone presa dal

(1) La signora TREAT ha dato un eccellente rapporto (nel *The American Naturalist*, dicembre 1873, p. 705) della *Drosera longifolia* (che è un sinonimo in parte della *Drosera anglica*), della *Drosera rotundifolia* e *filiformis*.

Digitized by Google

fuoco furono posti, mediante uno strumento, ch'era stato immerso nell'acqua bollente, su cinque glandule; queste precauzioni superflue sono state prese a cagione dei rapporti del sig. Ziegler. Una delle particelle di brace produsse inflessione in 8 ore e 45 minuti, come lo fecero dopo 23 ore l'altra particella di brace, il pezzo di filo ed ambo i pezzi di sughero. Tre glandule vennero toccate una mezza dozzina di volte con un ago; uno dei tentacoli divenne bene incurvato in 17 minuti e si ri-tese dopo 34 ore; gli altri due non si mossero mai. Il fluido omogeneo entro le cellule dei tentacoli subisce aggregazione dopo che questi si sono incurvati, specialmente se vien data una soluzione di carbonato d'ammoniaca; ed io osservai i soliti movimenti nelle masse di protoplasma. In un caso ebbe luogo l'aggregazione in un'ora e 10 minuti dopo che un tentacolo aveva portato un pezzo di carne al centro. Da questi fatti è chiaro che i tentacoli della *Drosera anglica* si comportano come quelli della *Drosera rotundifolia*.

Se un insetto vien posto sulle glandule centrali o vi è stato preso naturalmente, l'apice della foglia s'arriccia verso l'interno. Per esempio, si posero delle mosche morte su tre foglie presso alle loro basi, e dopo 24 ore gli apici prima diritti erano completamente arricciati, in modo da abbracciare e nascondere le mosche; perciò essi avevano percorso un angolo di 180°. Dopo tre giorni l'apice d'una foglia, insieme ai tentacoli, cominciò a ri-tendersi. Ma per quanto ho veduto (e feci molte prove), i lati della foglia non sono mai incurvati, e questa è una differenza funzionale fra questa specie e la *Drosera rotundifolia*.

Drosera intermedia (Hayne). — Questa specie è appunto sì comune in alcune parti d'Inghilterra come la *Drosera rotundifolia*. Differisce dalla *Drosera anglica*, per quanto concerne le foglie, solamente nella loro minor grandezza, e nell'essere le loro cime generalmente un poco riflesse. Esse prendono un gran numero d'insetti. I tentacoli sono eccitati al movimento da tutte le cause su indicate; ed ha lungo l'aggregazione, con movimento delle masse protoplasmiche. Ho veduto, mediante una lente, un tentacolo cominciar a piegarsi in meno d'un minuto dopo che una particella di carne cruda era stata posta sulla glandula. L'apice della foglia s'arriccia su d'un oggetto eccitante come nel caso della *Drosera anglica*. Sopra gl'insetti presi viene versata della secrezione acida in copia. Una foglia che aveva abbracciata una mosca con tutti i suoi tentacoli si ri-tese dopo quasi 3 giorni.

Drosera capensis. — Questa specie, indigena del Capo di Buona Speranza, mi fu mandata dal dottor Hooker. Le foglie sono allungate, leggermente concave lungo il mezzo e coniche verso l'apice, che è a punta ottusa e riflesso. Esse sorgono da un asse quasi legnoso, e la loro particolarità maggiore consiste nei loro verdi gambi fogliacei, che sono altrettanto larghi e persino più lunghi della lamina, che porta delle glandule. Questa specie perciò trae probabilmente più nutrimento dall'aria, e meno da insetti pigliati delle altre specie del genere. Nondimeno i tentacoli sono affollati insieme sul disco, ed estremamente numerosi; quelli sui margini sono molto più lunghi dei centrali. Tutte le glandule hanno la stessa forma; la loro secrezione è estremamente viscosa ed acida.

Il campione ch'io esaminai era appunto allora soltanto rimesso da uno stato debole di salute. Ciò può render ragione del muoversi molto lentamente dei tentacoli, quando si posero delle particelle di carne sulle glandule, e forse del non esser io mai riuscito a produrre alcun movimento col toccarle ripetutamente con un ago. Ma per tutte le specie del genere quest'ultimo è lo stimolo meno efficace. Si posero delle particelle di vetro, sughero, e brace di carbone sulle glandule di sei tentacoli; ed una sola se ne mosse dopo un intervallo di 2 ore e 30 minuti. Nondimeno, due glandule furono estremamente sensitive a piccolissime dosi di nitrato d'ammoniaca, cioè a circa $^1/_{20}$ di minimo d'una soluzione (una parte in 5250 d'acqua), non contenente che $^1/_{115200}$ di grano (milligr. 0,00562) del sale. Si posero

Digitized by Google

dei frammenti di mosche su due foglie presso alle loro cime, le quali s'incurvarono in 15 ore. Si pose pure una mosca nel mezzo d'una foglia; in alcune ore i tentacoli da ciascun lato l'abbracciarono, ed in 8 ore l'intera foglia subito sotto la mosca era un po' incurvata trasversalmente. Il mattino seguente, dopo 23 ore, la foglia era sì completamente arricciata che l'apice posava sull'estremità superiore del gambo. In nessun caso s'incurvarono i lati della foglia. Una mosca schiacciata fu posta sul gambo fogliaceo, ma non produsse verun effetto.

Drosera spathulata (mandatami dal dottor Hooker). — Feci soltanto alcune osservazioni su questa specie australiana, che ha foglie lunghe, strette, allargantisi gradatamente verso le loro sommità. Le glandule dei tentacoli marginali estremi sono allungate e differiscono dalle altre, come nel caso della *Drosera rotundifolia*. Si pose una mosca sopra una foglia, ed in 18 ore fu abbracciata dai tentacoli vicini. Dell'acqua di gomma lasciata cadere su parecchie foglie non produsse verun effetto. Un frammento d'una foglia fu immerso in alcune goccie d'una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 146 d'acqua; tutte le glandule furono istantaneamente annerite; si poteva vedere il processo d'aggregazione scendere rapidamente giù per le cellule dei tentacoli; e le granulazioni di protoplasma s'unirono tosto in sfere e masse variamente formate, le quali mostravano i soliti movimenti. Mezzo minimo d'una soluzione d'una parte di nitrato d'ammoniaca in 146 d'acqua fu poscia messo sul centro d'una foglia; dopo 6 ore erano incurvati da ambedue le parti i tentacoli marginali, e dopo 9 ore essi raggiunsero il centro. Anche i margini laterali della foglia s'incurvarono, sicchè formò mezzo cilindro; ma l'apice della foglia non s'incurvò in nessuna delle mie poche prove. La suddetta dose di nitrato (cioè $^1/_{320}$ di grano, o milligrammi 0,202) fu troppo forte, poichè nel corso di 23 ore la foglia morì.

Drosera filiformis — Questa specie, indigena dell'America settentrionale, cresce in tale abbondanza in certe parti di New Jersey da coprire quasi il suolo. Essa piglia, secondo la signora Treat (1), un numero straordinario d'insetti piccoli e grandi, — persino mosche grandi del genere *Asilus*, tignuole e farfalle. Il campione ch'io esaminai, inviatomi dal dott. Hooker, aveva foglie filiformi, lunghe da 6 a 12 pollici, colla superficie superiore convessa e l'inferiore piatta e leggermente scanalata. L'intera superficie convessa, giù sino alle radici — poichè non v'è un gambo distinto — è coperta di corti tentacoli che portano delle glandule, dei quali quelli sui margini sono i più lunghi e riflessi. Dei pezzi di carne posti sulle glandule di alcuni tentacoli li fecero incurvare leggermente in 20 minuti; ma la pianta non era in uno stato vigoroso. Dopo 6 ore avevano percorso un angolo di 90°, ed in 24 ore raggiunsero il centro. In questo punto i tentacoli circostanti cominciarono a curvarsi verso l'interno. Per ultimo una grande goccia di secrezione estremamente viscosa, leggermente acida fu versata sulla carne dalle glandule unite. Parecchie altre glandule furono toccate con un po' di saliva, ed i tentacoli s'incurvarono in meno di un'ora e si ri-tesero dopo 18 ore. Particelle di vetro, sughero, brace, filo e foglia d'oro furono poste su numerose glandule sopra due foglie; in circa un'ora quattro tentacoli s'incurvarono, ed altri quattro dopo un altro intervallo di 2 ore e 30 minuti. Non m'è mai riuscito una volta di produrre alcun movimento col toccare replicatamente con un ago; e la signora Treat fece prove simili per me con nessun successo. Si posero piccole mosche su parecchie foglie vicino alle loro cime, ma la lamina filiforme non divenne che in un caso incurvata molto leggermente, subito sotto l'insetto. Forse ciò indica che le lamine di piante vigorose si curverebbero sopra insetti presi, ed il dott. Canby m'informa

(1) *American Naturalist*, dicembre 1873, p. 705.

Digitized by Google

che la cosa è così, ma il movimento non può essere fortemente pronunciato, non essendo esso stato osservato dalla signora Treat.

Drosera binata (o *dicotoma*). — Sono molto obbligato verso la signora Dorotea Nevill per una bella pianta di questa specie australiana quasi gigantesca, la quale differisce in alcuni punti interessanti da quelle descritte precedentemente. In questo campione i gambi iuncei delle foglie erano lunghi 20 pollici. La lamina si biforca al suo unirsi col gambo, e due o tre volte dipoi, arricciandosi intorno in modo irregolare. Essa è stretta, essendo larga solamente $^3/_{20}$ di pollice. Una lamina era lunga pollici 7 $^1/_2$, sicchè l'intera foglia, compreso il gambo, era lunga 27 pollici. Ambedue le superficie sono leggermente incavate. La pagina superiore è coperta di tentacoli disposti in ordini alternati, essendo quelli nel mezzo corti ed affollati insieme, quelli verso i margini più lunghi, persino due o tre volte più lunghi della larghezza della lamina. Le glandule dei tentacoli esterni sono d'un rosso molto più carico di quelle dei centrali. I picciuoli di tutti sono verdi. L'apice della lamina è assottigliata, e porta tentacoli lunghissimi. Il signor Copland m'informa che le foglie d'una pianta, ch'egli tenne per alcuni anni, erano, prima d'appassire, coperte generalmente d'insetti.

Le foglie non differiscono in punti essenziali di struttura o di funzione da quelli delle specie precedentemente descritte. Pezzi di carne od un po' di saliva posti sulle glandule dei tentacoli esterni produssero movimento ben marcato in 3 minuti e particelle di vetro agirono in 4 minuti. I tentacoli con queste ultime particelle si ri-tesero dopo 22 ore. Un pezzo di foglia immerso in alcune goccie di una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 437 d'acqua ebbe tutte le glandule annerite e tutti i tentacoli incurvati in 5 minuti. Un pezzo di carne cruda, posta su parecchie glandule nel solco di mezzo, fu abbracciata in 2 ore e 10 minuti dai tentacoli marginali d'ambo le parti Pezzi di carne arrosta e piccole mosche non agirono proprio così presto; ed albume e fibrina ancora meno presto. Uno dei pezzi di carne eccitò tanta escrezione (che è sempre acida) che scorse alcun poco giù per il solco di mezzo, producendo l'inflessione dei tentacoli sino a dove esso s'inoltrò. Particelle di vetro poste sulle glandule nel solco mediano non le stimolarono abbastanza da far trasmettere l'impulso motore ai tentacoli esterni. In nessun caso s'incurvò punto la lamina della foglia, neppure l'apice assottigliato.

Tanto sulla pagina superiore che sulla inferiore della lamina vi sono numerose glandule minute, quasi sessili, consistenti di quattro, otto o dodici cellule. Sulla superficie inferiore esse sono d'un pallido porporino, sulla superiore verdastre. Organi quasi uguali trovansi sui gambi, ma sono minori e spesso in condizione raggrinzata. Le glandule minute sulla lamina possono assorbire rapidamente: così, un pezzo di foglia fu immerso in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqna (1 grano in 2 once), ed in 5 minuti esse furono tutte tanto oscurate da esser quasi nere, col loro contenuto aggregato. Esse, per quanto potei osservare, non secernono spontaneamente; ma in 2 sino a 3 ore dopo che una foglia era stata stropicciata con un pezzo di carne cruda inumidita con saliva, esse sembravano secernere liberamente; e questa conclusione fu poi sostenuta da altre apparenze. Esse sono perciò omologhe colle glandule sessili delle foglie di *Dionaea* e *Drosophyllum* le quali verranno descritte più oltre. In questo ultimo genere esse sono unite, come nel caso presente, con glandule che secernono spontaneamente, cioè, senza essere eccitate.

La *Drosera binata* presenta un'altra particolarità più notevole, cioè, la presenza d'alcuni tentacoli sulla pagina inferiore delle foglie presso ai loro margini. Essi sono di struttura perfetta; vasi spirali corrono su per i loro picciuoli; le loro glandule sono circondate da goccie di secrezione viscida, ed hanno la facoltà di

Digitized by Google

assorbire. Quest'ultimo fatto fu mostrato dal divenire le glandule immediatamente nere, ed il protoplasma aggregato, quando si pose una foglia in una piccola soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 437 d'acqua. Questi tentacoli dorsali sono corti, non essendo esattamente lunghi quanto i marginali sulla pagina superiore; alcuni di essi sono sì corti da confondersi quasi colle minute glandule sessili. La loro presenza, quantità e grandezza variano su foglie differenti, ed essi sono disposti piuttosto irregolarmente. Sulla faccia posteriore d'una foglia ne contai non meno di ventuno lungo un lato.

Questi tentacoli dorsali differiscono in un punto importante da quelli sulla pagina superiore, cioè, nel non possedere alcuna facoltà di movimento, in qualunque modo vengano stimolati. Così, si posero in momenti differenti porzioni di quattro foglie in soluzioni di carbonato d'ammoniaca (una parte in 437 o 218 d'acqua) e tutti i tentacoli sulla pagina superiore s'incurvarono tosto strettamente; ma i dorsali non si mossero, sebbene le foglie fossero lasciate nella soluzione per molte ore, e sebbene le loro glandule per il loro colore annerito avessero evidentemente assorbito del sale. Si dovrebbero scegliere foglie piuttosto giovani per tali prove, giacchè i tentacoli dorsali, divenendo vecchi e cominciando ad appassire inclinano spesso spontaneamente verso il mezzo della foglia. Se questi tentacoli avessero posseduto la facoltà di movimento non sarebbero stati resi più utili alla pianta; perchè non sono lunghi abbastanza da piegarsi intorno al margine della foglia in modo da raggiungere un insetto preso sulla pagina superiore. Nè sarebbe stato d'alcuna utilità se questi tentacoli si fossero mossi verso il mezzo della pagina inferiore, poichè non vi sono là glandule viscose da cui possano venir presi insetti. Quantunque essi non abbiano facoltà di movimento, sono probabilmente di qualche utilità coll'assorbire materia animale da qualche insetto minuto, che venga da essi pigliato, e coll'assorbire ammoniaca dall'acqua pluviale. Ma il loro variare di presenza e grandezza, e la loro posizione irregolare indicano che non sono di gran servizio e che tendono verso l'aborto. In un capitolo futuro vedremo che il *Drosophyllum*, colle sue foglie allungate, rappresenta probabilmente la condizione d'un primitivo progenitore del genere Drosera, e nessuno dei tentacoli di *Drosophyllum*, nè quelli sulla pagina superiore nè sull'inferiore delle foglie, sono capaci di movimento quando sono eccitati, quantunque piglino numerosi insetti, che servono di nutrimento. Sembra perciò che la *Drosera binata* abbia conservati avanzi di certi caratteri ereditari — cioè alcuni tentacoli immobili sulle pagine inferiori delle foglie, e glandule sessili molto bene sviluppate, — i quali sono stati perduti dalla maggior parte o da tutte le altre specie del genere.

Osservazioni conclusionali. — Da quanto abbiamo ora veduto, si può a mala pena dubitare che la più parte o probabilmente tutte le specie di Drosera sono adatte a prendere insetti quasi cogli stessi mezzi. Oltre alle due specie australiane su descritte, si dice (1) che altre due specie indigene di quelle contrade, cioè la *Drosera pallida* e la *Drosera sulphurea*, « chiudano le loro foglie sopra insetti con grande rapidità: e lo stesso fenomeno è manifestato da una specie indiana, *Drosera lunata*, e da parecchie di quelle del Capo di Buona Speranza, specialmente

(1) *Gardener's Chronicle*, 1874, p. 209.

Digitized by Google

dalla *Drosera trinervis* ». Un'altra specie australiana, *Drosera heterophylla* (classificata da Lindley in un genere distinto, *Sondera*) è notevole per le sue foglie particolarmente conformate, ma io non so nulla della sua facoltà di pigliare insetti, giacchè ne ho veduti soltanto dei campioni disseccati. Le foglie formano minute coppe appianate, coi gambi attaccati non ad un margine, ma al fondo. La superficie interna ed i margini delle coppe sono guarniti di tentacoli, che racchiudono fascetti fibro-vascolari, piuttosto differenti da quelli da me veduti in alcun'altra specie; giacchè alcuni dei vasi sono fatti a barra e punteggiati invece di essere spirali. Le glandule, giudicando dalla quantità di secrezione disseccata ad esse aderente, secernono copiosamente.

Digitized by Google

CAPITOLO XIII.

DIONAEA MUSCIPULA

Struttura delle foglie. — Sensitività dei filamenti. — Rapido movimento dei lobi causato dall'irritazione dei filamenti. — Glandule, loro potere di secrezione. — Movimento lento cagionato dall'assorbimento di materia animale. — Evidenza dell'assorbimento per la condizione aggregata delle glandule. — Potere digestivo della secrezione. — Azione del cloroformio, dell'etere e dell'acido cianidrico. — Maniera, con cui gl'insetti sono presi. — Utilità delle setole marginali. — Specie d'insetti presi. — Trasmissione dell'impulso motore e meccanismo dei movimenti. — Nuova tensione dei lobi.

Questa pianta, chiamata comunemente *acchiappamosche di Venere*, per la rapidità e forza de' suoi movimenti, è una delle più maravigliose del mondo (1). È un membro della piccola famiglia delle Droseracee, e si trova soltanto nella parte orientale della Carolina del Nord, crescendo essa in siti umidi. Le radici sono piccole; quelle d'una pianta moderatamente bella, ch'io esaminai, consistevano di due rami lunghi circa un pollice, derivanti da un ingrossamento bulboso. Esse servono probabilmente, come nel caso della Drosera, al solo assorbimento d'acqua; giacchè un giardiniere, a cui riusci molto bene la coltivazione di questa pianta, la tiene, come un'orchidea epifitica, nel musco umido ben scolato senza terra di sorta (2). La forma della foglia bilobata, col suo gambo fogliaceo, è mostrata nella figura qui rappresentata (fig. 12). I due lobi formano nella piega piuttosto meno d'un angolo retto. Tre minuti processi o filamenti appuntati, posti triangolarmente, sporgono dalla pagina superiore d'ambedue; ma io ho veduto

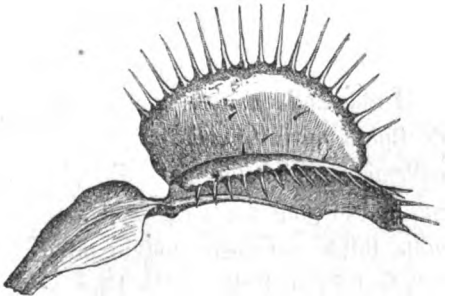

Fig. 12 — *Dionaea muscipula.*
Foglia veduta lateralmente nel suo stato dilatato.

(1) Il dott. HOOKER, nel suo indirizzo alla Associazione Britannica a Belfast, 1874, ha dato un rapporto storico sì completo delle osservazioni che sono state pubblicate sui costumi di questa pianta, che sarebbe da parte mia superfluo ripeterle.

(2) *Gardener's Chronicle*, 1874, p. 464.

Digitized by Google

due foglie con quattro filamenti da ciascun lato, ed un'altra con due soltanto. Questi filamenti sono rimarchevoli per la loro estrema sensitività ad un tocco, come è mostrato non dal loro proprio movimento, ma da quello dei lobi. I margini della foglia si prolungano in acute proiezioni rigide, che chiamerò setole, in ognuna delle quali entra un fascetto di vasi spirali. Le setole stanno in tale posizione che, quando i lobi si chiudono, esse si incrociano fra loro come i denti d'una trappola da sorci. La costa di mezzo della foglia, sul lato inferiore, è fortemente sviluppata e prominente.

La superficie superiore della foglia è densamente coperta, tranne verso i margini, di minute glandule d'un colore rossiccio o porporino, mentre il resto della foglia è verde. Non vi sono glandule sulle setole o sul gambo fogliaceo. Le glandule sono formate di venti sino a trenta cellule poligone, ripiene di fluido purpureo. La superficie superiore è convessa. Esse stanno su cortissimi picciuoli, in cui non entrano vasi spirali, nel qual rispetto esse differiscono dai tentacoli di Drosera. Esse secernono, ma solamente quando sono eccitate dall'assorbimanto di certe materie, che hanno la facoltà d'assorbire. Minute proiezioni, formate d'otto rametti divergenti d'un colore bruno rossiccio od arancio, e foggiate, sotto il microscopio, come fiorellini eleganti, sono sparse in quantità considerevole sui gambi, sulle facce inferiori delle foglie, e sulle setole, ed alcune sulla superficie superiore dei *lobi*. Queste proiezioni ottofide sono senza dubbio omologhe colle papille delle foglie della *Drosera rotundifolia*. Sulle facce inferiori delle foglie vi sono pure alcuni peli minutissimi, semplici, acuti, lunghi circa $^1/_{12000}$ (millimetri 0,0148).

I filamenti sensitivi sono formati di parecchi ordini di cellule allungate, ripiene di fluido purpureo. Essi sono lunghi un po' più di $^1/_{20}$ di pollice; sono sottili e delicati, e conici alla punta. Esaminai le basi di parecchi, facendone delle sezioni, ma non si potè vedere nessuna traccia dell'ingresso d'alcun vaso. L'apice è talvolta bifido od anche trifido, in causa d'una leggiera separazione fra le acute cellule terminali. Verso la base vi è un condensamento, formato di cellule più larghe, sotto cui v'è un'articolazione, sostenuta da una base aggrandita, consistente di cellule poligonali differentemente conformate. Siccome i filamenti sporgono ad angolo retto dalla superficie della foglia, essi sarebbero stati soggetti a rompersi ogniqualvolta i lobi si chiudevano insieme, se non ci fosse stata l'articolazione che li lasciava piegare in giù facilmente.

Questi filamenti, dalle loro cime alle basi, sono squisitamente sensitivi ad un tocco momentaneo. È a mala pena possibile toccarli sì leggermente o presto con alcun oggetto duro senza far chiudere i lobi. Un pezzo di capello umano delicatissimo, lungo 2 pollici e mezzo, tenuto sospeso al di sopra d'un filamento, e mosso su e giù in modo da toccarlo, non eccitò alcun movimento. Ma quando fu mosso egualmente un filo di cotone piuttosto grosso della stessa lunghezza, i lobi si chiusero. Delle prese di fino fior di farina, lasciato cadere da un'altezza, non

Digitized by Google

produsse nessun effetto. Il su accennato capello fu poi fissato in un manico, e mozzato in modo che ne sporgesse un pollice; questa lunghezza essendo abbastanza rigida da sostenersi in una linea quasi orizzontale. L'estremità fu poi portata con un lento movimento lateralmente in contatto colla cima d'un filamento, e la foglia si chiuse sull'istante. In un altro caso due o tre tocchi della stessa specie furono necessari prima che avesse luogo alcun movimento. Quando consideriamo quanto sia flessibile un capello sottile, possiamo farci un'idea di quanto leggiero dev'essere il tocco dato dall'estremità d'un pezzo, lungo un pollice, mosso lentamente.

Quantunque questi filamenti siano sì sensitivi ad un tocco momentaneo e delicato, essi lo sono molto meno della Drosera, ad una pressione prolungata. Parecchie volte mi riuscì di porre sulla sommità d'un filamento, per mezzo d'un ago mosso con estrema lentezza, pezzi di capello umano piuttosto grossi, e questi non eccitarono movimento, sebbene fossero lunghi più di dieci volte quelli che fecero piegare i tentacoli della Drosera, e benchè in quest'ultimo caso fossero sostenuti in gran parte dalla densa secrezione. D'altro canto, le glandule della Drosera possono venir colpite con un ago od alcun oggetto duro una, due od anche tre volte, con forza considerevole, e non ne segue movimento. La differenza singolare nella natura della sensitività dei filamenti di Dionea e delle glandule di Drosera sta evidentemente in rapporto coi costumi delle due piante. Se un insetto delicato si posa co' suoi piedi delicati sulle glandule della Drosera, vien preso dalla secrezione viscosa e la pressione leggiera, benchè prolungata, annunzia la presenza di preda, che è assicurata col lento piegarsi dei tentacoli. D'altronde, i sensitivi filamenti della Dionea non sono viscosi, e la presa d'insetti non può venir assicurata che dalla loro sensitività ad un tocco momentaneo, seguito dal chiudersi rapido dei lobi.

Come fu or ora riferito, i filamenti non sono glandulari, e non secernono. Nè hanno essi il potere d'assorbire, come si può dedurre dal fatto che delle goccie di una soluzione di carbonato d'ammoniaca (una parte in 146 d'acqua), poste su due filamenti, non producono nessun effetto sul contenuto delle loro cellule e non fanno chiudere i lobi. Quando però una piccola porzione d'una foglia con un filamento eccitato fu mozzata ed immersa nella soluzione stessa, il fluido entro alle cellule basali divenne quasi istantaneamente aggregato in purpuree o incolore masse di materia, irregolarmente conformate. Il processo d'aggregazione andò gradatamente su per i filamenti da cellula a cellula fino alle loro estremità, cioè in corso inverso a quello che ha luogo nei tentacoli della Drosera quando le loro glandule sono state eccitate. Parecchi altri filamenti vennero mozzati presso alle loro basi, e lasciati per un'ora e 30 minuti in una soluzione più debole d'una parte di carbonato in 218 d'acqua, e ciò cagionò aggregazione in tutte le cellule, cominciando, come prima, alle basi dei filamenti.

La lunga immersione dei filamenti nell'acqua distillata produce del pari aggregazione. Nè è raro trovare il contenuto di alcune delle cellule terminali in una

Digitized by Google

condizione di aggregazione spontanea. Le masse aggregate subiscono continui lenti cambiamenti di forma, unendosi e di nuovo separandosi; ed alcune di esse si volgevano evidentemente intorno ai loro propri assi. Una corrente di protoplasma granulare incoloro si poteva pure veder girare intorno alle pareti delle cellule. Questa corrente cessa d'essere visibile tosto che il contenuto è bene aggregato; ma probabilmente continua ancora, benchè non sia più visibile, in causa dell'essersi tutte le granulazioni nello strato corrente unite alle masse centrali. In tutti questi riguardi i filamenti della Dionea si comportano esattamente come i tentacoli della Drosera.

Ad onta di questa somiglianza v'è una differenza notevole. I tentacoli della Drosera, dopo che le loro glandule sono state toccate replicatamente, o che una particella d'alcuna sorte è stata posta su di esse, diventano incurvati e fortemente aggregati. Non si produce un tale effetto toccando i filamenti della Dionea; ne confrontai, dopo una o due ore, alcuni che erano stati toccati ed alcuni che non l'erano, ed altri dopo venticinque ore, e non v'era differenza nel contenuto delle cellule. Si tennero aperte le foglie per tutto questo tempo con uncini, sicchè i filamenti non erano compressi contro il lobo opposto.

Goccie d'acqua, od una sottile corrente interrotta, cadendo da un'altezza sui filamenti, non fecero chiudere le lamine; quantunque questi filamenti fossero dipoi provati essere altamente sensitivi. Senza dubbio, come nel caso della Drosera, la pianta è indifferente ad un forte rovescio di pioggia. Goccie d'una soluzione di mezz'oncia di zucchero in un'oncia fluida d'acqua furono lasciate ripetutamente cadere da un'altezza sui filamenti, ma non produssero alcun effetto, a meno che esse non aderissero a questi. Inoltre, soffiai molte volte con un sottile tubo a punta con tutta la mia forza contro i filamenti senza alcun effetto, venendo ricevuti questi soffi con altrettanta indifferenza come avviene senza dubbio per un forte colpo di vento. Vediamo così che la sensitività dei filamenti è d'una natura speciale, riferendosi più ad un tocco momentaneo che ad una pressione prolungata; ed il tocco non deve essere di fluidi, come aria od acqua, ma di qualche oggetto solido.

Sebbene delle goccie d'acqua e d'una soluzione di zucchero, moderatamente forte, cadendo sui filamenti non li eccitino, pure l'immersione d'una foglia nell'acqua pura fa talvolta chiudere i lobi. Si lasciò immersa una foglia per un'ora e 10 minuti ed altre tre si lasciarono immerse per alcuni minuti nell'acqua a temperature varianti da 59° a 65° (15° a 18°,3 cent.) senza alcun effetto. Tuttavia una di queste quattro foglie essendo stata delicatamente ritirata dall'acqua, si chiuse piuttosto prestamente. Le altre tre foglie furono provate essere in buona condizione, poichè si chiusero quando si toccarono i loro filamenti. Nondimeno due foglie fresche essendo state immerse nell'acqua a 62° $^1/_2$ (23°,8 e 16°,9 cent.) si chiusero istantaneamente. Esse vennero allora poste coi loro gambi nell'acqua, e dopo 23 ore si ri-tesero parzialmente; toccando i loro filamenti, una d'esse si chiuse. Quest'ultima foglia

Digitized by Google

dopo altre 24 ore si ri-tese nuovamente, ed ora, essendo toccati i filamenti d'ambe le foglie, si chiusero tutt'e due. Così vediamo che una breve immersione nell'acqua non danneggia punto le foglie, ma eccita talvolta i lobi a chiudersi. Il movimento nei casi suddetti non è evidentemente prodotto dalla temperatura dell'acqua. È stato mostrato che la lunga immersione fa aggregare il fluido purpureo entro le cellule dei filamenti sensitivi, ed i tentacoli della Drosera subiscono la medesima influenza dalla lunga immersione, essendo talvolta alquanto incurvati. In ambedue i casi il risultato è probabilmente da attribuirsi ad un leggiero grado d'esosmosi.

Confermano questa opinione gli effetti dell'immersione d'una foglia di Dionea in una soluzione di zucchero moderatamente forte, essendo stata la foglia lasciata precedentemente per un'ora e 10 minuti nell'acqua senza alcun effetto; perocchè ora i lobi si chiusero piuttosto presto, incrociandosi le cime delle setole marginali in 2 minuti e 30 secondi ed essendo la foglia completamente chiusa in 3 minuti. Tre foglie vennero poi immerse in una soluzione di mezz'oncia di zucchero in un'oncia fluida d'acqua, e tutte e tre le foglie si chiusero rapidamente. Essendo io incerto se si doveva ciò all'azione dell'esosmosi sulle cellule della superficie superiore dei lobi o sui filamenti sensitivi, una foglia venne dapprima provata versando un po' della stessa soluzione nel solco fra i lobi sopra la costa di mezzo che è la sede principale del movimento. Fu lasciata là per qualche tempo, ma non ebbe luogo alcun movimento. L'intera superficie superiore della foglia fu allora aspersa (tranne intorno presso alle basi dei filamenti sensitivi, ove io non poteva farlo senza rischiare di toccarli) colla stessa soluzione, ma non fu prodotto nessun effetto. Sicchè le cellule della pagina superiore non vengono in questa maniera eccitate. Ma quando dopo molti tentativi mi riuscì di far unire una goccia della soluzione ai filamenti, la foglia si chiuse presto. Quindi credo possiamo concludere che la soluzione fa passare per esosmosi il fluido fuori delle delicate cellule dei filamenti; ciò che provoca qualche cambiamento molecolare nel loro contenuto, analogo a quello che deve esser prodotto da un tocco.

L'immersione di foglie in una soluzione di zucchero le stimola per un tempo molto più lungo dell'immersione nell'acqua o d'un tocco sui filamenti; poichè in questi ultimi casi i lobi cominciano a ri-tendersi in meno d'un giorno. D'altro canto, delle tre foglie che furono immerse per breve tempo nella soluzione, e poi lavate mediante una siringa introdotta fra i lobi, una si ri-tese dopo due giorni; una seconda dopo sette giorni, e la terza dopo nove giorni. La foglia, che si era chiusa per aver una goccia della soluzione aderito ad uno dei filamenti, si riaprì dopo due giorni.

Fui sorpreso di trovare in due casi che il calore proveniente dai raggi del sole, concentrato mediante una lente sulle basi di parecchi filamenti, di modo che venissero abbruciati e scoloriti, non produce nessun movimento; sebbene le foglie fossero attive, poichè si chiusero, benchè piuttosto lentamente, quando fu toccato

Digitized by Google

un filamento sul lato opposto. Alla terza prova, una foglia fresca si chiuse dopo qualche tempo, quantunque molto adagio, il grado di velocità non essendo aumentato col toccare uno dei filamenti, che non era stato danneggiato. Dopo un giorno queste tre foglie s'aprirono, ed erano ben sensitive quando si toccarono i filamenti illesi. L'immersione improvvisa d'una foglia nell'acqua bollente non la fa chiudere. Giudicando dall'analogia della Drosera, il calore in questi diversi casi era troppo grande e troppo improvvisamente applicato. La superficie della lamina è molto leggermente sensitiva; può venir maneggiata liberamente e rozzamente, senza che sia cagionato movimento. Una foglia fu graffiata piuttosto duramente con un ago, ma non si chiuse; ma quando si graffiò ugualmente lo spazio triangolare fra i tre filamenti di un'altra foglia, i lobi si chiusero. Essi si chiusero sempre quando si punse profondamente o si tagliò il nervo o costola di mezzo. Corpi inorganici, anche di grandi dimensioni, come pezzi di pietra, vetro, ecc., — o corpi organici non contenenti materia nitrogenata solubile, come pezzi di legno, sughero, musco, — o corpi contenenti materia nitrogenata solubile, se perfettamente asciutti, come pezzi di carne, albume, gelatina, ecc., possono venir lasciati lungo tempo (e molti ne furono provati) sui lobi, senza che sia eccitato alcun movimento. Il risultato però è molto differente, come ora vedremo, se si lasciano sui lobi corpi inorganici nitrogenati affatto umidi; giacchè quelli chiudonsi allora con movimento lento e graduato, molto differente da quello prodotto toccando uno dei filamenti sensitivi. Il gambo non è menomamente sensitivo; si può cacciarvi attraverso un ago o mozzarlo, nè ha luogo alcun movimento. La superficie superiore dei lobi, come fu già riferito, è densamente coperta da glandulette purpuree, quasi sessili. Esse hanno facoltà si di secrezione che d'assorbimento; ma, diversamente da quelle della Drosera, non secernono, finchè non sono eccitate dall'assorbimento di materia nitrogenata. Nessun altro eccitamento, per quanto ho veduto, produce tale effetto. Oggetti, quali pezzi di legno, sughero, musco, carta, pietra o vetro possono venir lasciati per lungo tratto di tempo sulla superficie d'una foglia, ed essa rimane affatto asciutta. Nè v'ha alcuna differenza se i lobi si chiudono sopra tali oggetti. Per esempio, si posero sopra una foglia delle pallottoline di carta sugante, ed un filamento venne toccato; e quando, dopo 24 ore, i lobi cominciarono a riaprirsi, le pallottole furono levate mediante sottili pinzette, e si trovarono perfettamente asciutte. D'altro canto, se si pone sulla superficie d'una foglia tesa un pezzo di carne umida od una mosca schiacciata, le glandule dopo un certo tempo secernono liberamente. In un tal caso v'era in 4 ore un po' di secrezione subito sotto la carne, e dopo altre 3 ore ve n'era una quantità considerevole tanto sotto che intorno e presso ad essa. In un altro caso, dopo 3 ore e 40 minuti il pezzo di carne era tutto bagnato. Ma nessuna delle glandule secerneva, tranne quelle che avevano effettivamente toccata la carne o la secrezione contenente materia animale disciolta.

Se però si fanno chiudere i lobi sopra un pezzo di carne od un insetto, il risul-

Digitized by Google

tato è differente, giacchè le glandule secernono allora copiosamente sull'intera superficie della foglia. Siccome in questo caso le glandule da ambo i lati sono compresse contro la carne o l'insetto, la secrezione fin da principio è grande due volte quella che si produce ponendosi un pezzo di carne sulla superficie d'un lobo; e venendo i due lobi in contatto quasi immediato, la secrezione, contenente materia animale disciolta, si dilata per attrazione capillare, facendo che fresche glandule comincino a secernere in un circolo continuamente allargantesi. La secrezione è quasi incolora, leggermente mucilaginosa, e, giudicando dal modo onde essa tinge la carta di tornasole più fortemente acida di quello della Drosera. È così abbondante che in caso, quando fu aperta una foglia, su cui 45 ore prima si aveva posto un piccolo cubo d'albume, rotolarono delle goccie dalla foglia. In un'altra occasione, in cui una foglia, che racchiudeva un pezzo di carne arrosta, s'aprì spontaneamente dopo otto giorni, v'era tanta secrezione nel solco al di sopra della costola di mezzo che essa cadde a gocciole. Una grande mosca (*Tipula*) schiacciata fu messa sopra una foglia, da cui era stata precedentemente tagliata una piccola porzione alla base d'un lobo, sicchè fu lasciata un'apertura; e per questa la secrezione continuò a correre giù lungo il gambo durante nove giorni, — cioè, per tutto il tempo in cui venne osservata. Alzando per forza uno dei lobi, potei vedere qualche distanza fra essi, e tutte le glandule a portata della mia vista secernevano liberamente.

Abbiamo veduto che oggetti inorganici e non nitrogenati posti sulle foglie non eccitano alcun movimento; ma corpi nitrogenati, se sono umidi in grado minimo, dopo parecchie ore, fanno lentamente chiudere i lobi. Così si posero dei pezzi di carne e gelatina interamente asciutte ad estremità opposte sulla stessa foglia, e nel corso di 24 ore non eccitarono nè secrezione nè movimento. Essi vennero poi tuffati nell'acqua, le loro superficie furono asciugate con carta sugante, e ricollocate sulla stessa foglia, e la pianta fu ora coperta con una campana di vetro. Dopo 24 ore la carne umida aveva eccitato della secrezione acida, ed i lobi a quest'estremità della foglia erano quasi chiusi. All'altra estremità dove era la gelatina umida, la foglia era ancora del tutto aperta, nè era stata eccitata veruna secrezione; sicchè, come per la Drosera, la gelatina non è propriamente sostanza sì eccitante come la carne. La secrezione al di sotto della carne fu provata spingendo una striscia di carta di tornasole sotto di essa (i filamenti non vennero toccati) e questo leggiero stimolo fece chiudere la foglia. L'undecimo giorno si riaprì; ma l'estremità, ove era la gelatina, si dilatò parecchie ore prima dell'estremità opposta colla carne.

Un secondo pezzo di carne arrosta, che appariva asciutto, sebbene non fosse stato a bella posta asciugato, fu lasciato per 24 ore sopra una foglia, nè produsse movimento o secrezione. La pianta nel suo vaso fu ora coperta con un vetro a campana, e la carne assorbì dell'umidità dall'aria; ciò bastò ad eccitare secrezione acida, ed il mattino seguente la foglia era strettamente chiusa. Un terzo pezzo di carne, seccato in modo da essere affatto fragile, fu posto su d'una foglia sotto un

Digitized by Google

vetro a campana, e questo pure in 24 ore divenne leggermente umido, ed eccitò della secrezione acida, ma verun movimento.

Un pezzo piuttosto grande d'albume perfettamente secco fu lasciato ad una estremità d'una foglia per 24 ore senza alcun effetto. Venne allora imbevuto in acqua per alcuni minuti, arrotolato su carta sugante e riposto sulla foglia; in 9 ore fu eccitata della secrezione leggermente acida, ed in 24 ore questa estremità della foglia era in parte chiusa. Il pezzo d'albume, che ora era circondato da molta secrezione, fu levato pian piano, e sebbene non fosse stato toccato alcun filamento, i lobi si chiusero. In questo caso e nel precedente, appare che l'assorbimento di materia animale fatto dalle glandule rende la superficie della foglia molto più sensitiva ad un tocco, di quello ch'essa è allo stato ordinario, e questo è un fatto curioso. Due giorni dopo, l'estremità della foglia, dove non si aveva posto nulla, cominciò ad aprirsi, ed il terzo giorno era molto più aperto dell'estremità opposta dove era stato posto l'albume.

Finalmente, si posero delle grandi goccie d'una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 146 d'acqua su alcune foglie, ma non ne seguì alcun movimento immediato. Non sapevo allora del lento movimento prodotto da materia animale, altrimenti avrei osservato le foglie più a lungo, ed esse sarebbero state probabilmente trovate chiuse, benchè la soluzione (giudicando dalla Drosera) fosse forse troppo forte.

Dai casi precedenti è provato che pezzi di carne ed albume, se affatto umidi, eccitano non solo le glandule a secernere, ma i lobi a chiudersi. Questo movimento è molto differente dal rapido chiudersi in conseguenza a che sia toccato uno dei filamenti. Vedremo la sua importanza quando tratteremo del modo, onde gl'insetti vengono presi. V'è un gran contrasto fra la Drosera e la Dionea negli effetti prodotti dall'irritazione meccanica da una parte, e dall'assorbimento di materia animale dall'altra. Particelle di vetro poste sulle glandule dei tentacoli esterni della Drosera eccitano movimento quasi entro lo stesso tempo che le particelle di carne; queste ultime però sono piuttosto di maggior efficacia; ma quando le glandule del disco ricevono pezzi di carne, esse trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni molto più presto di quando portano particelle inorganiche o vengono irritate da tocchi replicati. D'altro canto, con la Dionea, il toccare i filamenti eccita movimento incomparabilmente più veloce di quello prodotto dall'assorbire le glandule materia animale. Tuttavia, in certi casi, quest'ultimo stimolo è dei due il più potente. In tre casi si trovarono delle foglie che per qualche causa erano torpide, sicchè i loro lobi non si chiudevano che leggermente, per quanto venissero irritati i loro filamenti; ma avendo introdotto degl'insetti schiacciati fra i lobi, essi si chiusero strettamente in un giorno.

I fatti ora riferiti mostrano chiaramente che le glandule hanno il potere d'assorbimento, poichè altrimenti è impossibile che le foglie fossero sì diversamente

Digitized by Google

stimolate da corpi non nitrogenati e nitrogenati, e da questi ultimi secondo che sono allo stato secco od umido. È sorprendente il grado leggiero d'umidità che abbisogna ad un pezzo di carne o d'albume per eccitare secrezione e poi lento movimento, ed è ugualmente sorprendente la minuta quantità di materia animale, che, quand'è assorbita, basta a produrre questi due effetti. Sembra appena credibile, eppure è un fatto certo, che un pezzo di albume d'uovo sodo, prima completamente seccato, poi imbevuto per alcuni minuti nell'acqua ed avvoltolato su carta sugante, debba cedere in alcune ore alle glandule abbastanza materia animale da farle secernere e da far poi chiudere i lobi. Che le glandule abbiano la facoltà di assorbire è pure dimostrato dalla lunghezza molto differente dei tratti di tempo, durante i quali i lobi restano chiusi sopra insetti e corpi che cedono materia solubile nitrogenata, e sopra altri che non ne cedono. Ma v'è prova diretta d'assorbimento nella condizione delle glandule rimaste per qualche tempo in contatto con materia animale. Così pezzi di carne ed insetti schiacciati furono posti parecchie volte sopra glandule, e queste vennero dopo alcune ore confrontate con altre glandule su punti distanti della stessa foglia. Le ultime non mostravano traccia di aggregazione, laddove quelle che erano state in contatto con materia animale erano bene aggregate. Si può vedere aver luogo rapida aggregazione se s'immerge un pezzo di foglia in una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca. Inoltre, piccoli cubi d'albume e gelatina vennero lasciati per otto giorni sopra una foglia, che fu poi aperta. L'intera superficie era bagnata di secrezione acida, ed ogni cellula nelle molte glandule che furono esaminate aveva il suo contenuto aggregato in modo bellissimo in masse globulari di protoplasma di color purpureo carico o pallido, od incoloro. Queste subivano continuamente lenti mutamenti di forma, separandosi talvolta una dall'altra e poi riunendosi, propriamente come nelle cellule della Drosera. L'acqua bollente rende il contenuto delle cellule delle glandule bianco ed opaco, ma non sì puramente bianco e simile alla porcellana come nel caso della Drosera. Come insetti vivi, quando son pigliati naturalmente, eccitino le glandule a secernere sì presto, come fanno, nol so; ma suppongo che la grande pressione, a cui sono sottoposti, forzi un po' d'escrezione ad uscire dall'una o l'altra estremità dei loro corpi, ed abbiamo veduto che una quantità estremamente piccola di materia nitrogenata basta ad eccitare le glandule.

Prima di passare al soggetto della digestione, posso riferire che cercai di scoprire, senza verun esito, le funzioni dei minuti processi ottofidi di cui le foglie sono fornite. Da fatti, che saranno poi riferiti nei capitoli sull'*Aldrovanda* e l'*Utricularia*, sembrava probabile che servissero ad assorbire materia guasta lasciata dagl'insetti presi, ma la loro posizione sulle facce inferiori delle foglie e sui gambi renderebbe ciò quasi impossibile. Tuttavia, s'immersero delle foglie in una soluzione di una parte d'urea in 437 d'acqua, e dopo 24 ore lo strato color arancio di protoplasma entro i rami di questi processi non appariva più aggregato di quello che in

Digitized by Google

altri campioni tenuti nell'acqua. Provai allora a sospendere una foglia in una bottiglia al di sopra di un'infusione eccessivamente putrida di carne cruda per vedere se essi assorbirebbero il vapore, ma il loro contenuto non venne modificato.

Potere digestivo della secrezione (1). — Quando una foglia si chiude su qualche oggetto, si può dire che prende la forma di uno stomaco temporario, e se l'oggetto cede una benchè piccola quantità di materia animale, questa serve, per usare l'espressione di Schiff, da peptogeno, e le glandule sulla superficie gemono la loro secrezione acida, che agisce come il succo gastrico degli animali. Avendo fatti tanti esperimenti sul potere digestivo della Drosera, non se ne fecero che pochi colla Dionea, ma bastarono benissimo a provare che essa digerisce. Questa pianta inoltre non si presta sì bene come la Drosera per osservazioni, continuando il processo entro i lobi chiusi. Gl'insetti, anche scarafaggi, dopo essere stati sottoposti alla secrezione per parecchi giorni, sono maravigliosamente ammolliti, benchè la loro veste chitinosa non sia corrosa.

Esperimento 1. — Un cubo d'albume di $^1/_{10}$ di pollice (millimetri 2,540) fu posto ad una estremità d'una foglia, ed all'altra estremità si pose un pezzo oblungo di gelatina lungo $^1/_5$ di pollice e largo $^1/_{10}$; la foglia fu poi fatta chiudere. Fu aperta dopo 45 ore. L'albume era duro e compresso, co' suoi angoli solo un poco arrotondati; la gelatina era corrosa in forma ovale, ed ambedue erano bagnate in tanta secrezione acida, che la foglia ne gocciolava. Il processo digestivo è evidentemente molto più lento che nella Drosera, e ciò s'accorda colla lunghezza del tempo, durante il quale le foglie restano chiuse sopra oggetti digeribili.

Esperimento 2. — Un pezzo d'albume di $^1/_{10}$ di pollice in quadrato, ma grosso $^1/_{20}$ soltanto, ed un pezzo di gelatina della stessa grandezza di prima, furono posti su d'una foglia, che otto giorni dopo venne aperta. La superficie era bagnata di secrezione molto acida, leggermente viscosa, e le glandule erano tutte in istato d'aggregazione. Non era stata lasciata traccia dell'albume, nè della gelatina. Pezzi delle stesse dimensioni furono posti nello stesso tempo sopra musco bagnato sullo stesso vaso, sicchè fossero sottoposti a condizioni quasi uguali; dopo otto giorni erano bruni, guasti e coperti di fibre di muffa, ma non erano scomparsi.

Esperimento 3. — Un pezzo d'albume lungo $^3/_{20}$ di pollice (millimetri 3,81), largo e grosso $^1/_{20}$, ed un pezzo di gelatina della stessa grandezza di prima, furono posti sopra un'altra foglia, che venne aperta dopo sette giorni; non era stata lasciata traccia nè dell'una nè dell'altra sostanza, e v'era soltanto una quantità moderata di secrezione sulla superficie.

(1) Il dott. M. Canby, di Wilmington, a cui sono molto tenuto per informazioni riguardanti la Dionea nel suo paese natio, ha pubblicato nel *Gardener's Monthly*, Filadelfia, agosto 1868, delle osservazioni interessanti. Egli accertò che la secrezione digerisce materia animale, come il contenuto d'insetti, pezzi di carne, ecc ; e che la secrezione viene riassorbita. Egli s'accorse ben anche che i lobi restano chiusi per un tempo molto più lungo quando sono in contatto con materia animale, di quando son fatti chiudere con un semplice tocco, o sopra oggetti che non cedono nutrimento solubile; e che in questi ultimi casi le glandule non secernono. Il Rev. dott. Curtis osservò per il primo (*Boston Journal Nat. Hist.*, vol. I, p. 123) la secrezione delle glandule. Posso qui aggiungere che si dice (Kirby e Spencer, *Introduzione all'Entomologia*. 1818. vol. I, p. 295) che un giardiniere, il sig. Knight, abbia trovato che una pianta di Dionea, sulle cui foglie « pose sottili filamenti di manzo crudo, era molto più lussureggiante nel suo crescere di altre non trattate così ».

Digitized by Google

Esperimento 4. — Pezzi d'albume e di gelatina, della medesima grandezza come nell'ultimo esperimento, furono posti sopra una foglia, che si aprì spontaneamente dopo dodici giorni, e neppur qui fu lasciata traccia nè dell'uno nè dell'altra, e non v'era che un po' di secrezione ad un'estremità della costola di mezzo.

Esperimento 5. — Pezzi d'albume e di gelatina della stessa grandezza furono messi sopra un'altra foglia, che dopo dodici giorni era ancora chiusa saldamente, ma aveva cominciato ad appassire; fu aperta, e non conteneva nulla, tranne un vestigio di materia bruna, dove era stato l'albume.

Esperimento 6. — Un cubo d'albume d'un decimo di pollice, ed un pezzo di gelatina della stessa grandezza di prima, furono posti sopra una foglia, che s'aprì spontaneamente dopo tredici giorni. L'albume, ch'era grosso due volte quello degli ultimi esperimenti, era troppo grande; giacchè le glandule in contatto con esso erano danneggiate e morenti; fu lasciata anche una pellicola d'albume di color bruno, coperta di muffa. Tutta la gelatina era stata assorbita, e non v'era che un po' di secrezione acida lasciata sulla costa di mezzo.

Esperimento 7. — Un pezzo di carne mezzo arrostita (non misurata) ed un pezzo di gelatina furono posti sulle due estremità d'una foglia, che s'aprì spontaneamente dopo undici giorni; fu lasciata una traccia della carne, e qui la superficie della foglia era annerita; la gelatina era interamente scomparsa.

Esperimento 8. — Un pezzo di carne mezzo arrosta (non misurata) fu posta sopra una foglia che era tenuta aperta per forza da un uncino, sicchè era bagnata dalla secrezione (molto acida) soltanto sulla sua superficie inferiore. Tuttavia, dopo 22 ore e mezzo soltanto, era sorprendentemente ammollita, quando fu confrontata con un altro pezzo della stessa carne, ch'era stato mantenuto umido.

Esperimento 9. — Un cubo d'$^1/_{10}$ di pollice di manzo arrosto molto compatto fu posto sopra una foglia, che s'aprì da sè dopo dodici giorni; sulla foglia fu lasciata tanta secrezione debolmente acida che gocciolava giù. La carne era stata completamente disintegrata, ma non disciolta del tutto; non v'era muffa. La piccola massa fu posta sotto il microscopio; alcune delle fibrille nel mezzo presentavano ancora delle strie trasverse; altre non mostravano neppure traccia di strie; e si poteva tracciare ogni gradazione fra questi due stati. Restavano dei globuli, evidentemente di grasso e del tessuto fibro-elastico non digerito. La carne era così nello stesso stato di quella altre volte descritta, era stata a metà digerita dalla Drosera. Inoltre qui, come nel caso dell'albume, il processo digestivo sembra più lento che nella Drosera. All'estremità opposta della stessa foglia era stata posta una pallottolina di pane saldamente compressa; questa fu completamente disintegrata, in causa, io suppongo, della digestione del glutine, ma sembrava ridotta pochissimo in volume.

Esperimento 10. — Un cubo d'$^1/_{20}$ di pollice di formaggio, ed un altro d'albume furono posti ad estremità opposte della stessa foglia. Dopo nove giorni i lobi s'aprirono spontaneamente un poco all'estremità che racchiudeva il formaggio, ma n'era stato disciolto appena un po' o non n'era stato disciolto punto, sebbene fosse ammollito e circondato dalla secrezione. Due giorni dopo anche l'estremità coll'albume s'aprì da sè (cioè, otto giorni dopo che esso v'era stato posto sopra), e n'era restata una pura traccia in una condizione annerita e secca.

Esperimento 11. — Lo stesso esperimento con formaggio ed albume fu ripetuto sopra un'altra foglia piuttosto torpida. I lobi all'estremità col cacio, dopo un intervallo di sei giorni, s'aprirono un poco spontaneamente; il cubo di cacio era molto ammollito, ma non disciolto, e soltanto poco, se non punto, ridotto in grandezza. Dodici ore dopo s'aprì l'estremità coll'albume, che consisteva ora d'una grande goccia di fluido non acido, viscido, trasparente.

Esperimento 12. — Lo stesso esperimento come i due ultimi, e qui di nuovo la

Digitized by Google

foglia all'estremità che racchiudeva il formaggio si aprì prima dell'estremità opposta coll'albume; ma non si fecero osservazioni ulteriori.

Esperimento 13. — Un globulo di caseina preparato chimicamente, del diametro di circa $^1/_{10}$ di pollice, fu posto sopra una foglia, che s'aprì da sè dopo otto giorni. La caseina consisteva ora in una massa molle, viscosa, pochissimo, se non punto, ridotta in grandezza, ma bagnata dalla secrezione acida.

Questi esperimenti bastano a mostrare che la secrezione delle glandule della Dionea scioglie albume, gelatina e carne, se non se ne danno pezzi troppo grandi. Globuli di grasso e tessuto fibro-elastico non vengono digeriti. La secrezione, colla sua materia disciolta, se non è eccessiva, viene successivamente assorbita. D'altro canto, quantunque la caseina preparata chimicamente ed il cacio (come nel caso della Drosera) eccitino molta secrezione acida, in causa, come presumo, dell'assorbimento di materia albuminosa racchiusa, queste sostanze non vengono digerite, e non sono sensibilmente, se non affatto, ridotte in volume.

Effetti dei vapori di cloroformio, d'etere solforico e d'acido cianidrico. — Una pianta che portava una foglia fu introdotta in una bottiglia grande con una dramma (milligrammi 3,549) di cloroformio, e la bocca fu imperfettamente chiusa con bambagia; il vapore fece in un minuto cominciare i lobi a muoversi con impercettibile lentezza; ma in 3 minuti le setole s'incrociarono, e la foglia fu tosto chiusa completamente. Però la dose era di molto troppo grande, poichè in 2 sino a 3 ore la foglia apparve come bruciata, e tosto morì.

Due foglie furono esposte per 30 minuti, in un vaso da 2 once, al vapore di 30 minimi (milligrammi 1,774) d'etere solforico. Una foglia si chiuse dopo qualche tempo, come pure l'altra, mentre era levata dal vaso senza venir toccata. Ambo le foglie erano assai danneggiate. Un'altra foglia, esposta per 20 minuti in 15 minimi d'etere, chiuse i suoi lobi fino ad un certo punto, ed i filamenti sensitivi erano ora affatto insensibili. Dopo 24 ore questa foglia ricuperò la sua sensibilità, ma era ancora piuttosto torpida. Una foglia, esposta in una grande bottiglia a 10 goccie per 3 minuti, ricuperò la sua sensibilità, e quando si toccò uno dei filamenti, i lobi si chiusero. Essa cominciò a riaprirsi dopo 20 ore. Finalmente un'altra foglia fu esposta per 4 minuti a quattro sole goccie d'etere; fu resa insensibile, e non si chiuse quando i suoi filamenti vennero replicatamente toccati, ma si chiuse quando venne mozzata l'estremità della foglia aperta. Ciò mostra, o che le parti interne non erano state rese insensibili, o che un'incisione è uno stimolo più potente dei tocchi ripetuti sui filamenti. Se le dosi maggiori di cloroformio e di etere, che fecero piegare lentamente le foglie, agissero sui filamenti sensitivi o sulla stessa foglia, non so.

Il cianuro di potassio, se vien lasciato in una bottiglia, genera acido prussico o cianidrico. Una foglia venne esposta, per un'ora e 35 minuti, al vapore così formato, e le glandule divennero in questo tempo sì incolore e rattrappite da essere appena visibili; ed io dapprima pensai che fossero tutte morte. La foglia non fu resa insensibile, giacchè, tosto che fu toccato uno dei filamenti, si chiuse. Però aveva sofferto, poichè non si riaprì finchè non furono scorsi quasi due giorni, e non era neppur allora minimamente sensitiva. Dopo un altro giorno ricuperò le sue facoltà, ed essendo stata toccata, si chiuse, e successivamente si riaprì. Un'altra foglia si comportò quasi nel modo stesso dopo un'esposizione più breve a questo vapore.

Digitized by Google

Sul modo in cui gl'insetti sono presi. — Considereremo ora l'azione delle foglie quando accade che gli insetti tocchino uno dei filamenti sensitivi. Ciò avvenne spesso nella mia serra, ma io non so se gl'insetti vengano attratti in una maniera speciale dalle foglie. Essi sono presi in grandi quantità dalla pianta nel suo paese nativo. Tosto che un filamento viene toccato, ambedue i lobi si chiudono con una rapidità da restar attoniti; e siccome stanno piegati l'uno sull'altro a meno d'un angolo retto, riesce loro molto bene d'acchiappare ciascun intruso. L'angolo fra la lamina ed il gambo non cangia, quando i lobi si chiudono. La sede principale del movimento è presso la costa di mezzo, ma non è limitato a questa parte; giacchè, quando i lobi s'uniscono, ciascuno s'incurva verso l'interno nella sua intera larghezza, non incurvandosi però le setole marginali. Questo movimento dell'intero lobo fu veduto bene in una foglia, a cui era stata data una mosca grande, e da cui era stata tagliata una grande porzione all'estremità d'un lobo; sicchè il lobo opposto, non trovando resistenza in questa parte, continuò ad incurvarsi verso l'interno molto al di là della linea media. L'intero lobo, onde era stata tagliata una porzione, venne dipoi levato, ed il lobo opposto s'arricciò allora completamente, percorrendo un angolo di 120° sino a 130°, in modo da occupare una posizione quasi ad angolo retto rispetto a quella, che avrebbe tenuta, se ci fosse stato il lobo opposto.

Per l'incurvarsi verso l'interno dei due lobi, quando si muovono l'uno verso l'altro, le setole marginali diritte s'incrociano dapprima alle loro cime e da ultimo alle loro basi. Allora la foglia è chiusa completamente, e racchiude una cavità poco profonda. Se la si è fatta chiudere semplicemente col toccare uno dei filamenti sensitivi, o se racchiude un oggetto che non ceda sostanza nitrogenata solubile, i due lobi conservano la loro forma internamente concava finchè si ri-tendono. La ri-tensione in queste circostanze, — cioè quando non è racchiusa materia organica, — fu osservata in dieci casi. In tutti questi, le foglie si ri-tesero a circa due terzi della tensione completa in 24 ore dal tempo della chiusura. Anche la foglia da cui era stata tagliata una porzione d'un lobo s'aprì in grado leggiero entro questo stesso tempo. In un caso una foglia si ri-tese a circa due terzi della tensione completa in 7 ore e completamente in 32 ore; ma uno de' suoi filamenti era stato toccato semplicemente con un capello, appunto abbastanza da far chiudere la foglia. Di queste dieci foglie solo alcune si ri-tesero completamente in meno di due giorni, e due o tre richiesero un tempo alquanto più lungo. Prima però di ri-tendersi completamente, sono pronte a chiudersi istantaneamente se si toccano i loro filamenti sensitivi. Quante volte una foglia possa chiudersi ed aprirsi se non resta racchiusa materia animale, non so; ma una foglia fu fatta chiudere quattro volte, riaprendosi dopo, in sei giorni. Nell'ultimo caso pigliò una mosca, e poi restò chiusa per molti giorni.

Questa facoltà di riaprirsi presto dopo che i filamenti sono stati accidental-

Digitized by Google

mente toccati da foglie d'erba, o da oggetti soffiati sulla foglia dal vento, come talvolta avviene nel suo luogo nativo (1), dev'essere di somma importanza per la pianta, giacchè, fino a che la foglia resta chiusa, non piglia certamente un insetto.

Quando s'irritano i filamenti e si fa chiudere una foglia sopra un insetto, un pezzo di carne, albume, gelatina, caseina, e, senza dubbio, ogni altra sostanza contenente materia solubile nitrogenata, i lobi, invece di restar concavi, racchiudendo così una cavità, un po' alla volta si comprimono insieme strettamente nella loro intera larghezza. Avendo luogo ciò, i margini diventano gradatamente un poco rovesciati, sicchè le setole, che prima s'incrociavano, sporgono da ultimo in due ordini paralleli. I lobi si comprimono l'un contro l'altro con tale forza, che io ho veduto un cubo d'albume reso molto piatto, con impressioni distinte delle piccole glandule prominenti; ma quest'ultima circostanza può essere stata prodotta in parte dall'azione corrosiva della secrezione. Esse comprimonsi tanto saldamente insieme, che, se è stato pigliato alcun insetto grande od altro oggetto, si vede distintamente una sporgenza corrispondente sull'esterno della foglia. Quando i due lobi sono così chiusi completamente, essi resistono ad essere aperti, per esempio da una verga sottile cacciata fra essi, e con forza sorprendente, così che generalmente si rompono piuttosto di cedere. Se non si rompono, essi chiudonsi di nuovo come mi rende noto il dott. Canby in una lettera, « con un colpo propriamente sonoro ». Ma se l'estremità d'una foglia è fortemente tenuta fra il pollice e l'indice o con un uncino, sicchè i lobi non possano cominciare a chiudersi, essi esercitano, mentre sono in questa posizione, pochissima forza.

Credevo dapprima che il graduato comprimersi dei lobi insieme fosse esclusivamente causato dall'insetto preso strisciando sopra e irritando ripetutamente i filamenti sensitivi; e quest'opinione sembrava tanto più probabile quando appresi dal dott. Burdon Sanderson che ogni qualvolta i filamenti d'una foglia chiusa sono irritati, è disturbata la normale corrente elettrica. Tuttavia tale irritazione non è necessaria per nessun conto, poichè un insetto morto od un pezzo di carne o di albume agiscono tutti egualmente bene; prova che in questi casi è l'assorbimento di materia animale che eccita lentamente i lobi a comprimersi strettamente insieme. Abbiamo veduto che anche l'assorbimento d'una quantità estremamente piccola di tale materia fa chiudere lentamente una foglia affatto distesa; e questo movimento è chiaramente analogo al lento premersi insieme dei lobi concavi. Questa ultima funzione è d'alta importanza fisiologica per la pianta, poichè le glandule da ambo i lati vengono così portate in contatto con un insetto preso, e per conseguenza secernono. La secrezione con materia animale in soluzione è poi tirata per attrazione capillare sopra l'intera superficie della foglia, facendo secernere tutte le glandule e lasciando loro assorbire la materia animale diffusa. Il movi-

(1) Secondo il dott. CURTIS, nel *Boston Journal of Nat. Hist.*, vol. I, 1837, p. 123.

Digitized by Google

mento, eccitato dall'assorbimento di tale materia, benchè lento, basta al suo scopo finale, mentre il movimento eccitato col toccare uno dei filamenti sensitivi è rapido, e ciò è indispensabile per pigliare insetti. Questi due movimenti eccitati da due mezzi tanto differenti, sono ambedue così bene adattati, come tutte le altre funzioni della pianta, per gli scopi a cui essi servono.

V'è un'altra grande differenza nell'azione delle foglie che racchiudono oggetti, quali pezzi di legno, sughero, palle di carta o che hanno soltanto avuto i loro filamenti toccati e quelle che racchiudono corpi organici che cedono materia nitrogenata solubile. Nel primo caso le foglie, come abbiamo veduto, s'aprono in meno di 24 ore, e sono pronte, anche prima d'essere completamente dilatate, a chiudersi di bel nuovo. Ma se si sono chiuse sopra corpi che cedono nitrogeno, restano chiuse strettamente per molti giorni; e dopo la ri-tensione sono torpide, e non agiscono mai di nuovo, o solamente dopo un intervallo considerevole di tempo. In quattro esempi, delle foglie dopo aver presi degl'insetti non si riaprirono mai, ma cominciarono ad appassire restando chiuse — in un caso per quindici giorni — sopra una mosca; in un secondo, per ventiquattro giorni, benchè la mosca fosse piccola; in un terzo per ventiquattro giorni sopra un centogambe, ed in un quarto, per trentacinque giorni sopra una grande Tipula. In altri due casi delle foglie restarono chiuse almeno per nove giorni sopra mosche, e per quanti di più non so. Si deve però aggiungere che in due esempi in cui erano stati presi naturalmente piccoli insetti, la foglia si aprì tanto presto come se non fosse stato preso nulla; ed io suppongo che ciò fosse dovuto al non essere stati questi piccoli insetti schiacciati, al non aver essi emesso materia animale, sicchè le glandule non furono eccitate. Dei piccoli pezzi angolari d'albume e di gelatina furono posti ad ambedue le estremità di tre foglie, due delle quali rimasero chiuse per tredici e l'altra per dodici giorni. Altre due foglie rimasero chiuse sopra pezzi di carne per undici giorni, una terza foglia per otto giorni ed una quarta (ma questa era stata schiacciata e danneggiata) per sei giorni soltanto. Si posero dei pezzi di cacio o di caseina ad una estremità ed albume all'altra estremità di tre foglie; e le estremità col primo s'aprirono dopo sei, otto e nove giorni, mentre le estremità opposte s'aprirono un po' più tardi. Nessuno dei suddetti pezzi di carne, albume, ecc., eccedeva in grandezza un cubo di $^1/_{10}$ di pollice (millimetri 2,54) ed erano talvolta minori; tuttavia queste piccole porzioni bastarono a tener chiuse le foglie per molti giorni. Il dott. Canby mi fa sapere che le foglie restano chiuse per più lungo tempo sopra insetti che sopra carne; e da quanto io ho veduto, posso ben credere che la cosa è così, specialmente se gl'insetti sono grandi.

In tutti i suddetti casi ed in molti altri, in cui le foglie restarono chiuse per un periodo lungo, ma non conosciuto sopra insetti presi naturalmente, esse erano più o meno torpide quando si riaprirono. Generalmente esse erano così torpide per molti giorni successivi, che nessun eccitamento dei filamenti causava il minimo

Digitized by Google

movimento. In un esempio però, il giorno dopo che una foglia, la quale aveva abbracciato una mosca, si riaprì, si chiuse con estrema lentezza quando si toccò uno de' suoi filamenti; e benchè non restasse racchiuso verun oggetto, era così torpida, che non si riaprì per la seconda volta finchè non furono scorse 44 ore. In un secondo caso, una foglia che s'era dilatata dopo esser rimasta chiusa per nove giorni almeno sopra una mosca, venendo irritata assai, mosse uno solo dei suoi due lobi, e serbò questa posizione insolita per i due giorni seguenti. Un terzo caso offre la maggiore eccezione ch'io abbia osservata; una foglia, dopo essere rimasta abbracciata per un tempo ignoto sopra una mosca, si aprì, e quando fu toccato uno de' suoi filamenti, si chiuse, benchè piuttosto adagio. Il dott. Canby, che osservò negli Stati Uniti un gran numero di piante, le quali, benchè non fossero nel loro luogo nativo, erano probabilmente più vigorose delle mie piante, m'informa ch'egli ha « veduto parecchie volte foglie vigorose divorare la loro preda parecchie volte; ma ordinariamente due volte o molto spesso una volta bastava a renderle inservibili ». La signora Treat, che coltivò molte piante in New Jersey, m'informa pure che « parecchie foglie presero successivamente tre insetti per ciascuna, ma la più parte di esse non potè digerire la terza mosca, ma morì nello sforzo. Cinque foglie però digerirono, ognuna, tre mosche, e si chiusero sopra la quarta, ma morirono subito dopo la quarta preda. Molte foglie non digerirono neppure un insetto grande ». Così appare che il potere di digestione è alquanto limitato, ed è certo che le foglie restano sempre abbracciate per molti giorni sopra un insetto e non ricuperano il loro potere di rinchiudersi per molti giorni successivi. In questo rapporto la Dionea differisce dalla Drosera, che piglia e digerisce molti insetti dopo intervalli di tempo minori.

Ora siamo preparati a comprendere l'uso delle setole marginali, che formano una parte sì cospicua nell'aspetto della pianta (fig. 12), e che dapprima mi sembrarono, nella mia ignoranza, inutili accessorii. Per l'incurvamento dei lobi verso l'interno quando s'avvicinano l'uno all'altro, s'incrociano prima le cime delle setole marginali, e da ultimo le loro basi. Finchè gli orli dei lobi vengono in contatto, restano aperti degli spazi allungati fra le setole, varianti da $^1/_{15}$ ad $^1/_{10}$ di pollice (millimetri 1,693 a 2,54) in larghezza, secondo la grandezza della foglia. Così un insetto, se il suo corpo non è più grosso di queste misure, può scappar facilmente fra le setole incrociate, quando è inquietato dal chiudersi dei lobi e dalla crescente oscurità; ed uno de' miei figli vide effettivamente un piccolo insetto fuggire in questo modo. Un insetto moderatamente grande, d'altro canto, se tenta fuggire fra le sbarre, sarà certamente respinto nella sua orrida prigione a pareti chiudentisi, poichè le setole continuano ad incrociarsi sempre più finchè gli orli dei lobi vengono in contatto. Un insetto molto forte potrebbe tuttavia liberarsi, e la signora Treat vide ciò posto ad effetto da una crisomela (*Macrodactylus subspinosus*) negli Stati Uniti. Ora sarebbe evidentemente un grande svantaggio per la pianta consu-

Digitized by Google

mare molti giorni restando abbracciata sopra un insetto minuto, e parecchi altri giorni o settimane per ricuperare poi la sua sensibilità, tanto più che un insetto minuto non procurerebbe che piccolo nutrimento. Sarebbe molto meglio per la pianta aspettare per un certo tempo finchè venisse preso un insetto moderatamente grande e lasciar scappare tutti i piccoli; e questo vantaggio è assicurato dal lento incrociarsi delle setole marginali, che agiscono al pari dei grandi buchi d'una rete da pescare, che lascia scappare i pesciolini inutili.

Essendo io ansioso di sapere se quest'opinione era corretta — e parendo questa una buona dimostrazione di quanto si deve andar cauti nel presumere, come avevo fatto io riguardo alle setole marginali, che alcuna struttura completamente sviluppata sia inutile — mi rivolsi al dott. Canby. Egli visitò il luogo nativo della pianta, in principio della stagione, prima che le foglie avessero raggiunta la loro piena grandezza, e mi mandò quattordici foglie contenenti insetti presi naturalmente. Quattro di esse avevano preso insetti piuttosto piccoli, cioè tre di esse delle formiche, e la quarta una mosca piuttosto piccola, ma le altre dieci avevano preso tutte insetti grandi, cioè, cinque elateridi, due crisomele, un curculionide, un ragno grosso e lungo, ed una scolopendra. Di questi dieci insetti, non meno di otto erano scarafaggi (1), e di tutti quattordici non ve n'era che uno, cioè un dittero, che potesse prendere prontamente il volo. La Drosera, d'altronde, vive principalmente d'insetti che hanno buon volo, specialmente Ditteri, presi mediante la secrezione viscosa. Ma quel che più ci concerne è la grandezza dei dieci insetti maggiori. La loro lunghezza media dalla testa alla coda era 0,256 di pollice, i lobi delle foglie erano lunghi in media 0,53 di pollice, sicchè gl'insetti erano propriamente lunghi quasi come le foglie in cui erano racchiusi. Perciò soltanto alcune di queste foglie avevano consumato le loro forze pigliando preda piccola, sebbene sia probabile che molti insetti piccoli siano strisciati su di esse e siano stati presi, ma se ne siano poi fuggiti attraverso le sbarre.

Trasmissione dell'impulso motore e mezzi di movimento. — Basta toccare uno de' sei filamenti per far chiudere ambidue i lobi, che s'incurvano contemporaneamente nella loro intera larghezza. Lo stimolo deve quindi irradiarsi in tutte le direzioni da ciascun filamento. Deve pure venir trasmesso con molta rapidità attraverso alla foglia, giacchè ordinariamente si chiudono ambo i lobi simultaneamente, per quanto l'occhio può giudicare. La più parte dei fisiologi credono che nelle piante irritabili l'eccitamento sia trasmesso lungo i fascetti fibro-vascolari od

(1) Il dott. Canby osserva (*Gardener's Monthly*, agosto 1868) « che generalmente scarafaggi ed insetti di questa specie, benchè sempre uccisi, sembrano essere di pelle troppo dura per servire di nutrimento, e dopo un breve tempo vengono rigettati ». Sono sorpreso di questo rapporto, almeno riguardo a scarafaggi come gli elateridi, poichè i cinque ch'io esaminai erano in uno stato fragile e vuoto, come se tutte le loro parti interne fossero state parzialmente digerite. La signora Treat m'informa che le piante da lei coltivate in New Jersey prendevano specialmente ditteri.

Digitized by Google

in istretta connessione con essi. Nella Dionea, il corso di questi vasi (composti di tessuto vascolare spirale ed ordinario) sembra a prima vista favorire quest'opinione, giacchè essi corrono su per la costa di mezzo in un gran fascio, che manda dei fascetti quasi ad angolo retto da ogni parte. Questi si biforcano talvolta estendendosi verso il margine, e presso a questo s'uniscono piccoli rami provenienti dai vasi vicini ed entrano nelle setole spirali. A qualcuno di questi punti d'unione i vasi formano dei nodi curiosi, pari a quelli descritti parlando della Drosera. Un continuo zig-zag di vasi corre così intorno all'intera periferia della foglia, e nella costa di mezzo, tutti i vasi sono in istretto contatto; sicchè tutte le parti della foglia sembrano essere portate in un certo grado di comunicazione. Tuttavia la presenza di vasi non è necessaria per la trasmissione dell'impulso motore, giacchè esso viene trasmesso dalle cime dei filamenti sensitivi (questi sono lunghi circa $^1/_{20}$ di pollice), in cui non entrano vasi; e questi non sarebbero passati d'occhio, avendo io fatte sottili sezioni verticali della foglia alle basi dei filamenti.

In parecchi casi furono fatti dei tagli lunghi circa $^1/_{10}$ di pollice con una lancetta, vicino alle basi dei filamenti, paralleli alla costa di mezzo, e perciò direttamente attraverso al corso dei vasi. Essi furono fatti ora dal lato interno, ora dall'esterno dei filamenti; e dopo parecchi giorni, quando le foglie si furono riaperte, questi filamenti furono rozzamente toccati (poichè furono sempre resi in un certo grado torpidi dall'operazione), ed i lobi si chiusero poi nel modo solito, benchè lentamente, e talvolta non prima che fosse trascorso un intervallo considerevole di tempo. Questi casi mostrano che l'impulso motore non viene trasmesso lungo i vasi, ed inoltre che non è necessaria una linea diretta di comunicazione dal filamento che vien toccato verso la costa di mezzo ed il lobo opposto, o verso le parti esterne del lobo medesimo.

Due tagli l'uno vicino all'altro, ambedue paralleli alla costa di mezzo, furono poscia fatti su cinque foglie distinte nella stessa maniera di prima, uno da ogni lato della base d'un filamento, sicchè un piccolo pezzo, che portava un filamento, era unito col resto della foglia solamente alle sue due estremità. Questi pezzi erano quasi della stessa grandezza; uno fu diligentemente misurato, era lungo 0,12 di pollice (millimetri 3,048) e largo 0,08 di pollice (millimetri 2,032); ed il filamento stava nel mezzo. Soltanto uno di questi pezzi appassì e perì. Dopo che la foglia si fu rimessa da quest'operazione, benchè i tagli fossero ancora aperti, i filamenti in tali condizioni vennero rozzamente toccati, ed ambi i lobi si chiusero o se ne chiuse un solo lentamente. In due casi il toccare il filamento non produsse nessun effetto; ma quando si cacciò la punta d'un ago nella lamina alla base del filamento, i lobi si chiusero lentamente. Ora in questi casi l'impulso deve aver proceduto lungo il pezzo in una linea parallela alla costa di mezzo, ed essersi poi irradiato o da ambedue le estremità o da un'estremità sola della lamina sull'intera superficie dei due lobi.

Si fecero nuovamente due tagli paralleli, pari ai primi, uno da ciascuna parte

Digitized by Google

della base d'un filamento ad angoli retti alla costa di mezzo. Dopo che le foglie (in numero di due) si furono ristabilite, i filamenti vennero toccati rozzamente ed i lobi si chiusero adagio; e qui l'impulso deve essere andato per un breve tratto in una linea ad angoli retti alla costa di mezzo, e poi essersi irradiato da tutte le parti su ambo i lobi. Questi vari casi provano che l'impulso motore va in tutte le direzioni attraverso il tessuto cellulare, indipendentemente dal corso dei vasi.

Colla Drosera abbiamo veduto che l'impulso motore viene trasmesso in modo uguale in tutte le direzioni attraverso al tessuto cellulare; ma che il grado della sua velocità è regolato in gran parte dalla lunghezza delle cellule e dalla direzione dei loro assi più lunghi. Sottili sezioni d'una foglia di Dionea furono fatte da mio figlio, e le cellule, tanto quelle degli strati centrali che dei più superficiali, furono trovate molto allungate, coi loro assi più lunghi diretti verso la costa di mezzo; ed è in questa direzione che l'impulso motore deve esser mandato con grande rapidità da un lobo all'altro, poichè ambidue si chiudono contemporaneamente. Le cellule parenchimatose centrali sono maggiori, meno saldamente attaccate insieme ed hanno pareti più delicate delle cellule più superficiali. Una grossa massa di tessuto cellulare forma la superficie superiore della costa di mezzo sopra il gran fascio centrale di vasi.

Quando si toccarono bruscamente i filamenti, alla cui base erano stati fatti dei tagli o da ambo i lati o da uno, parallelamente alla costa di mezzo o ad angoli retti ad essa, i due lobi si chiusero o se ne chiuse uno soltanto. In uno di questi casi, si mosse il lobo dalla parte, che portava il filamento, che era stato toccato, ma in altri tre casi si mosse soltanto il lobo opposto; di modo che un'offesa che bastava ad impedire ad un lobo di muoversi, non impedì che esso trasmettesse uno stimolo che eccitò a muoversi il lobo opposto. Così apprendiamo pure che, quantunque ambidue i lobi si muovano normalmente insieme, ciascuno ha la facoltà di movimento indipendente. Infatti fu già dato un caso d'una foglia torpida, che s'era da poco riaperta dopo aver preso un insetto, e di cui si mosse un lobo soltanto quando venne irritata. Inoltre un'estremità dello stesso lobo può chiudersi e riaprirsi, indipendentemente dall'altra estremità, come s'è veduto in qualcuno degli esperimenti precedenti.

Quando i lobi, che sono piuttosto grossi, si chiudono, non si vede veruna traccia d'aggrinzamento su alcuna parte delle loro superficie superiori. Appare quindi che le cellule debbano contrarsi. La principale sede del movimento è evidentemente nella densa massa di cellule, la quale sta sopra al fascio centrale dei vasi nella costa di mezzo. Per accertare se questa parte si contrae, fu fissata una foglia sul cavalletto del microscopio in modo tale che i due lobi non potessero chiudersi interamente, ed avendo fatti due puntini neri sulla costa di mezzo, in linea trasversa ed un po' verso un lato, essi furono trovati col micrometro distanti uno dall'altro $^{17}/_{1000}$ di pollice. Venne poi toccato uno dei filamenti ed i lobi si chiusero; ma

Digitized by Google

essendo loro impedito d'incontrarsi, potevo ancora vedere i due punti, che ora erano distanti uno dall'altro $^{15}/_{1000}$ di pollice, sicchè una piccola porzione della superficie superiore della costa di mezzo s'era contratta in linea trasversa di $^{2}/_{1000}$ di pollice (millimetri 0,0508).

Sappiamo che i lobi, mentre si chiudono, s'incurvano leggermente in tutta la loro larghezza. Questo movimento appare essere la conseguenza della contrazione degli strati superficiali di cellule sull'intera superficie superiore. Per osservare la loro contrazione si tagliò da un lobo una stretta striscia ad angoli retti alla costa di mezzo, sicchè in questa parte si poteva vedere la superficie del lobo opposto, quando la foglia era chiusa. Dopo che la foglia si fu rimessa dall'operazione e ri-tesa, si fecero tre puntini neri sulla superficie opposta alla fessura o finestra, in una linea ad angoli retti alla costa di mezzo. La distanza fra i punti fu trovata essere $^{40}/_{1000}$ di pollice, sicchè i due punti estremi erano distanti uno dall'altro $^{80}/_{1000}$ di pollice. Si toccò ora uno dei filamenti e la foglia si chiuse. Avendo misurato di nuovo le distanze fra i punti, i due prossimi alla costa di mezzo erano più vicini l'un l'altro di $^{1\text{ a }2}/_{1000}$ di pollice, e i due punti più lontani di $^{3\text{ a }4}/_{1000}$ di pollice, di quello ch'erano prima; sicchè i due punti estremi stavano ora circa $^{5}/_{1000}$ di pollice (millimetri 0,127) più vicini l'un l'altro di prima. Se supponiamo che l'intera superficie superiore del lobo, che era larga $^{400}/_{1000}$ di pollice, si sia contratta nella stessa proporzione, la contrazione totale sarebbe salita a circa $^{25}/_{1000}$ o $^{1}/_{40}$ di pollice (millimetri 0,635); ma se ciò basti a render conto del leggiero incurvamento dell'intero lobo verso l'interno, non posso dire.

Finalmente, riguardo al movimento delle foglie, la maravigliosa scoperta fatta dal dott. Burdon Sanderson (1) è ora universalmente nota; che, cioè, esiste una corrente elettrica normale nella lamina e nel gambo; e che quando le foglie vengono irritate, la corrente è disturbata nel modo stesso, come avviene durante la contrazione del muscolo d'un animale.

Ri-tensione delle foglie. — Questa è effettuata in modo insensibilmente lento, vi sia o no racchiuso qualche oggetto (2). Un lobo può ri-tendersi da sè, come avvenne colla foglia torpida, della quale s'era chiuso un solo lobo. Abbiamo pure veduto negli esperimenti con cacio ed albume che le due estremità dello stesso lobo possono ri-tendersi fino ad un certo punto indipendentemente l'una dall'altra. Ma in tutti i casi ordinari s'aprono ambo i lobi contemporaneamente. La ri-tensione

(1) *Proc. Royal Soc.*, vol. XXI, p. 495; e lettura all'Istituto Reale, 5 giugno 1874, data nella *Nature*, 1874, pp. 105 e 127.

(2) NUTTALL, nelle sue *Gen. American Plants*, p. 277 (nota), dice che, raccogliendo questa pianta nel suo luogo nativo, « ebbi occasione d'osservare che una foglia staccata farebbe sforzi replicati per scoprirsi all'influenza del sole; questi tentativi consistevano in un moto ondulatorio dei cigli marginali, accompagnato da un aprirsi parziale e da una successiva caduta delle lamine su se stesse, il che alla fine terminava in una dilatazione completa e nella distruzione della sensibilità ». Sono obbligato al prof. OLIVER per quest'informazione; ma non comprendo che cosa abbia avuto luogo.

Digitized by Google

non viene determinata dai filamenti sensitivi; tutti e tre i filamenti su d'un lobo vennero mozzati vicino alle loro basi; e le tre foglie così trattate si ri-tesero: una parzialmente in 24 ore, una seconda fino allo stesso grado in 48 ore, e la terza ch'era stata precedentemente danneggiata, non si ri-tese fino al sesto giorno. Queste foglie dopo la loro ri-tensione si chiusero presto, allorchè s'irritarono i filamenti sull'altro lobo. Questi vennero poi mozzati da una delle foglie, sicchè non ne restò alcuno. Questa foglia mutilata, ad onta della perdita de' suoi filamenti, si ri-tese in due giorni nel modo solito. Quando i filamenti sono stati eccitati dalla immersione in una soluzione di zucchero, i lobi non si dilatano così presto come quando i filamenti sono stati semplicemente toccati; e ciò, io presumo, è la conseguenza dell'esser essi stati stimolati fortemente dall'esosmosi, sicchè continuano per qualche tempo a trasmettere un impulso motore alla pagina superiore della foglia.

I fatti seguenti mi fanno credere che i rari strati di cellule, che formano la pagina inferiore della foglia, siano sempre in uno stato di tensione, e che sia in causa di questo stato meccanico, aiutato probabilmente dall'attrazione di fluido fresco nelle cellule, che i lobi cominciano a separarsi o dilatarsi tosto che diminuisce la contrazione della pagina superiore. Una foglia venne mozzata ed improvvisamente immersa perpendicolarmente nell'acqua bollente: m'aspettavo che i lobi si chiudessero, ma invece di far ciò, essi s'allargarono un poco. Allora presi un'altra bella foglia coi lobi, che formavano insieme un angolo di quasi 80°, ed avendola immersa come prima, l'angolo salì improvvisamente a 90°. Una terza foglia era torpida per essersi ri-tesa di recente dopo aver presa una mosca, sicchè replicati tocchi dei filamenti non produssero il minimo movimento; tuttavia, essendo stata immersa in ugual modo, i lobi si separarono un poco. Essendo state immerse queste foglie perpendicolarmente nell'acqua bollente, tanto la superficie che i filamenti devono essere stati stimolati egualmente; ed io posso comprendere la divergenza dei lobi soltanto supponendo che le cellule nella parte inferiore, in causa del loro stato di tensione, agissero meccanicamente e così tirassero repentinamente i lobi un po' distanti l'uno dall'altro, tosto che le cellule nella pagina superiore erano uccise ed avevano perduto la loro forza contrattile. Abbiamo veduto che l'acqua bollente fa curvare ugualmente all'indietro i tentacoli della Drosera; e questo è un movimento analogo alla divergenza dei lobi della Dionea.

In alcune osservazioni conclusionali sulle Droseracee nel quindicesimo capitolo, saranno confrontate le specie differenti d'irritabilità posseduta dai vari generi, ed il modo differente con cui essi pigliano insetti.

Digitized by Google

Digitized by Google

CAPITOLO XIV.

ALDROVANDA VESICULOSA

Prende crostacei. — Struttura delle foglie confrontate con quelle della Dionea. — Assorbimento per mezzo delle glandule, dei processi quadrifidi, e punte sui margini inviluppati. — *Aldrovanda vesiculosa*, varietà *australis*. — Piglia preda. — Assorbimento di materia animale. — *Aldrovanda vesiculosa*, varietà *verticillata*. — Osservazioni conclusionali.

Questa pianta si può chiamare una Dionea acquatica in miniatura. Stein scoprì nel 1873 che le foglie bilobate, che si trovano generalmente chiuse in Europa, si aprono sotto una temperatura sufficientemente alta, e, quando sono toccate, si chiudono repentinamente (1). Esse si ri-tendono in 24 sino a 36 ore, ma solamente, come pare, quando sono racchiusi degli oggetti inorganici. Le foglie contengono talvolta bolle d'aria, che una volta si supponeva fossero vesciche; da qui il nome specifico di *vesiculosa*. Stein osservò che venivano presi qualche volta degli insetti acquatici, ed il prof. Cohn ha recentemente trovato entro le foglie di piante crescenti naturalmente molte specie di crostacei e larve (2). Piante che erano state tenute nell'acqua filtrata vennero da lui poste in un vaso contenente numerosi crostacei del genere *Cypris*, ed il mattino dopo molti ne furono trovati imprigionati e vivi, ancora nuotanti nell'interno delle foglie chiuse, ma dannati a certa morte.

Subito dopo aver letto la memoria del dott. Cohn, ricevei, per cortesia del dott. Hooker, delle piante vive dalla Germania. Nulla potendo aggiungere alla eccellente descrizione del prof. Cohn, non darò che due illustrazioni, una di un giro di foglie copiato dalla sua Opera, e l'altra di una foglia aperta compressa, disegnata da mio figlio Francesco. Aggiungerò tuttavia alcune osservazioni sulle differenze fra questa pianta e la Dionea.

L'Aldrovanda è priva di radici e sta sospesa liberamente nell'acqua. Le foglie sono disposte in giro intorno allo stelo. I loro larghi picciuoli terminano in quattro

(1) Dopo la sua pubblicazione originale, STEIN ha trovato che l'irritabilità delle foglie fu osservata da DE SASSUS, com'è ricordato nel *Bull. Bot. Soc. de France*, nel 1861. DELPINO riferisce in uno scritto pubblicato nel 1871 (*Nuovo giornale Bot Ital.*, vol. III. p. 174) che, « una quantità di chioccioline e di altri animalucoli acquatici » vengono presi e soffocati dalle foglie Suppongo che le chioccioline siano molluschi d'acqua dolce. Sarebbe interessante sapere se i loro gusci sono affatto corrosi dall'acido della secrezione digestiva.

(2) Sono assai obbligato a questo distinto naturalista per avermi mandato una copia della sua memoria sull'*Aldrovanda*, prima della sua pubblicazione nei suoi *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, terzo fascicolo, 1875 p 71.

Digitized by Google

a sei proiezioni (1), ciascuna munita alla punta di una corta e rigida setola. La foglia bilobata, colla costa di mezzo pure fornita sulla cima d'una setola, sta in mezzo a queste proiezioni, ed è evidentemente difesa da esse. I lobi sono formati di tessuto molto delicato, in modo da essere trasparente; essi s'aprono, secondo Cohn, circa tanto quanto le due valve d'una conchiglia viva, perciò ancora meno dei lobi della Dionea; e ciò deve rendere più facile la cattura di animali acquatici. L'esterno delle foglie ed i picciuoli sono coperti di minute papille a due rami, che evidentemente corrispondono alle papille quadrifide della Dionea.

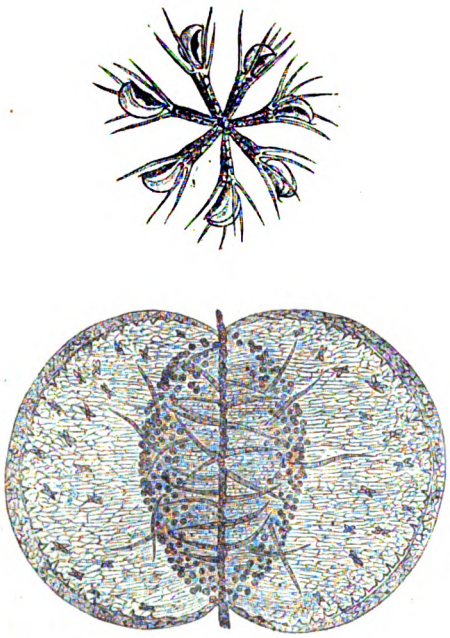

Fig. 13 — *Aldrovanda vesiculosa.*
Figura superiore, giro di foglie (dal prof. Cohn).
» inferiore, foglia aperta compressa ed assai aggrandita.

Ciascun lobo sorpassa piuttosto un semicerchio in convessità, e consiste di due differentissime porzioni concentriche; la porzione interna e minore, o quella prossima alla costa di mezzo, è leggermente concava ed è formata, secondo Cohn, di tre strati di cellule. La sua superficie superiore è fornita di glandule incolore, simili a quelle della Dionea, ma più semplici di queste; esse sono sostenute da gambi distinti, consistenti di due ordini di cellule (fig. 13). La porzione del lobo esterna e più larga è piatta e molto sottile, essendo formata di due soli strati di cellule. La sua superficie superiore non porta glandule, ma in loro vece piccoli processi quadrifidi, consistenti ciascuno di quattro proiezioni coniche, che sorgono da una prominenza comune. Questi processi sono formati da una membrana molto delicata, foderata d'uno strato di protoplasma; e qualche volta contengono dei globuli aggregati di materia cristallina. Due delle braccia leggermente divergenti sono dirette verso la circonferenza e due verso la costa di mezzo, formando insieme una specie di croce greca. Talvolta due delle braccia sono sostituite da uno, ed allora la proiezione è trifida. Vedremo in un capitolo futuro che queste proiezioni somigliano in modo curioso a quelle trovate entro le vesciche dell'*Utricularia*, più

(1) V'è stata una grande discussione fra i botanici sulla natura omologa di queste proiezioni. Il dott. Nitshke (*Bot. Zeitung*, 1861, p. 146) crede che corrispondano ai corpi fimbriati squamosi che si trovano alle basi dei picciuoli della Drosera.

Digitized by Google

specialmente dell'*Utricularia montana*, quantunque questo genere non appartenga all'Aldrovanda.

Uno stretto orlo della larga e piatta porzione esterna di ciascun lobo è volta verso l'interno, sicchè, quando i lobi sono chiusi, le superficie esterne delle porzioni involute vengono in contatto. Il margine stesso porta una fila di punte coniche, appianate, trasparenti, a basi larghe, simili alle spine sullo stelo d'un rovo o *Rubus*. Essendo l'orlo involuto, queste punte sono dirette verso la costa di mezzo, e sembrano dapprima adattate ad impedire la fuga della preda; ma ciò può essere difficilmente la loro funzione principale, essendo esse composte di membrana assai delicata ed altamente flessibile, che si può facilmente piegare od interamente addoppiare all'indietro senza romperla. Tuttavia gli orli involuti, insieme alle punte, devono opporsi alquanto al movimento retrogrado di qualche animaletto, tosto che i lobi cominciano a chiudersi. La parte periferica della foglia d'Aldrovanda differisce così assai da quella di Dionea; nè si possono riguardare le punte sull'orlo come omologhe alle setole intorno alle foglie di Dionea, essendo queste ultime prolungamenti della lamina e non semplici produzioni epidermiche. Pare che esse servano anche ad un uso assai differente. Sulla porzione concava dei lobi, la quale porta glandule, e specialmente sulla costola di mezzo vi sono numerosi peli lunghi a punta sottile, i quali, come osserva il prof. Cohn, si può appena dubitare non siano sensitivi ad un tocco, e, quando sono toccati, non facciano chiudere la foglia. Essi sono formati di due ordini di cellule, o, secondo Cohn, qualche volta di quattro, e non racchiudono tessuto vascolare. Essi differiscono pure dai sei filamenti sensitivi della Dionea nell'essere incolore e portando un'articolazione media come pure una basale. Senza dubbio gli è in causa di queste due articolazioni che, ad onta della loro lunghezza, essi non vengono rotti quando i lobi si chiudono.

Le piante ch'io ricevetti durante la prima parte d'ottobre da Kew non aprirono mai le loro foglie, sebbene fossero sottoposte ad un'alta temperatura. Dopo aver esaminata la struttura d'alcuna di esse, non feci esperimenti che su due, sperando che le piante sarebbero cresciute; ed ora mi dispiace di non averne sacrificato un numero maggiore.

Una foglia venne aperta lungo la costa di mezzo e le glandule vennero esaminate con una lente forte. Fu poi messa in alcune goccie di un'infusione di carne cruda. Dopo 3 ore e 20 minuti non v'era cambiamento, ma quando fu poi esaminata dopo 23 ore e 20 minuti, le cellule esterne delle glandule contenevano, in luogo di fluido limpido, masse sferiche di una sostanza granulare, il che mostra che era stata assorbita della materia dall'infusione. Che queste glandule secernano un liquido che discioglie o digerisce materia animale estratta dai corpi degli animali che le foglie prendono, è pure assai probabile per l'analogia colla Dionea. Se possiamo fidarci della stessa analogia, le porzioni concave ed interne dei

Digitized by Google

due lobi chiudonsi insieme probabilmente con un lento movimento, tosto che le glandule hanno assorbito una leggiera quantità di materia animale già solubile. L'acqua racchiusa sarebbe così cacciata fuori e la secrezione, per conseguenza, non verrebbe troppo diluita per agire. Riguardo ai processi quadrifidi sulle parti esterne dei lobi, non potei determinare se avessero subita l'influenza dell'infusione; giacchè la fodera di protoplasma era un poco contratta, prima che fossero immersi. Molte delle punte sugli orli involuti avevano pure la loro fodera di protoplasma contratta in simil guisa e contenevano granulazioni sferiche di materia cristallina.

Venne poscia adoperata una soluzione di urea. Questa sostanza fu prescelta perchè viene assorbita dai processi quadrifidi e più specialmente dalle glandule di *Utricularia* — pianta che, come vedremo poi, si nutre di materia animale guasta. — Essendo l'urea uno degli ultimi prodotti dei cambiamenti chimici che si succedono nel corpo vivente, sembra idonea a rappresentare i primi periodi della corruzione del corpo morto. Fui tratto a provare l'urea anche da un piccolo fatto curioso accennato dal prof. Cohn, che, cioè, quando crostacei piuttosto grandi sono presi fra i lobi chiudentisi, sono compressi sì fortemente, mentre tentano fuggire, che vuotano spesso le loro masse d'escrementi sotto forma di salsiccia, le quali vennero trovate entro la maggior parte delle foglie. Queste masse contengono senza dubbio dell'urea. Esse resterebbero o sulle larghe superficie esterne dei lobi dove i processi quadrifidi sono situati, o dentro la chiusa concavità. Nell'ultimo caso, l'acqua carica di materia escrementizia corrotta verrebbe lentamente espulsa e bagnerebbe i processi quadrifidi, se io m'appongo al vero credendo che i lobi concavi si contraggono dopo un certo tempo, come quelli di Dionea. Anche l'acqua sporca potrebbe uscir fuori in ogni tempo, e specialmente quando entro la cavità vengono generate bolle d'aria.

Una foglia venne aperta ed esaminata, e le cellule esterne dei tentacoli furono trovate contenere soltanto fluido limpido. Alcuni processi quadrifidi racchiudevano alcune granulazioni sferiche, ma parecchi erano trasparenti e vuoti, e le loro posizioni erano marcate. Questa foglia venne ora immersa in un po' di soluzione d'una parte di urea in 146 d'acqua, o tre grani in un'oncia. Dopo 3 ore e 40 minuti non vi era cambiamento nè nelle glandule nè nei quadrifidi; nè vi era alcun certo mutamento nelle glandule dopo 24 ore; sicchè, per quanto si può giudicare da una prova, l'urea non agisce su di esse nello stesso modo come un'infusione di carne cruda. La cosa fu differente nei quadrifidi; giacchè la fodera di protoplasma, invece di presentare una tessitura uniforme, era ora leggermente contratta, e mostrava in molti punti macchie e solchi minuti, ingrossati, irregolari, giallastri, esattamente uguali a quelli che appariscono entro i quadrifidi dell'*Utricularia* quand'è trattata colla stessa soluzione. Inoltre parecchi dei quadrifidi, che prima erano vuoti, contenevano ora globuli di materia giallastra moderatamente grandi

Digitized by Google

o molto piccoli, più o meno aggregati, come avviene pure nelle stesse circostanze coll'*Utricularia*. Alcune punte sui margini involuti dei lobi erano attaccate in maniera eguale; giacchè la loro fodera di protoplasma era un po' contratta e racchiudeva delle chiazze giallastre, e quelle che erano prima vuote contenevano ora piccole sfere e masse irregolari di materia cristallina, più o meno aggregata; sicchè tanto le punte che i quadrifidi avevano assorbito materia dalla soluzione nel corso di 24 ore; ma ritornerò su quest'argomento. In altra foglia piuttosto vecchia, a cui non s'era dato nulla, ma che era stata tenuta nell'acqua impura, alcuni quadrifidi contenevano globuli aggregati trasparenti. Questi non subirono influenza da una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua; e questo risultato negativo s'accorda con ciò ch'io ho osservato in circostanze simili nell'*Utricularia*.

Aldrovanda vesiculosa, varietà *australis*. — Delle foglie secche di questa pianta proveniente da Queesland in Australia mi furono mandate dal prof. Oliver dall'erbario di Kew. Se essa si debba considerare come una specie distinta o come una varietà, non si può dire finchè i fiori non siano esaminati da un botanico. Le proiezioni all'estremità superiore del picciuolo (in numero di quattro a sei) sono considerevolmente più lunghe rispetto alla lamina e molto più assottigliate di quelle della forma europea. Esse sono densamente coperte per uno spazio notevole, presso alle loro estremità, di punte curvate in su, le quali mancano affatto nell'ultima forma; ed esse portano generalmente sulle loro estremità due o tre spine diritte in luogo di una. La foglia bilobata sembra anche sia piuttosto più grande ed alquanto più larga, col picciuolo, mediante cui è attaccata all'estremità superiore del gambo, un poco più lungo. Anche le punte sui margini involuti sono differenti; esse hanno basi più strette e sono più acute; punte lunghe e corte s'alternano pure con molto maggior regolarità che nella forma europea. Le glandule ed i peli sensitivi sono uguali nelle due forme. Non si poterono vedere processi quadrifidi su parecchie delle foglie, ma non dubito che fossero presenti, benchè indistinguibili per la loro delicatezza e per essersi raggrinzati; poichè erano affatto distinti sopra una foglia in circostanze che or ora s'indicheranno.

Alcune delle foglie chiuse non contenevano preda, ma in una vi era uno scarafaggio piuttosto grande, che dalle sue tibie appiattite suppongo fosse una specie acquatica, non però affine ai Colimbeti. Tutti i tessuti più molli di questo scarafaggio erano completamente disciolti, ed i suoi integumenti chitinosi erano così netti come se avessero bollito nella potassa caustica; sicchè esso doveva essere stato racchiuso per un tempo notevole. Le glandule erano più brune e più opache di quelle d'altre foglie che non avevano preso nulla; ed i processi quadrifidi, per essere ripieni in parte di materia granulosa bruna, si potevano distinguere chiaramente, il che non era possibile, come fu già riferito, in altre foglie. Alcune delle punte sui margini involuti contenevano pure materia granulare bruna.

Digitized by Google

Otteniamo così un'altra prova che le glandule, i processi quadrifidi e le punte marginali hanno tutte il potere d'assorbire materia, benchè probabilmente di natura differente.

Entro un'altra foglia esistevano avanzi disintegrati d'un animale piuttosto piccolo, non un crostaceo, il quale aveva mandibole semplici, forti, opache ed una grande veste chitinosa inarticolata. Masse di materia organica nera, probabilmente di natura vegetale, erano racchiuse nelle altre due foglie; ma in una di queste vi era anche un piccolo verme molto corrotto. Ma la natura dei corpi in parte digeriti e corrotti, che sono stati compressi, lungo tempo disseccati, e poi imbevuti nell'acqua, non può venir facilmente riconosciuta. Tutte le foglie contenevano alghe unicellulari ed altre, ancora di color verdastro, che avevano evidentemente vissuto come intruse, nel modo stesso come accade, secondo Cohn, entro le foglie di questa pianta in Germania.

Aldrovanda vesiculosa, varietà *verticillata*. — Il dott. King, sopraintendente dei Giardini botanici, mi mandò cortesemente dei campioni seccati raccolti presso Calcutta. Credo che questa forma fosse stata considerata da Wallich come una specie distinta, sotto il nome di *verticillata*. Somiglia molto più dappresso alla forma australiana che alla europea, per avere le proiezioni all'estremità superiore del peziolo molto assottigliate e coperte di spine curvate in su; esse terminano pure in due piccole spine diritte. Credo che le foglie bilobate siano più grandi e certamente più larghe anche di quelle della forma australiana; sicchè la maggior convessità dei loro margini era evidente. Valutandosi la lunghezza d'una foglia aperta a 100, la larghezza della forma bengalese è quasi 173, dell'australiana 147 e della tedesca 134. Le punte sui margini involuti sono eguali a quelle della forma australiana. Delle poche foglie che vennero esaminate, tre contenevano crostacei entomostraci.

Osservazioni conclusionali. — Le foglie delle tre precedenti specie o varietà strettamente affini sono manifestamente acconcie a prendere animali vivi. Riguardo alle funzioni delle diverse parti, v'è poco da dubitare che i lunghi peli articolati non siano sensitivi come quelli della Dionea, e che, quando sono toccati, non facciano chiudere i lobi. Che le glandule secernano un vero fluido digestivo ed assorbano dipoi la materia digerita, è molto probabile per l'analogia colla Dionea, — per essersi il fluido limpido entro le loro cellule aggregato in masse sferiche, dopo che esse avevano assorbita un'infusione di carne cruda, — per il loro stato opaco e granulare in una foglia, che aveva racchiuso per lungo tempo uno scarafaggio, — e per la superficie lisciata degli integumenti di questo insetto, nonchè di crostacei (come descrisse Cohn), che siano stati catturati lungo tempo. Inoltre, per l'effetto prodotto sui processi quadrifidi da una immersione per 24 ore in una soluzione di urea, — per la presenza di materia granulare bruna entro i quadrifidi della foglia, in cui lo scarafaggio era stato preso, — e per l'analogia coll'*Utricularia*,

Digitized by Google

— è probabile che questi processi assorbano materia animale escrementizia e corrotta. È un fatto più curioso che le punte sui margini involuti servano evidentemente ad assorbire materia animale corrotta, nel modo stesso dei quadrifidi. Possiamo così comprendere l'uffizio dei margini involuti dei lobi forniti di delicate punte dirette verso l'interno e delle esterne porzioni larghe, piatte, che portano processi quadrifidi; giacchè queste superficie devono andar soggette ad essere irrigate da acqua impura che scorre dalla concavità della foglia quando contiene animali morti. Questo sarebbe l'effetto di varie cause, — della graduale contrazione della concavità, — dell'essere il fluido secreto in sovrabbondanza, — e della generazione di bolle d'aria. Si richiedono più osservazioni su questo punto; ma se quest'opinione è giusta, abbiamo il caso notevole di differenti parti della stessa foglia, le quali servono a scopi molto differenti — una parte per vera digestione, ed un'altra per l'assorbimento di materia animale guasta. Possiamo così comprendere anche come, perdendo gradatamente l'una e l'altra di queste facoltà, una pianta possa gradatamente adattarsi ad una funzione escludendo l'altra; e si mostrerà dipoi che due generi, cioè la *Pinguicula* e l'*Utricularia*, appartenenti alla stessa famiglia, sono stati adattati per queste due funzioni differenti.

Digitized by Google

Digitized by Google

CAPITOLO XV.

DROSOPHYLLUM — RORIDULA — BYBLIS — PELI GLANDULARI D'ALTRE PIANTE — OSSERVAZIONI CONCLUSIONALI SULLE DROSERACEE

Drosophyllum. — Struttura delle foglie. — Natura della secrezione. — Maniera di pigliare insetti. — Potere d'assorbimento. — Digestione di sostanze animali. — Sommario sul *Drosophyllum.* — *Roridula.* — *Byblis.* — Peli glandulari d'altre piante, loro potere d'assorbimento. — *Saxifraga.* — *Primula.* — *Pelargonium.* — *Erica.* — *Mirabilis.* — *Nicotiana.* — Sommario sui peli glandulari. — Osservazioni conclusionali sulle Droseracee.

Drosophyllum lusitanicum. — Questa rara pianta non è stata trovata che in Portogallo, e, come apprendo dal dott. Hooker, al Marocco. Ottenni dei campioni viventi per la grande cortesia del sig. W. C. Tait, e poi dal sig. G. Maw e dal dott. Moore. Il sig. Tait m'informa che essa cresce in abbondanza sui fianchi di aride colline presso Oporto, e che buon numero di mosche s'attacca alle foglie. Quest'ultimo fatto è ben noto ai contadini, che chiamano la pianta l'*acchiappamosche*, e l'appendono nelle loro capanne per questo scopo. Una pianta nella mia serra prese tanti insetti durante la prima parte d'aprile, benchè il tempo fosse freddo e gl'insetti scarsi, che deve essere stata in qualche modo fortemente attrattiva per essi. Su quattro foglie d'una giovine pianticella, si trovarono nell'autunno attaccati ad esse 8, 10, 14 e 16 insetti minuti, specialmente Ditteri. Trascurai d'esaminare le radici, ma sento dal dott. Hooker, che sono piccolissime, come nel caso dei membri precedentemente accennati della stessa famiglia delle Droseracee.

Le foglie sorgono da un fusto quasi ligneo; sono lineari, molto assottigliate verso le loro cime, e lunghe parecchi pollici. La superficie superiore è concava, l'inferiore convessa, con uno stretto canale giù per il mezzo. Ambo le superficie, tranne il canale, sono coperte di glandule, sostenute da picciuoli e disposte in ordini longitudinali irregolari. Chiamerò questi organi tentacoli per la loro stretta somiglianza con quelli della Drosera, benchè non abbiano facoltà di movimento. Quelli, in una stessa foglia, differiscono molto in lunghezza. Anche le glandule differiscono in grandezza e sono d'un colore roseo brillante o purpureo; la loro superficie superiore è convessa e la inferiore piana od anche concava, sicchè

Digitized by Google

rassomigliano nell'aspetto a funghi in miniatura. Esse sono formate di due (così io credo) strati di delicate cellule angolari, che racchiudono otto o dieci cellule maggiori a pareti più grosse, a zig-zag. Entro queste cellule maggiori ve ne sono altre segnate da linee spirali, ed evidentemente connesse ai vasi spirali, che corrono su per i verdi picciuoli pluricellulari. Le glandule secernono grandi goccie di secrezione viscosa. Altre glandule, che hanno lo stesso aspetto generale, si trovano sui peduncoli dei fiori e sul calice.

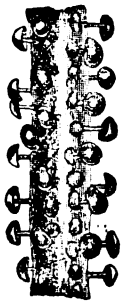

Fig. 14. *Drosophyllum lusitanicum.* Parte di foglia, aggrandita sette volte, la quale mostra la superficie inferiore.

Oltre alle glandule che vengono portate da picciuoli più lunghi o più corti, ve ne sono molte tanto sulle superficie superiori che sulle inferiori delle foglie, così piccole da essere appena visibili ad occhio nudo. Esse sono incolore e quasi sessili, di contorni circolari od ovali; gli ultimi trovansi principalmente sulle faccie posteriori delle foglie (fig. 14). Internamente esse hanno precisamente la stessa struttura delle glandule maggiori, che sono sostenute su picciuoli; ed infatti i due ordini fanno passaggio quasi l'uno nell'altro. Ma le glandule sessili differiscono da un lato importante, giacchè esse non secernono mai spontaneamente, per quanto ho veduto, sebbene le abbia esaminate sotto una forte lente ed in un giorno caldo, mentre le glandule sui picciuoli secernevano copiosamente. Nondimeno, se si pongono su queste glandule sessili dei pezzetti d'albume umido o di fibrina umida, esse cominciano dopo un certo tempo a secernere, nello stesso modo delle glandule di Dionea, quando sono trattate egualmente. Quando esse fossero semplicemente stropicciate con un pezzo di carne cruda, credo che secernerebbero parimenti. Tanto le glandule sessili che quelle più alte sui picciuoli hanno la facoltà di assorbire rapidamente materia nitrogenata.

La secrezione dalle glandule più alte differisce in modo notevole da quella della Drosera, essendo acida, prima che le glandule siano state in modo alcuno eccitate, e, giudicando dal colore cangiato della carta di tornasole, più acida di quella della Drosera. Questo fatto fu ripetutamente osservato; in un caso scelsi una foglia giovane, che non secerneva molto, e non aveva mai preso un insetto, tuttavia la secrezione su tutte le glandule colorò la carta di tornasole d'un rosso brillante. Dalla rapidità con cui le glandule possono ottenere materia animale da sostanze come fibrina e cartilagine ben lavate, sospetto che una piccola quantità del fermento opportuno debba trovarsi nella secrezione prima che le glandule vengano eccitate, sicchè un po' di materia animale viene presto disciolta.

In causa della natura della secrezione o della forma delle glandule, si tolgono da queste le goccie con singolare facilità. È persino un po' difficile di porre, mediante un ago pulito bene appuntito, inumidito leggermente con acqua, una minuta particella di qualche specie sopra una delle goccie; poichè ritirando l'ago, si

Digitized by Google

ritira generalmente la goccia; laddove colla Drosera non v'è tale difficoltà, sebbene le goccie vengano talvolta ritirate. Per questa particolarità, quando un piccolo insetto scende sopra una foglia di *Drosophyllum*, le goccie s'attaccano alle sue ali, a' suoi piedi, al suo corpo venendo a staccarsi dalla glandula; l'insetto allora si trascina avanti ed altre goccie s'attaccano ad esso; sicchè finalmente, bagnato dalla secrezione viscosa, va giù al fondo e muore, posato sulle piccole glandule sessili di cui è coperta densamente la superficie della foglia. Nel caso della Drosera, un insetto aderente ad una o più glandule esterne è portato dal loro movimento al centro della foglia; nel *Drosophyllum*, ciò è posto ad effetto dall'insetto trascinandosi, non potendo esso volar via per essere le sue ali imbarazzate dalla secrezione.

V'è un'altra differenza nelle funzioni delle glandule di queste due piante: sappiamo che le glandule della Drosera secernono in maggior copia quando sono convenientemente eccitate. Ma quando si posero sulle glandule del *Drosophyllum* minute particelle di carbonato d'ammoniaca, goccie di una soluzione di questo sale o di nitrato d'ammoniaca, saliva, piccoli insetti, pezzi di carne cruda od arrostita, albume, fibrina o cartilagine, come pure particelle inorganiche, non parve mai che la quantità della secrezione aumentasse minimamente. Non attaccandosi comunemente gl'insetti alle glandule più alte, ma asportando essi la secrezione, possiamo vedere che vi sarebbe poca utilità se avessero acquistato l'abitudine di secernere copiosamente quando sono stimolate; laddove nella Drosera ciò è di vantaggio e l'abitudine è stata acquisita. Nondimeno, le glandule del *Drosophyllum*, senza venir stimolate, secernono continuamente, in modo da risarcire la perdita subita per evaporazione. Così essendo stata posta una pianta sotto un piccolo vetro da campana colla sua superficie interna ed il suo sostegno bagnato completamente, non vi fu perdita per evaporazione, e s'accumulò tanta secrezione nel corso d'un giorno ch'essa correva giù per i tentacoli e copriva grandi spazi delle foglie.

Le glandule, alle quali le sostanze ed i liquidi nitrogenati suddetti erano stati dati, non secernevano, come fu or ora riferito, più abbondantemente; al contrario, esse assorbivano le loro proprie goccie di secrezione con sorprendente prestezza. Si posero su cinque glandule dei pezzi di fibrina umida, e quando si guardarono dopo un intervallo di un'ora e 12 minuti, la fibrina era quasi secca, essendo stata assorbita tutta la secrezione. Così fu di tre cubi d'albume dopo un'ora e 19 minuti, e d'altri quattro cubi, benchè questi ultimi non venissero guardati finchè non furono trascorse 2 ore e 15 minuti. Lo stesso risultato seguì in un tratto di tempo fra un'ora e 15 minuti ed un'ora e 30 minuti, essendo state poste su parecchie glandule delle particelle tanto di cartilagine che di carne. Finalmente, una goccia minuta (circa $^1/_{20}$ di minimo) d'una soluzione d'una parte di nitrato d'ammoniaca in 146 d'acqua venne distribuita fra la secrezione circostante a tre glandule, sicchè fu leggermente aumentata la quantità di secrezione che circondava ciascuna; eppure,

Digitized by Google

quando si guardarono dopo 2 ore, erano tutte e tre secche. D'altra parte, si posero su dieci glandule sette particelle di vetro e tre di brace di carbone, quasi della stessa grandezza di quelle delle suddette sostanze organiche; alcune di esse vennero osservate per 18 ore ed altre per due o tre giorni; ma non vi fu il minimo segno che la secrezione venisse assorbita. Quindi, nei primi casi, l'assorbimento della secrezione deve essere stato la conseguenza della presenza di materia nitrogenata, che era già solubile o fu resa tale dalla secrezione. Essendo la fibrina pura, ed essendo stata ben lavata nell'acqua distillata dopo esser stata tenuta nella glicerina, ed essendo stata la cartilagine imbevuta nell'acqua, sospetto che queste sostanze abbiano subita leggiera influenza e siano state rese solubili entro i surriferiti brevi periodi di tempo.

Le glandule hanno non solo la facoltà d'assorbire rapidamente, ma anche di secernere di nuovo rapidamente; e quest'ultima proprietà è stata forse acquisita, tanto più che gl'insetti, se toccano le glandule, ne levano generalmente le goccie di secrezione, che devono venir rinnovate. L'esatto periodo di ri-secrezione non fu registrato che in alcuni casi. Le glandule, su cui si posero dei pezzi di carne, e che erano quasi secche dopo un'ora e 30 minuti circa, quando si guardarono dopo altre 22 ore, furono trovate che secernevano; così fu dopo 24 ore d'una glandula, su cui s'era messo un pezzo d'albume. Le tre glandule, a cui era stata distribuita una minuta goccia d'una soluzione di nitrato d'ammoniaca e che divennero asciutte dopo 2 ore, cominciarono a ri-secernere dopo altre 12 ore.

Tentacoli incapaci di movimento. — Molti degli alti tentacoli, con insetti ad essi attaccati, vennero diligentemente osservati, e sulle glandule di molti tentacoli si posero frammenti d'insetti, pezzi di carne cruda, d'albume, ecc., goccie d'una soluzione di due sali d'ammoniaca e di saliva, ma non si potè mai scoprir traccia di movimento. Irritai ripetutamente le glandule anche con un ago, e graffiai e punsi le lamine, ma nè la lamina nè i tentacoli s'incurvarono punto. Possiamo perciò concludere che sono incapaci di movimento.

Sulla facoltà d'assorbire delle glandule. — È già stato mostrato indirettamente, che le glandule sui picciuoli assorbono materia animale; e ciò è inoltre dimostrato dal loro colore cambiato e dall'aggregazione del loro contenuto, dopo che esse sono state in contatto con sostanze o liquidi nitrogenati. Le osservazioni seguenti riguardano tanto le glandule provvedute di picciuoli che le minute glandule sessili. Prima che una glandula sia stata stimolata in alcun modo, le cellule esterne contengono comunemente soltanto un limpido fluido purpureo; le cellule centrali racchiudono delle masse, della forma di more, di purpurea materia granulare. Una foglia fu posta in un po' di soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 146 d'acqua (3 grani in un'oncia), e le glandule furono sull'istante oscurate, e bentosto divennero nere; questo cambiamento era avvenuto in causa dell'aggregazione fortemente pronunciata del loro contenuto, più specialmente delle cellule

Digitized by Google

interne. Un'altra foglia fu posta in una soluzione della stessa forza di nitrato di ammoniaca, e le glandule divennero leggermente oscurate in 25 minuti, lo divennero più in 50 minuti, e dopo un'ora e 30 minuti erano d'un rosso sì carico da sembrare quasi nero. Altre foglie furono poste in una debole infusione di carne cruda e nella saliva umana, e le glandule furono molto oscurate in 25 minuti, e dopo 40 minuti erano sì oscure da meritar quasi si dicessero nere. Anche l'immersione per un giorno intero nell'acqua distillata produce talvolta dell'aggregazione entro le glandule, sicchè diventano di tinta oscura. In tutti questi casi le glandule vengono attaccate esattamente nella stessa maniera di quelle della Drosera. Il latte però che agisce con tanta energia sulla Drosera, sembra piuttosto meno efficace sul *Drosophyllum*, giacchè le glandule non furono che leggermente oscurate da un'immersione di un'ora e 20 minuti, ma divennero decisamente più oscure dopo 3 ore. Foglie ch'erano restate per 7 ore in un'infusione di carne cruda o nella saliva furono poste nella soluzione di carbonato d'ammoniaca, e le glandule divennero ora verdastre; laddove, se fossero state poste prima nel carbonato, sarebbero diventate nere. In quest'ultimo caso l'ammoniaca si combina probabilmente coll'acido della secrezione e non agisce perciò sulla materia colorante; ma quando le glandule sono prima sottoposte ad un fluido organico, o l'acido viene consumato nel lavoro della digestione, o le pareti delle cellule vengono rese più permeabili, sicchè il carbonato indecomposto entra ed agisce sulla materia colorante. Se una particella di carbonato asciutto vien posta sopra una glandula, il colore purpureo presto smonta, in causa probabilmente d'un eccesso di sale. Inoltre la glandula viene uccisa.

Passando ora all'azione delle sostanze organiche, le glandule, su cui furono posti dei pezzi di carne cruda, divennero di colore oscuro, ed in 18 ore il loro contenuto fu evidentemente aggregato. Parecchie glandule con pezzi d'albume e di fibrina furono oscurati in 2 o 3 ore; ma in un caso il colore purpureo smontò completamente. Alcune glandule che avevano preso delle mosche furono confrontate con altre vicine; e sebbene non differissero molto nel colore, v'era una differenza marcata nel loro stato d'aggregazione. In alcuni pochi esempi però non v'era questa differenza e ciò sembrava provenire dall'essere gl'insetti stati presi lungo tempo prima, sicchè le glandule avevano ricuperato il loro stato primiero. In un caso un gruppo di glandule sessili incolore, a cui era attaccata una piccola mosca, presentavano un aspetto particolare; giacchè erano diventate purpuree in causa della materia granulare purpurea che rivestiva le pareti delle cellule. Posso qui ricordare come un avvertimento che, appena arrivarono dal Portogallo alcune delle mie piante in primavera, esse non subirono una decisa influenza da pezzi di carne o da insetti o da una soluzione d'ammoniaca — circostanza di cui non so render ragione.

Digestione di materia animale solida. — Mentre tentava porre su due delle

Digitized by Google

glandule più alte dei piccoli cubi d'albume, questi sdrucciolarono giù, e, sporchi di secrezione, furono lasciati stare sopra alcune delle piccole glandule sessili. Dopo 24 ore uno di questi cubi fu trovato completamente liquefatto, ma con alcune striscie bianche ancora visibili; l'altro era molto arrotondato, ma non interamente disciolto. Altri due cubi furono lasciati su glandule alte per 2 ore e 45 minuti, dopo il qual tratto tutta la secrezione era assorbita; ma essi non subirono influenza percettibile, benchè senza dubbio fosse stata assorbita da essi qualche leggiera quantità di materia animale. Vennero posti dipoi sulle piccole glandule sessili, che essendo così stimolate, emisero copiosa secrezione nel corso di 7 ore. Uno di questi cubi entro questo breve tempo fu in gran parte liquefatto; ed ambedue erano liquefatti completamente dopo 21 ore e 15 minuti; le piccole masse liquide però mostravano ancora delle bianche striscie. Queste striscie sparvero dopo un altro periodo di 6 ore e 30 minuti; ed il mattino seguente (cioè 48 ore dopo che i cubi furono per la prima volta messi sulle glandule) la materia liquefatta era interamente assorbita. Un cubo d'albume fu lasciato sopra un'altra glandula alta, che dapprima assorbì la secrezione, e dopo 24 ore ne emise una nuova provvisione. Questo cubo, ora circondato di secrezione, fu lasciato sulla glandula per altre 24 ore, ma subì, se non nessuna, piccolissima influenza. Possiamo perciò concludere, o che la secrezione delle glandule alte ha poca forza di digerire, benchè fortemente acida, o che la quantità emessa da una sola glandula è insufficiente a sciogliere una particella d'albume che entro lo stesso tempo sarebbe stata disciolta dalla secrezione di parecchie delle piccole glandule sessili. In causa della morte della mia ultima pianta, non potei determinare quale di queste alternative sia la vera.

Quattro minuti pezzi di fibrina pura furono posti, ciascuno su una, due o tre delle glandule alte. Nel corso di 2 ore e 30 minuti la secrezione fu tutta assorbita ed i pezzi restarono quasi asciutti. Essi furono poi spinti sulle glandule sessili. Un pezzo dopo 2 ore e 30 minuti sembrava affatto disciolto, ma ciò può essere stato un errore. Un secondo, quando venne esaminato dopo 17 ore e 25 minuti, era liquefatto, ma il liquido, veduto sotto al microscopio, conteneva ancora granulazioni galleggianti di fibrina. Gli altri due pezzi erano completamente liquefatti dopo 21 ore e 30 minuti; ma in una delle goccie si potevano ancora scernere alcune poche granulazioni. Queste però vennero disciolte dopo un altro intervallo di 6 ore e 30 minuti; e la superficie della foglia per qualche distanza all'intorno era coperta di fluido limpido. Appare così che il *Drosophyllum* digerisce l'albume e la fibrina un po' più presto di quanto può la Drosera; e si può forse attribuire ciò alla presenza dell'acido, probabilmente insieme a piccola quantità di fermento, nella secrezione, prima che le glandule siano state stimolate; sicchè la digestione comincia subito.

Osservazioni conclusionali. — Le foglie lineari del *Drosophyllum* non differenziano che leggermente da quelle di certe specie di Drosera; le principali diffe-

Digitized by Google

renze essendo, in *primo luogo*, la presenza di minute glandule quasi sessili, che, come quelle della Dionea, non secernono, finchè non siano eccitate dall'assorbimento di materia nitrogenata. Ma glandule di questa specie esistono sulle foglie della *Drosera binata*, e sembrano rappresentate dalle papille sulle foglie della *Drosera rotundifolia*. In *secondo luogo*, la presenza di tentacoli sulle pagine inferiori delle foglie; ma abbiamo veduto che alcuni tentacoli, collocati irregolarmente e somiglianti ad aborti, sono conservati sulle pagine inferiori delle foglie della *Drosera binata*. Vi sono maggiori differenze nelle funzioni fra i due generi. La più importante è che i tentacoli del *Drosophyllum* non hanno facoltà di movimento; questa perdita è parzialmente risarcita dall'essere le goccie di secrezione viscida prontamente levate dalle glandule; sicchè quando un insetto viene in contatto con una goccia, può trascinarsi via, ma tocca tosto altre goccie ed allora, affogato dalla secrezione, s'affonda nelle glandule sessili e muore. Un'altra differenza è che la secrezione delle glandule alte, prima che siano state in alcuna guisa eccitate, è fortemente acida, e forse contiene una piccola quantità d'un fermento proprio. Inoltre queste glandule non secernono più copiosamente quando sono eccitate per l'assorbimento di materia nitrogenata; al contrario, esse assorbono poi la loro propria secrezione con rapidità straordinaria. In breve tempo cominciano a secernere di nuovo. Tutte queste circostanze sono probabilmente connesse col fatto che gl'insetti non s'attaccano comunemente alle glandule con cui vengono dapprima in contatto, benchè ciò accada talvolta; e che è principalmente la secrezione delle glandule sessili, quella che discioglie materia animale estraendola dai loro corpi.

RORIDULA

Roridula dentata. — Questa pianta, indigena delle parti occidentali del Capo di Buona Speranza, mi fu mandata da Kew allo stato disseccato. Ha stelo e rami quasi lignei, e cresce chiaramente ad un'altezza di alcuni piedi. Le foglie sono lineari, colle loro sommità molto assottigliate. Le loro pagine superiori ed inferiori sono concave, con un solco nel mezzo, ed ambedue sono coperte di tentacoli, che differiscono assai in lunghezza, essendo alcuni lunghissimi, specialmente quelli sulle sommità delle foglie, ed alcuni cortissimi. Anche le glandule differiscono molto in grandezza e sono talvolta allungate. Esse vengono sostenute da picciuoli pluricellulari.

Questa pianta perciò s'accorda in parecchi rispetti col *Drosophyllum*, ma ne differisce nei punti seguenti. Io non potei scoprire glandule sessili, nè sarebbero queste state di alcun vantaggio, essendo la pagina superiore delle foglie densamente rivestita di peli acuti, unicellulari, diretti all'insù. I picciuoli dei tentacoli non racchiudono vasi spirali, nè sonvi cellule spirali entro le glandule. Le foglie

Digitized by Google

sorgono spesso in fascetti, e sono pinnatifide, sporgendo le divisioni ad angolo retto dalla principale lamina lineare. Queste divisioni laterali sono spesso cortissime e non portano che un solo tentacolo terminale con uno o due di corti ai lati. Non si può tirare una distinta linea di delimitazione fra i picciuoli dei lunghi tentacoli terminali e le sommità molto assottigliate delle foglie. Possiamo veramente fissare (arbitrariamente) il punto, fino al quale si stendono i vasi spirali provenienti dalla lamina, ma non v'è altra distinzione.

Era evidente per le molte particelle di fango attaccato alle glandule che esse secernevano molta materia viscida. Anche un gran numero d'insetti di molte specie erano attaccati alle foglie. Io non potei scoprire in nessuna parte segni che i tentacoli fossero stati incurvati sugl'insetti pigliati; e ciò probabilmente si sarebbe veduto anche nei campioni secchi, se avessero posseduto facoltà di movimento. Quindi in questo carattere negativo la *Roridula* somiglia al suo rappresentante settentrionale, il *Drosophyllum*.

BYBLIS

Byblis gigantea (Australia Occidentale). — Un campione disseccato, lungo circa 18 pollici, con uno stelo forte, mi fu mandato da Kew. Le foglie erano lunghe qualche pollice, lineari, leggermente appiattite, con una piccola costa sporgente sulla superficie inferiore. Esse sono coperte da ogni lato di glandule di due specie — di sessili disposte in serie, ed altre sostenute su picciuoli moderatamente lunghi. Verso le sommità strette delle foglie i picciuoli sono più lunghi che altrove, ed eguagliano qui il diametro della foglia. Le glandule sono purpuree, molto appiattite e formate d'un solo strato di cellule irradiantisi, le quali nelle glandule maggiori sono in numero di quaranta a cinquanta. I picciuoli consistono di singole cellule allungate, a pareti incolore, estremamente delicate, marcate colle più belle linee spirali intersecantisi. Se queste linee siano il risultato della contrazione per il disseccamento delle pareti, io non so; ma l'intero picciuolo era spesso arrotolato spiralmente. Questi peli glandulari sono molto più semplici nella struttura dei così detti tentacoli dei generi precedenti, e non differenziano essenzialmente da quelli portati da altre piante innumerevoli. I peduncoli dei fiori portano glandule simili. Il carattere più singolare circa alle foglie è che l'apice s'ingrossa in un piccolo nodo coperto di glandule e circa un terzo più largo della parte adiacente della foglia assottigliata. In due punti erano attaccate alle glandule delle mosche morte. Non essendo noto nessun esempio di strutture unicellulari aventi facoltà di movimento (1), la *Byblis* piglia senza dubbio gl'insetti soltanto mediante la sua

(1) Sachs, *Traité de Bot.*, 3ª ediz., 1874, p. 1026.

Digitized by Google

secrezione viscida. Quelli probabilmente s'affondano imbrattati di secrezione e si posano sulle piccole glandule sessili, che, se possiamo giudicare dall'analogia del *Drosophyllum*, gemono allora la loro secrezione ed assorbono dipoi la materia digerita.

Osservazioni supplementari sulla facoltà d'assorbire dei peli glandulari di altre piante. — Si possono qui inserire opportunamente alcune osservazioni su questo soggetto. Poichè le glandule di molte, probabilmente di tutte le specie di Droseracee assorbono vari fluidi o li lasciano almeno entrare prontamente (1), sembrò desiderabile determinare fino a qual punto avessero la stessa facoltà le glandule d'altre piante che non sono specialmente adatte a pigliare insetti. Per la prova si scelsero piante a caso, tranne due specie di Sassifraghe, che furono trascelte perchè appartengono ad una famiglia affine alle Droseracee. La più parte degli esperimenti venne fatta immergendo le glandule o in un'infusione di carne cruda o più comunemente in una soluzione di carbonato d'ammoniaca, agendo quest'ultima sostanza con tanta forza e rapidità sul protoplasma. Sembrò pure particolarmente desiderabile determinare se l'ammoniaca venisse assorbita, essendone contenuta una piccola quantità nell'acqua pluviale. Nelle Droseracee la secrezione d'un fluido viscido dalle glandule non impedisce loro d'assorbire; sicchè le glandule d'altre piante potrebbero emettere materia superflua o secernere un fluido odorifero come protezione contro gli attacchi degli insetti o per alcun altro scopo, e tuttavia avere la facoltà d'assorbire. Mi dispiace di non aver provato nei seguenti casi se la secrezione potesse digerire o rendere solubile sostanze animali, ma tali esperimenti sarebbero stati difficili in causa delle piccole dimensioni delle glandule e della piccola quantità di secrezione. Vedremo nel prossimo capitolo che la secrezione dai peli glandulari della *Pinguicula* discioglie certamente materia animale.

Saxifraga umbrosa. — I peduncoli dei fiori ed i pezioli delle foglie sono rivestiti di peli corti, che portano glandule di color roseo, formate di parecchie cellule poligone, coi loro picciuoli divisi da tramezzi in cellule distinte, che generalmente sono incolore, ma talvolta rosee. Le glandule secernono un fluido giallastro viscoso, dal quale vengono talora presi dei ditteri minuti, ma non spesso (2). Le cellule delle glandule contengono fluido d'un roseo brillante, carico di granulazioni o di masse globulari di materia rosea polposa. Questa materia deve essere protoplasma, poichè si vede subire lenti ma continui mutamenti di forma, se si pone una glandula in una goccia d'acqua e si esamina. Simili movimenti furono osservati dopo che le glandule erano state immerse nell'acqua per 1, 3, 5, 18 e 27 ore. Anche dopo quest'ultimo periodo le glandule serbarono il loro colore roseo brillante; ed il protoplasma entro le loro cellule non pareva esser divenuto più aggregato. Le forme

(1) La distinzione fra vero assorbimento e pura permeazione od imbibizione non è per nessun conto compresa chiaramente: vedi MÜLLER, *Fisiologia*, trad. ingl., 1838, vol. I, p. 280.

(2) Nel caso della *Saxifraga tridactylites*, il sig. DRUCE dice (*Pharmaceutical Journal*, maggio 1875) che egli esaminò alcune dozzine di piante, e quasi in ogni esempio erano attaccati alle foglie degli avanzi d'insetti. Come apprendo da un amico, la cosa è così riguardo a questa pianta in Irlanda.

Digitized by Google

continuamente cangiantisi delle piccole masse di protoplasma non sono da attribuirsi all'assorbimento d'acqua, poichè essi furono veduti in glandule tenute asciutte.

Il peduncolo d'un fiore, ancora attaccato alla sua pianta, fu curvato (29 maggio) in modo da restare immerso per 23 ore e 30 minuti in una forte infusione di carne cruda. Il colore del contenuto delle glandule fu leggermente cambiato, essendo ora d'una tinta più fosca e più purpurea di prima. Il contenuto apparve anche più aggregato, poichè gli spazi fra le piccole masse di protoplasma erano più larghi; ma quest'ultimo risultato non seguì in altri esperimenti simili. Le masse sembravano cambiare le loro forme più rapidamente di quelle nell'acqua; sicchè le cellule avevano un aspetto diverso ogni quattro o cinque minuti. Masse allungate divenivano, nel corso d'uno o due minuti, sferiche; e se ne sviluppavano di sferiche e s'univano alle altre. Masse minute aumentavano rapidamente di grandezza, e se ne videro unirsi tre distinte. Insomma, i movimenti erano esattamente eguali a quelli descritti nel caso della Drosera. Le cellule dei picciuoli non furono stimolate dall'infusione, nè lo furono nell'esperimento precedente.

Un altro peduncolo di fiore fu posto nel modo stesso, e per lo stesso tratto di tempo, in una soluzione d'una parte di nitrato d'ammoniaca in 14 d'acqua (o 3 grani in un'oncia), e le glandule furono scolorite precisamente come dall'infusione di carne cruda.

Un altro peduncolo di fiore fu immerso, come prima, in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 109 d'acqua. Le glandule, dopo un'ora e 30 minuti, non erano scolorite; ma dopo 3 ore e 45 minuti, la più parte di esse erano divenute d'un fosco porporino, alcune verdi nerastre, alcune non erano ancora eccitate. Le piccole masse di protoplasma entro le cellule si vedevano in movimento. Le cellule dei picciuoli erano inalterate. L'esperimento fu ripetuto, ed un nuovo peduncolo di fiore fu lasciato per 23 ore nella soluzione, ed ora fu prodotto un grande effetto; tutte le glandule furono molto annerite, ed il fluido nelle cellule dei picciuoli prima trasparente, persino fino alle loro basi, conteneva masse sferiche di materia granulare. Confrontando molti peli differenti, era evidente che le glandule prima assorbivano il carbonato, e che l'effetto così prodotto passava giù per i peli di cellula in cellula. Il primo cambiamento che si potè osservare, è un aspetto nebuloso nel fluido, dovuto alla formazione di bellissime granulazioni, che s'aggregano dipoi in masse maggiori. Insomma, nell'oscuramento delle glandule e nel passaggio del processo d'aggregazione per le cellule dei picciuoli, v'è la più stretta somiglianza con quanto ha luogo quando s'immerge un tentacolo di Drosera in una debole soluzione dello stesso sale. Le glandule però assorbono assai più lentamente di quelle della Drosera. Oltre ai peli glandulari, vi sono degli organi a foggia di stella, che non sembrano secernere e che non furono punto attaccati dalle soluzioni suddette.

Sebbene nel caso di peduncoli e foglie fiorali illese il carbonato sembri venir assorbito soltanto dalle glandule, pure esso entra in una superficie tagliata molto più presto che in una glandula. Si stracciarono striscie della scorza d'uno stelo di fiore e si vide che le cellule dei peduncoli non contenevano che fluido incoloro trasparente, mentre quelle delle glandule racchiudevano come al solito della materia granulare. Queste striscie furono poi immerse nella stessa soluzione di prima (una parte di carbonato in 109 d'acqua), ed in alcuni minuti apparve della materia granulare nelle cellule *inferiori* di tutti i picciuoli. L'azione cominciava invariabilmente (poichè provai l'esperimento replicatamente) nelle cellule infime, e perciò presso la superficie stracciata, e poi passava gradatamente su per i peli, finchè giungeva alle glandule, in direzione inversa a quella che ha luogo nei campioni illesi. Le glandule diventavano allora scolorite, e la materia granulare prima contenuta si era aggregata

Digitized by Google

in masse maggiori. Due corti pezzi d'uno stelo di fiore furono pure lasciati per 2 ore e 40 minuti in una soluzione più debole di carbonato in 218 d'acqua; ed in ambo i campioni i picciuoli dei peli presso alle estremità tagliate contenevano ora molta materia granulare; e le glandule erano completamente scolorite.

Finalmente, si posero dei pezzi di carne su alcune glandule; queste furono esaminate dopo 23 ore, come lo furono altre, che avevano evidentemente non molto tempo prima preso delle mosche minute; ma esse non presentavano nessuna differenza dalle glandule d'altri peli. Forse potrebbe non esservi stato tempo sufficiente per assorbire. Io credo così poichè alcune glandule, sulle quali erano giaciute evidentemente a lungo delle mosche morte, erano d'un pallido porporino sporco ed anche quasi incolore, e la materia granulare entro di esse presentava un aspetto insolito ed alquanto singolare. Che queste glandule avessero assorbito dalle mosche materia animale, probabilmente per esosmosi nella secrezione viscosa, possiamo arguirlo non solo dal loro colore cambiato, ma perchè, quando furono poste in una soluzione di carbonato d'ammoniaca, alcune delle cellule nei loro picciuoli si empirono di materia granulare; mentre le cellule d'altri peli, che non avevano pigliato mosche, dopo essere state trattate colla medesima soluzione per lo stesso tratto di tempo, non contenevano che una piccola quantità di materia granulare. Ma è necessaria maggior evidenza prima d'ammettere pienamente che le glandule di queste sassifraghe possano assorbire, anche concedendo loro molto tempo, materia animale dai minuti insetti, ch'esse pigliano talvolta per caso.

Saxifraga rotundifolia (?). — I peli sui peduncoli dei fiori di questa specie sono più lunghi di quelli or ora descritti, e portano glandule d'un bruno pallido. Molti ne furono esaminati e le cellule dei picciuoli erano affatto trasparenti. Uno stelo piegato fu immerso per 30 minuti in una soluzione d'una parte di carbonato di ammoniaca in 109 d'acqua, e due o tre delle cellule superiori nei picciuoli contenevano ora materia granulare od aggregata; mentre le glandule erano diventate d'un brillante verde giallastro. Le glandule di questa specie assorbono perciò il carbonato molto più presto di quelle della *Saxifraga umbrosa*, e le cellule superiori dei picciuoli sono pure attaccate molto più presto. Si mozzarono dei pezzi dello stelo e s'immersero nella stessa soluzione; ed ora il processo d'aggregazione passò su per i peli in direzione inversa, essendo attaccate prima le cellule presso le superficie tagliate.

Primula sinensis. — I peduncoli dei fiori, le superficie superiori ed inferiori delle foglie ed i loro gambi sono tutti rivestiti di peli più lunghi e più corti. I picciuoli dei peli più lunghi sono divisi da tramezzi trasversi in otto o nove cellule. La cellula terminale aggrandita è globulare, formando una glandula, che secerne una quantità variabile di materia densa, leggermente viscosa, non acida, giallo brunastra.

Un pezzo di peduncolo di fiore giovane fu prima immerso nell'acqua distillata per 2 ore e 30 minuti ed i peli glandulari non furono punto attaccati. Un altro pezzo che portava venticinque peli corti e nove lunghi, fu diligentemente esaminato. Le glandule degli ultimi non contenevano materia solida o semi solida; e quelli di due soli dei venticinque peli corti contenevano dei globuli. Questo pezzo fu poi immerso per 2 ore in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 109 d'acqua, ed ora le glandule dei venticinque peli più corti, tranne due o tre, contenevano od una massa sferica grande o da due a cinque minori di materia semi solida. Tre delle glandule dei nove peli lunghi racchiudevano egualmente masse simili. In alcuni peli v'erano anche dei globuli nelle cellule immediatamente sotto alle glandule. Guardando tutti i trentaquattro peli non vi poteva esser dubbio che le glandule non avessero assorbito carbonato. Un altro pezzo fu lasciato soltanto per un'ora nella stessa soluzione, ed apparve della materia aggregata in tutte le glandule. Mio figlio Francesco esaminò alcune glandule dei peli più lunghi, che contenevano piccole masse di materia, prima che fossero immerse in alcuna soluzione; e queste

Digitized by Google

masse cangiavano lentamente le loro forme, sicchè consistevano senza dubbio di protoplasma. Egli bagnò poi questi peli per un'ora e 15 minuti, mentre erano sotto al microscopio, con una soluzione d'una parte di carbonato in 218 d'acqua; le glandule non furono percettibilmente eccitate, nè si avrebbe potuto aspettarsi ciò, essendo il loro contenuto già aggregato. Ma nelle cellule dei peduncoli apparvero numerose sfere di materia, quasi incolora, le quali cangiavano le loro forme e lentamente si collegavano; l'aspetto delle cellule era così totalmente mutato ad intervalli successivi di tempo.

Le glandule d'un peduncolo di fiore giovane, dopo essere state lasciate per 2 ore e 45 minuti in una forte soluzione d'una parte di carbonato in 109 d'acqua, contenevano una quantità di masse aggregate, ma se fossero generate dall'azione del sale, io non so. Questo pezzo venne posto di nuovo nella soluzione, sicchè fu immerso in tutto per 6 ore e 15 minuti ed ora vi era un gran cambiamento, poichè quasi tutte le masse sferiche entro le cellule delle glandule erano scomparse, venendo sostituite da materia granulare d'un bruno più carico. L'esperimento fu ripetuto tre volte quasi con lo stesso risultato. In un caso il pezzo restò immerso per 8 ore e 30 minuti, e benchè quasi tutte le masse sferiche fossero cambiate in materia granulare bruna, alcune ne rimanevano ancora. Se le masse sferiche di materia aggregata fossero state prodotte originariamente soltanto da qualche azione chimica o fisica, sembra strano che un'immersione un po' più lunga della stessa soluzione dovesse alterare sì completamente il loro carattere. Ma siccome le masse, che cangiavano lentamente e spontaneamente le loro forme, dovevano consistere di protoplasma vivo, nulla havvi di sorprendente che siano state danneggiate od uccise, e che il loro aspetto sia stato interamente cangiato dalla lunga immersione in una soluzione di carbonato, sì forte quanto quella adoperata. Una soluzione di questa forza paralizza tutti i movimenti nella Drosera, ma non uccide il protoplasma; una soluzione ancora più forte impedisce al protoplasma d'aggregarsi nelle solite masse globulari di prima grandezza, e queste, benchè non si disintegrino, diventano granulari ed opache. In modo quasi eguale, l'acqua troppo calda e certe soluzioni (per esempio, dei sali di soda e potassa) producono dapprima una specie d'aggregazione imperfetta nelle cellule della Drosera, separandosi poi le piccole masse in materia bruna granulare o polposa. Tutti gli esperimenti precedenti furono fatti sui peduncoli di fiore, ma un pezzo d'una foglia fu immerso per 30 minuti in una forte soluzione di carbonato (una parte in 109 d'acqua), ed apparvero piccole masse globulari di materia in tutte le glandule, che prima non contenevano che fluido limpido.

Feci anche parecchi sperimenti sull'azione del vapore di carbonato sulle glandule; ma non riferirò che alcuni casi. L'estremità tagliata del gambo d'una foglia giovane fu protetta con ceralacca e fu poi messa sotto un piccolo vetro a campana, con una grande presa di carbonato. Dopo 10 minuti le glandule mostravano un grado considerevole d'aggregazione, ed il protoplasma, che fodera le cellule dei picciuoli, era un poco separato dalle pareti. Un'altra foglia fu lasciata per 50 minuti collo stesso risultato, tranne che i peli diventarono in tutta la loro lunghezza d'un colore brunastro. In una terza foglia, che fu esposta per un'ora e 50 minuti, v'era molta materia aggregata nelle glandule; e alcune delle masse mostravano segni di separarsi in materia granulare bruna. Questa foglia venne posta di nuovo nel vapore, sicchè fu esposta in tutto per 5 ore e 30 minuti; ed ora, sebbene abbia esaminato un gran numero di glandule, non si trovarono masse aggregate che in due o tre; in tutte le altre, le masse, che prima erano state globulari, erano convertite in materia granulosa bruna ed opaca. Così vediamo che l'esposizione al vapore per un tempo considerevole produce gli stessi effetti che la lunga immersione in una soluzione forte. In ambo i casi vi potrebbe essere appena dubbio che il sale non sia stato assorbito principalmente od esclusivamente dalle glandule.

Digitized by Google

In un altro caso si lasciarono per 24 ore su alcune foglie dei pezzi di fibrina umida, goccie di un'infusione di carne cruda e d'acqua; i peli furono poi esaminati, ma con mia sorpresa non differivano in nessun riguardo da altri, che non erano stati toccati da quei fluidi. La più parte delle cellule racchiudevano però piccole sfere cristalline, immobili, che non parevano consistere di protoplasma, ma, suppongo, di qualche balsamo od olio essenziale.

Pelargonium zonale (varietà orlata di bianco). — Le foglie sono rivestite di numerosi peli pluricellulari; alcuni semplicemente a punta, altri portanti teste glandulari, e molto differenti in lunghezza. Si esaminarono le glandule sopra un pezzo di foglia e si trovarono contenere soltanto fluido limpido; si levò la maggior parte dell'acqua da sotto il vetro che copriva e s'aggiunse una goccia minuta d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 146 d'acqua; se ne diede una dose estremamente piccola. Dopo un intervallo di 3 minuti soltanto v'erano segni d'aggregazione entro le glandule dei peli più corti; e dopo 5 minuti apparvero in tutte molti piccoli globuli d'un bruno pallido; globuli simili, ma più grandi, si trovarono nelle grandi glandule dei peli più lunghi. Dopo che il campione era stato lasciato per un'ora nella soluzione, molti dei globuli minori avevano cangiato le loro posizioni; e due o tre vacuoli o piccole sfere (poichè non so quali fossero) d'una tinta alquanto più oscura apparvero entro alcuni dei globuli più grandi. Si potevano vedere ora dei piccoli globuli in qualcuna delle cellule superiori dei picciuoli, e la fodera protoplasmica era leggermente separata dalle pareti delle cellule inferiori. Dopo 2 ore e 30 minuti dal tempo della prima immersione, i grandi globuli entro le glandule dei peli più lunghi erano convertiti in masse di materia granulare d'un bruno più carico. Quindi da quanto abbiamo veduto nella *Primula sinensis*, c'è poco da dubitare che queste masse non consistessero originariamente di protoplasma vivo.

Una goccia d'una debole infusione di carne cruda fu posta sopra una foglia e dopo 2 ore e 30 minuti si potevano vedere molte sfere entro le glandule. Queste sfere, quando si guardarono nuovamente dopo 30 minuti, avevano cangiato leggermente le loro posizioni e forme, ed una s'era divisa in due; ma i mutamenti non erano proprio eguali a quelli che subisce il protoplasma della Drosera. Inoltre questi peli non erano stati esaminati prima dell'immersione e v'erano sfere simili in qualche glandula che non era stata toccata dall'infusione.

Erica tetralix. — Alcuni lunghi peli glandulari sporgono dai margini delle superficie superiori delle foglie. I picciuoli sono formati di parecchi ordini di cellule e sostengono teste glandulari piuttosto grandi, che secernono materia viscida, da cui vengono presi talvolta, benchè di rado, insetti minuti. Alcune foglie vennero lasciate per 23 ore in una debole infusione di carne cruda e nell'acqua, e si confrontarono poi i peli, ma essi differivano pochissimo o punto. In ambo i casi il contenuto delle cellule sembrava piuttosto più granulare di prima; ma le granulazioni non offrivano alcun movimento. Altre foglie furono lasciate per 23 ore in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua, e qui nuovamente apparve che la materia granulare era aumentata in quantità, ma una tale massa serbava esattamente la stessa forma di prima dopo un intervallo di 5 ore, sicchè è difficile che consistesse di protoplasma vivo. Queste glandule sembrano aver pochissimo o nessun potere d'assorbimento, certamente molto meno di quelle delle piante precedenti.

Mirabilis longiflora. — Gli steli ed ambedue le superficie delle foglie portano peli viscosi. Piante giovani, alte da 12 a 18 pollici nella mia serra, prendevano tanti Ditteri e Coleotteri minuti e tante larve, da esserne proprio impolverate. I peli sono corti, di lunghezze ineguali, formate d'un solo ordine di cellule, sormontate da una cellula aggrandita che secerne materia viscosa. Queste cellule o glandule terminali contengono granulazioni e spesso globuli di materia granulare. Entro

Digitized by Google

una glandula che aveva preso un piccolo insetto, si osservò che una tal massa subiva continui mutamenti di forma, talvolta assumendo l'aspetto di vacuoli. Ma io non credo che questo protoplasma sia stato generato da materia assorbita dall'insetto morto; poichè confrontando parecchie glandule che avevano e non avevano preso insetti, non si potè scorgere ombra di differenza fra loro, e tutte contenevano bella materia granulare. Un pezzo di foglia fu immerso per 24 ore in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua, ma i peli parvero pochissimo stimolati da essa, tranne che forse le glandule erano state rese alquanto più opache. Nella foglia stessa però i grani di clorofilla presso le superficie tagliate erano sfuggiti o s'erano aggregati Nè furono menomamente attaccate le glandule di un'altra foglia dopo un'immersione per 24 in un'infusione di carne cruda; ma il protoplasma che fodera le cellule dei picciuoli s'era ritirato molto dalle pareti. Quest'ultimo effetto poteva essere la conseguenza dell'esosmosi, essendo l'infusione forte. Possiamo perciò concludere che le glandule di questa pianta o non hanno facoltà d'assorbire o che il protoplasma che esse contengono non subisce influenza nè da una soluzione di carbonato d'ammoniaca (e ciò pare appena credibile), nè da un'infusione di carne.

Nicotiana Tabacum. - Questa pianta è coperta d'innumerevoli peli, di lunghezze ineguali, che pigliano molti insetti minuti. I picciuoli dei peli sono divisi da tramezzi trasversi e le glandule secernenti sono formate di molte cellule, contenenti materia verdastra con piccoli globuli d'alcuna sostanza. Si lasciarono delle foglie in un'infusione di carne cruda e nell'acqua per 26 ore, ma non presentavano differenze. Alcune di queste foglie furono poi lasciate per più di 2 ore in una soluzione di carbonato d'ammoniaca, ma non venne prodotto nessun effetto. Mi dispiace che non siano stati provati altri esperimenti con più cura, avendo il sig Schlesing mostrato (1) che le piante di tabacco che subiscono il vapore di carbonato d'ammoniaca cedono, dietro analisi, maggior quantità di nitrogeno d'altre piante non trattate in questo modo; e da quanto abbiamo veduto è probabile che i peli glandulari abbiano assorbito un poco di vapore.

Sommario delle osservazioni sui peli glandulari. — Dalle osservazioni precedenti, abbenchè poche, vediamo che le glandule di due specie di Sassifraghe, d'una *Primula* e d'un *Pelargonium* hanno la facoltà di rapido assorbimento; mentre le glandule di un'*Erica*, d'una *Mirabilis* e d'una *Nicotiana* o non hanno tale facoltà, od il contenuto delle cellule non viene attaccato dai fluidi impiegati, cioè una soluzione di carbonato d'ammoniaca ed un'infusione di carne cruda. Poichè le glandule della *Mirabilis* contengono protoplasma, che non divenne aggregato per l'esposizione ai fluidi suddetti, benchè il contenuto delle cellule nella lamina della foglia venisse molto eccitato dal carbonato d'ammoniaca, possiamo argomentare che esse non possono assorbire. Possiamo inoltre dedurne che gl'innumerevoli insetti pigliati da questa pianta non le sono di maggior utilità di quella che arrecano gli insetti attaccati alle squame viscose e caduche dei bottoni delle foglie del castagno d'India.

(1) *Comptes Rendus*, 15 giugno 1874. Un buon estratto di questo scritto è dato nella *Gardener's Chronicle*, 11 luglio 1874.

Digitized by Google

Il caso più interessante per noi è quello delle due specie di Sassifraga, essendo questo genere lontanamente affine alla Drosera. Le loro glandule assorbono materia da un'infusione di carne cruda, da soluzioni di nitrato e carbonato di ammoniaca, ed evidentemente da insetti putrefatti. Ciò fu mostrato dal cangiato colore fosco purpureo del protoplasma entro le cellule delle glandule, dal suo stato d'aggregazione, ed evidentemente dai suoi più rapidi movimenti spontanei. Il processo d'aggregazione si dilata dalle glandule giù per i picciuoli dei peli; e possiamo presumere che qualunque materia, che viene assorbita, raggiunge alla fine i tessuti della pianta. D'altronde il processo va su per i peli ogni qual volta una superficie viene tagliata ed esposta ad una soluzione di carbonato d'ammoniaca.

Le glandule sui gambi dei fiori e sulle foglie della *Primula sinensis* assorbono presto una soluzione di carbonato d'ammoniaca, ed il protoplasma ch'esse contengono diviene aggregato. In qualche caso videsi il processo passare dalle glandule nelle cellule superiori dei picciuoli. L'esposiziome per 10 minuti al vapore di codesto sale produsse pure aggregazione. Essendo restate delle foglie da 6 a 7 ore in una forte soluzione o lungo tempo esposte al vapore, le piccole masse di protoplasma divennero disintegrate, brune e granulari, e furono evidentemente uccise. Un'infusione di carne cruda non produsse nessun effetto sulle glandule.

Il contenuto limpido delle glandule di *Pelargonium zonale* divenne nebuloso e granulare in 3 a 5 minuti, quando furono immerse in una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca; e nel corso di un'ora apparvero delle granulazioni nelle cellule superiori dei picciuoli. Siccome le masse aggregate cangiavano lentamente le loro forme, e soffrivano disintegrazione quando erano lasciate per un tempo considerevole in una forte soluzione, c'è poco a dubitare non consistessero di protoplasma. È incerto se un'infusione di carne cruda producesse alcun effetto.

I peli glandulari delle piante ordinarie sono stati considerati generalmente dai fisiologi nè più, nè meno come organi secretori od escretori, ma ora sappiamo ch'essi hanno la facoltà, almeno in alcuni casi, d'assorbire tanto una soluzione che il vapore d'ammoniaca. Contenendo l'acqua pluviale una piccola proporzione di ammoniaca, e l'atmosfera una quantità minuta di carbonato, questa facoltà non può mancare d'essere vantaggiosa. Nè il vantaggio può essere sì insignificante come si potrebbe dapprima credere, poichè una pianta moderatamente bella di *Primula sinensis* porta il numero sorprendente di circa due milioni e mezzo di peli glandulari (1), i quali possono tutti assorbire l'ammoniaca ad essi portata

(1) Mio figlio Francesco contò i peli sopra uno spazio misurato mediante un micrometro e trovò che ve ne erano 35,336 sopra un pollice quadrato della pagina superiore di una foglia, e 30,035 sull'inferiore; cioè, nella proporzione circa di 100 sulla pagina superiore ed 85 sull'inferiore. Sopra un pollice quadrato d'ambe le superficie v'erano 65,371 peli. Una pianta discretamente bella che portava dodici foglie (di cui la maggiore aveva un po' più di due pollici di diametro) fu ora trascelta, e l'area di tutte le foglie, insieme ai loro gambi (non compresi i peduncoli fiorali) fu trovata mediante un planimetro essere 39,285 pollici quadrati; sicchè l'area d'ambedue le superficie era 78,57 pollici

Digitized by Google

dalla pioggia. È inoltre probabile che le glandule di qualcuna delle su nominate piante ottengano materia animale dagli insetti, che restano talvolta imbarazzati dalla secrezione viscosa.

OSSERVAZIONI CONCLUSIONALI SULLE DROSERACEE

I sei generi conosciuti, componenti questa famiglia, sono stati ora descritti in rapporto all'attuale nostro soggetto, per quanto i miei mezzi l'hanno permesso. Essi pigliano tutti degl'insetti. Ciò viene effettuato dal *Drosophyllum*, dalla *Roridula* e dalla *Byblis* soltanto col fluido viscido secreto dalle loro glandule; dalla Drosera cogli stessi mezzi uniti ai movimenti dei tentacoli; dalla Dionea e dalla Aldrovanda chiudendo le lamine della foglia. In questi due ultimi generi il movimento rapido compensa la mancanza di secrezione viscosa. In ogni caso v'è qualche parte della foglia che si muove. Nell'Aldrovanda sembrano essere le parti basali sole che si contraggono e portano seco i margini larghi e sottili dei lobi. Nella Dionea l'intero lobo, ad eccezione dei prolungamenti o setole marginali, si curva verso l'interno, sebbene la principale sede del movimento sia presso la costa di mezzo. Nella Drosera la sede principale è nella parte inferiore dei tentacoli, i quali, omologamente, possono venir considerati come prolungamenti della foglia; ma l'intera lamina s'arriccia spesso verso l'interno, convertendo la foglia in uno stomaco temporario.

Si può appena dubitare che tutte le piante appartenenti a questi sei generi non abbiano la facoltà di disciogliere materia animale per mezzo della loro secrezione, la quale contiene un acido unito ad un fermento di natura quasi identica alla pepsina; e che non assorbano dipoi la materia così digerita. La cosa è certamente così quanto alla Drosera, al *Drosophyllum* ed alla Dionea; probabilmente così quanto all'Aldrovanda; e, per analogia, molto probabilmente quanto alla *Roridula* ed alla *Byblis*. Possiamo così comprendere come sia che i tre primi generi sono provveduti di radici sì piccole, e che l'Aldrovanda è affatto priva di radici; quanto alle radici degli altri due generi nulla è noto. È senza dubbio un fatto sorprendente che un intero gruppo di piante (e, come tosto vedremo, alcune altre piante non affini alle Droseracee) si nutrano in parte digerendo materia animale, ed in parte decomponendo acido carbonico, anzichè con quest'ultimo mezzo esclusivamente, insieme all'assorbimento di materia dal suolo mediante le radici. Abbiamo però

quadrati. Così la pianta (esclusi i peduncoli fiorali) deve aver portato il meraviglioso numero di 2,568.099 peli glandulari. I peli furono contati in autunno avanzato, e la primavera seguente (maggio) le foglie d'alcune altre piante della stessa sorte furono trovate essere da un terzo ad un quarto più larghe e più lunghe di prima; sicchè i peli glandulari erano aumentati senza dubbio di numero, e probabilmente sorpassavano ora di molto i tre milioni.

Digitized by Google

un caso egualmente anomalo nel regno animale; i crostacei rizocefali non si cibano come gli altri animali colla loro bocca, poichè sono mancanti d'un canale alimentare; ma vivono assorbendo mediante processi simili alle radici i succhi degli animali, su cui vivono parassiticamente (1).

Dei sei generi, la Drosera è riuscita incomparabilmente meglio delle altre nella lotta per la vita; ed una gran parte della sua riuscita si può attribuire al suo modo di pigliare insetti. È una forma dominante, poichè si crede comprenda circa 100 specie (2), che nel Mondo Vecchio sono disposte dalle regioni artiche all'India meridionale, al Capo di Buona Speranza, a Madagascar ed all'Australia; e nel Mondo Nuovo dal Canadà alla Terra del Fuoco. In questo riguardo presenta un contrasto marcato cogli altri cinque generi, che appariscono essere gruppi difettosi. La Dionea non comprende che una sola specie, ed è confinata in un distretto della Carolina. Le tre varietà o specie strettamente affini d'Aldrovanda, pari a tante piante acquatiche, hanno una larga diffusione dalla Europa centrale al Bengala ed all'Australia. Il *Drosophyllum* non comprende che una specie, confinata nel Portogallo e nel Marocco. La *Roridula* e la *Byblis* hanno ciascuna (come apprendo dal prof. Oliver) due specie; la prima confinata nelle parti occidentali del Capo di Buona Speranza, e l'altra in Australia. È un fatto strano che la Dionea, che è una delle piante meglio disposte nel regno vegetale, sia evidentemente in via di estinguersi. Ciò è tanto più strano essendo gli organi della Dionea in grado più alto caratterizzati e distinti da quelli della Drosera; i suoi filamenti servono esclusivamente come organi del tatto, i lobi per pigliare insetti, e le glandule, quando sono eccitate, per secernere, come pure per assorbire; mentre nella Drosera le glandule servono a tutti questi scopi e secernono senza essere eccitate.

Confrontando la struttura delle foglie, il loro grado di complicazione, e le loro parti rudimentali nei sei generi, siamo tratti ad argomentare che la loro forma comune originaria partecipasse dei caratteri del *Drosophyllum*, della *Roridula* e della *Byblis*. Le foglie di questa forma antica erano quasi certamente lineari, forse divise, e portavano sulle loro pagine superiori ed inferiori delle glandule

(1) Fritz Müller, *Fatti per Darwin*, trad. ing., 1869, p. 139. I crostacei rizocefali sono affini ai cirripedi. È appena possibile immaginare una differenza maggiore di quella tra un animale con membra atte ad afferrare, una bocca ben costruita ed un canale alimentare, ed uno mancante di tutti questi organi e che si nutre assorbendo mediante processi ramificantisi simili alle radici. Se un cirripede raro, l'*Anelasma squalicola*, si fosse estinto, sarebbe stato molto difficile supporre come poteva essersi effettuato gradatamente un mutamento sì enorme. Ma, come osserva Fritz Müller, abbiamo nell'*Anelasma* un animale in istato quasi esattamente intermedio, giacchè esso ha processi simili a radici internati nella pelle del pesce cane su cui esso è parassitico, ed i suoi cirri per afferrare e la sua bocca (come è descritto nella mia monografia sulle *Lepadidae*, *Ray Soc.*, 1851, p. 169) sono nello stato più debole e quasi rudimentale. Il dott. R. Kossmann ha dato un'interessantissima discussione su questo soggetto nel suo *Suctoria et Lepadidae*, 1873. Vedi anche dott. Dohrn, *Der Ursprung der Wirbelthiere*, 1875, p. 77.

(2) Bentham e Hooker, *Genera Plantarum*. L'Australia è la metropoli del genere, essendo state descritte quarantuna specie provenienti da quel paese, come mi fa noto il prof. Oliver.

Digitized by Google

che avevano la facoltà di secernere e d'assorbire. Alcune di queste glandule erano montate su picciuoli, ed altre erano quasi sessili; queste non secernevano che quando venivano stimolate dall'assorbimento di materia nitrogenata. Nella *Byblis* le glandule consistono d'un solo strato di cellule, sostenute sopra un picciuolo, unicellulari; nella *Roridula* hanno una struttura più complessa, e sono sostenute su picciuoli formati di parecchi ordini di cellule; nel *Drosophyllum* racchiudono inoltre cellule spirali ed i picciuoli contengono un fascio di vasi spirali. Ma in questi tre generi questi organi non possedono alcun potere di movimento, e non v'è ragione per dubitare che non siano della natura di peli o tricomi. Sebbene in esempi innumerevoli gli organi fogliari si muovano quando sono eccitati, non si conosce nessun caso d'un tricoma che abbia tal potere (1). Siamo così tratti ad investigare come i così detti tentacoli della Drosera, che sono manifestamente della stessa natura in generale dei peli glandulari dei tre suddetti generi, possano aver acquistata la facoltà di muoversi. Molti botanici sostengono che questi tentacoli consistono di prolungamenti della foglia, perchè contengono tessuto vascolare, ma questa non si può più considerare come una distinzione degna di fede (2). La possessione di potere di muoversi dietro eccitamento sarebbe stata prova più sicura. Ma quando consideriamo il grande numero di tentacoli su ambe le superficie delle foglie di *Drosophyllum*, e sulla superficie superiore delle foglie di Drosera, sembra appena possibile che ciascun tentacolo sia esistito in origine come un prolungamento della foglia. La *Roridula* forse ci mostra come possiamo conciliare queste difficoltà rispetto alla natura omologa dei tentacoli. Le divisioni laterali delle foglie di questa pianta terminano in lunghi tentacoli; e questi racchiudono vasi spirali, che non si stendono che per un breve tratto su per essi, senza veruna linea di demarcazione fra ciò che è chiaramente il prolungamento della foglia ed il picciuolo d'un pelo glandulare. Non vi sarebbe perciò nulla d'irregolare o di insolito nell'acquistare le parti basali di questi tentacoli (che corrispondono ai marginali della Drosera) il potere di movimento; e noi sappiamo che nella Drosera è soltanto la parte inferiore che s'incurva. Ma per comprendere come in questo ultimo genere non solo i tentacoli marginali, ma tutti gl'interni siano divenuti capaci di movimento, dobbiamo inoltre presumere, o che per il principio di sviluppo correlativo questo potere sia stato trasportato alle parti basali dei peli, o che la superficie della foglia sia stata prolungata all'insù in punte numerose, in modo da unirsi ai peli, formando così le basi dei tentacoli interni.

I tre su nominati generi, cioè il *Drosophyllum*, la *Roridula* e la *Byblis*, che appariscono aver conservato uno stato primordiale, portano ancora peli glandulari

(1) SACHS, *Traité de Bot.*, 3ª ediz., 1874, p. 1020.

(2) Dott WARMING, *Sur la différence entre les Trichomes*, Copenaghen, 1873, p. 6. *Extrait des Videnskabelige Meddelelser de la Soc. d'Hist. nat. de Copenhague*, nos. 10-12, 1872.

Digitized by Google

su ambe le superficie delle loro foglie; ma quelli sulla superficie inferiore sono da allora scomparsi nei generi sviluppati in più alto grado, coll'eccezione parziale di una specie, la *Drosera binata*. Le piccole glandule sessili sono pure scomparse in alcuni generi, essendo rimpiazzate nella *Roridula* da peli, e nella maggior parte delle specie di Drosera da papille assorbenti. La *Drosera binata* colle due foglie lineari e biforcate, è in uno stato intermedio. Essa porta ancora delle glandule sessili su ambe le pagine delle foglie, e su quella inferiore alcuni tentacoli posti irregolarmente, i quali sono inabili al movimento. Un leggiero cambiamento ulteriore convertirebbe le foglie lineari di quest'ultima specie nelle foglie oblunghe della *Drosera anglica*, e queste potrebbero facilmente passare in orbicolari con gambi simili a quelli della *Drosera rotundifolia*. I gambi di quest'ultima specie portano peli pluricellulari, che abbiamo buona ragione per credere rappresentino tentacoli abortiti.

La forma primitiva della Dionea e dell'Aldrovanda sembra esser stata strettamente affine alla Drosera, e d'aver avute foglie arrotondate, sostenute su gambi distinti e fornite di tentacoli tutto intorno alla periferia, con altri tentacoli e glandule sessili sulla superficie superiore. Credo ciò perchè le setole marginali della Dionea rappresentano evidentemente i tentacoli marginali estremi della Drosera, mentre i sei (talvolta otto) filamenti sensitivi, come pure quelli più numerosi nell'Aldrovanda, rappresentano i tentacoli centrali della Drosera colle loro glandule abortite, ma la loro sensitività conservata. Sotto questo punto di vista dovremmo ricordarci che le sommità dei tentacoli della Drosera, subito sotto alle glandule, sono sensitive.

I tre caratteri più notevoli posseduti dai diversi membri delle Droseracee consistono nell'aver le foglie d'alcune la facoltà di movimento quando sono eccitate, nel secernere le loro glandule un fluido che digerisce materia animale, e nell'assorbire esse la materia digerita. Puossi gettare alcuna luce sulle fasi per le quali furono gradatamente acquistate queste facoltà rimarchevoli?

Essendo le pareti delle cellule necessariamente permeabili ai fluidi, per lasciar secernere le glandule non è sorprendente che esse lascino passar dentro dei fluidi, e questo passaggio nell'interno meriterebbe d'esser chiamato un atto d'assorbimento, se i fluidi si combinassero col contenuto delle glandule. Giudicando dalla prova su riferita le glandule secernenti di molte altre glandule possono assorbire dei sali d'ammoniaca, di cui devono ricevere piccole quantità dalla pioggia. Questo è il caso di due specie di Sassifraga e le glandule d'una di esse assorbono evidentemente materia da insetti pigliati, e certamente da un'infusione di carne cruda. Nulla v'è perciò d'irregolare nell'avere le Drosere acquistato il potere di assorbire in un grado molto più altamente sviluppato.

È un problema assai più notevole come i membri di questa famiglia e la *Pinguicula* e, come ha recentemente mostrato il dott. Hooker, la *Nepenthes*, possano

Digitized by Google

avere acquistato il potere di secernere un fluido che discioglie o digerisce materia animale. I sei generi delle Droseracee hanno probabilmente ereditato questa facoltà da un progenitore comune, ma ciò non si può applicare alla *Pinguicula* od alla *Nepenthes*, giacchè queste piante non sono punto strettamente affini alle Droseracee. Ma la difficoltà non è proprio sì grande come a prima giunta sembra. In primo luogo i succhi di molte piante contengono un acido, ed evidentemente qualunque acido serve per la digestione. In secondo luogo, come ha osservato il dott. Hooker rapporto al presente argomento, nel suo indirizzo a Belfast (1874), e come Sachs sostiene replicatamente (1), gli embrioni d'alcune piante secernono un fluido che discioglie sostanze albuminose estratte dall'endosperma; sebbene l'endosperma non sia veramente unito all'embrione, ma soltanto in contatto con esso. Tutte le piante inoltre hanno la facoltà di disciogliere sostanze albuminose o proteiche, come protoplasma, clorofilla, glutine, aleurone, e di portarle da una parte ad altre parti dei loro tessuti. Ciò dev'essere effettuato da un solvente, che consiste probabilmente in un fermento unito ad un acido (2). Ora, nel caso di piante che possono assorbire materia già solubile da insetti presi, benchè incapaci di vera digestione, il solvente or ora accennato, il quale deve essere talvolta presente nelle glandule, sarebbe atto a traspirare dalle glandule insieme alla secrezione viscida, perchè l'endosmosi è accompagnata da esosmosi. Se mai tale traspirazione avesse luogo, il solvente agirebbe sulla materia animale contenuta entro gli insetti pigliati, e questo sarebbe un atto di vera digestione. Non potendosi dubitare che questo processo non sarebbe d'alta utilità alle piante che crescono in suolo povero, avrebbe disposizione a venir perfezionato mediante elezione naturale. Perciò qualunque pianta ordinaria avente glandule viscose, che talvolta presero insetti, potrebbe essere così convertita, in circostanze favorevoli, in una specie capace di vera digestione. Cessa quindi d'essere un grande mistero, come parecchi generi di piante, in nessuna guisa strettamente affini fra loro, abbiano acquistato indipendentemente questa stessa facoltà.

Esistendo parecchie piante, le cui glandule non possono, per quanto è noto, digerire materia animale, tuttavia possono assorbire sali d'ammoniaca e fluidi animali, è probabile che quest'ultimo potere formi il primo stadio verso quello della digestione. Potrebbe accadere però, in certe condizioni, che una pianta, dopo aver acquistata la facoltà di digerire, degenerasse in una capace soltanto d'assorbire materia animale in soluzione, od in uno stato di corruzione, od i prodotti finali della putrefazione, cioè i sali d'ammoniaca. Apparirebbe che ciò è in fatto

(1) *Traité de Bot.*, 3ª ediz., 1874, p. 844. Vedi anche per i fatti seguenti le pp. 64, 76, 828, 831.

(2) Dopo che questo periodo era stato scritto, ho ricevuto uno scritto da Gorup Besanez (*Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft*, Berlino 1874, p. 1478), il quale, coll'aiuto del dott. H. Will, ha effettivamente fatta la scoperta che i semi della veccia contengono un fermento, che, quando è estratto dalla glicerina, discioglie sostanze albuminose, come fibrina, e le converte in veri peptoni.

Digitized by Google

accaduto in parte alle foglie dell'Aldrovanda, le cui parti esterne possedono organi assorbenti, ma non glandule adattate per la secrezione d'alcun fluido digestivo, essendo esse limitate alle parti interne.

Si può gettare poca luce sull'acquisizione graduata del terzo carattere notevole posseduto dai generi di Droseracee sviluppati in più alto grado, cioè il potere di movimento, quando vengono eccitati. Si dovrebbe però ricordarsi che le foglie ed i loro omologhi, come pure i peduncoli dei fiori, hanno ottenuto, in esempi innumerevoli, questa facoltà indipendentemente da eredità, da alcuna forma originaria comune; per esempio, in quelle che portano pampini e quelle che si arrampicano colle foglie (cioè, piante colle loro foglie, coi loro pezioli e peduncoli dei fiori, ecc. modificati per afferrare), appartenenti ad un gran numero degli ordini più largamente distinti, — nelle foglie delle molte piante che presentano il sonno notturno, o si muovono allorquando vengono toccate, — e negli stami e pistilli irritabili di non poche specie. Possiamo perciò arguire che il potere di movimento può in qualche modo essere prontamente acquistato. Tali movimenti implicano irritabilità e sensitività, ma, come ha osservato Cohn (1), i tessuti delle piante così dotate non differiscono in alcun modo distinto da quelli di piante ordinarie; è probabile perciò che tutte le foglie siano in grado leggiero irritabili. Anche se un insetto scende sopra una foglia, è probabilmente trasmesso un leggiero cambiamento molecolare a qualche distanza attraverso al suo tessuto, colla sola differenza che non vien prodotto alcun effetto percettibile. Abbiamo qualche prova in favore di questa opinione, giacchè sappiamo che un solo tocco sulle glandule della Drosera non eccita incurvamento, ma tuttavia deve produrre qualche effetto, poichè se le glandule sono state immerse in una soluzione di canfora, l'inflessione ha luogo entro un tempo più breve che se fosse seguita per gli effetti della sola canfora. Così pure colla Dionea, le lamine nel loro stato ordinario possono venire rozzamente toccate senza che si chiudano; eppure devesi produrre così qualche effetto che è trasmesso attraverso l'intera foglia, poichè se le glandule hanno assorbito di recente della materia animale, anche un tocco delicato le fa chiudere sull'istante. Insomma, possiamo conchiudere che l'acquisizione per parte di certi generi di Droseracee, d'un alto grado di sensitività e del potere di movimento, non presenta difficoltà maggiore di quella presentata dalle facoltà simili ma più deboli d'una moltitudine d'altre piante.

La natura speciale della sensitività posseduta dalla Drosera e dalla Dionea, e da certe altre piante, merita bene attenzione. Una glandula di Drosera può venir

(1) Vedi l'estratto della sua memoria sui tessuti contrattili delle piante, negli *Annals and Mag. of Nat. Hist*, 3ª serie, vol. XI, p. 188.

Digitized by Google

percossa fortemente una, due o persino tre volte, senza che sia prodotto verun effetto, mentre la pressione continuata d'una particella estremamente minuta eccita movimento. D'altro canto, una particella molte volte più pesante può venir delicatamente posta sopra uno dei filamenti della Dionea con nessun effetto; ma se vien toccata soltanto una volta dal lento movimento d'un pelo delicato, i lobi si chiudono; e questa differenza nella natura della sensitività di queste due piante si adatta evidentemente al loro modo di pigliare insetti. Così pure s'adatta il fatto, che, quando le glandule centrali della Drosera assorbono materia nitrogenata, trasmettono un impulso motore ai tentacoli esterni molto più presto di quando vengono irritate meccanicamente; mentre nella Dionea l'assorbimento di materia nitrogenata fa comprimere insieme i lobi con estrema lentezza, invece un tocco eccita rapido movimento. Casi alquanto analoghi si possono osservare, come ho mostrato in un'altra Opera sui cirri di varie piante; alcuni essendo eccitati in sommo grado dal contatto di sottili fibre, altri dal contatto di setole, altri da una superficie piatta o concava. Gli organi sensitivi della Drosera e della Dionea sono pure speciali, in modo da non venire inutilmente eccitate dal peso o dall'urto di goccie di pioggia o da soffi d'aria. Di ciò si può rendersi ragione supponendo che queste piante ed i loro progenitori siano cresciuti abituandosi all'azione ripetuta della pioggia e del vento, sicchè nessun cambiamento molecolare viene così prodotto; mentre sono state rese più sensitive mediante elezione naturale all'urto od alla pressione più rara di corpi solidi. Benchè l'assorbimento fatto dalle glandule della Drosera di vari fluidi, ecciti movimento, v'è una gran differenza nell'azione di fluidi affini; per esempio, fra certi acidi vegetali, e fra il citrato ed il fosfato di ammoniaca. La natura e perfezione speciali della sensitività in queste due piante è ancora più maravigliosa, poichè niuno suppone abbiano nervi; e provando la Drosera con parecchie sostanze che agiscono potentemente sul sistema nervoso degli animali, non appare che racchiudano alcuna materia diffusa analoga al tessuto nervoso.

Sebbene le cellule della Drosera e della Dionea siano proprio altrettanto sensitive a certi stimolanti come i tessuti che circondano le terminazioni dei nervi negli animali superiori, pure queste piante sono inferiori persino ad animali posti in basso della scala, non essendo attaccate che da stimolanti in contatto colle loro parti sensitive. Esse sarebbero però probabilmente attaccate da calorico raggiante; giacchè l'acqua calda eccita movimento energico. Quando una glandula di Drosera od uno dei filamenti di Dionea viene eccitato, l'impulso motore s'irradia in tutte le direzioni, e non è, come quando si tratta di animali, rivolto verso punti od organi speciali. — Ciò si applica anche nel caso della Drosera quando qualche sostanza eccitante è stata posta su due punti del disco, e quando i tentacoli tutto all'intorno s'incurvano con precisione maravigliosa verso i due punti. La maniera con cui viene trasmesso l'impulso motore, benchè rapida nella Dionea, è molto

Digitized by Google

più lenta che nella più parte od in tutti gli animali. Questo fatto, come pure il non essere l'impulso motore diretto specialmente a certi punti, sono senza dubbio la conseguenza dell'assenza di nervi. Nondimeno vediamo nella Drosera forse il rudimento della formazione nervea degli animali, nell'essere la trasmissione dell'impulso motore tanto più rapida giù per lo spazio confinato entro i suoi tentacoli che altrove, ed alquanto più rapido attraverso il disco in direzione longitudinale che in trasversale. Queste piante mostrano ancora più chiaramente la loro inferiorità rispetto agli animali nella mancanza d'alcuna azione riflessa, tranne per quanto concerne le glandule della Drosera, le quali, quando sono eccitate da qualche distanza, rimandano dell'influenza, che fa aggregare il contenuto delle cellule, fino alle basi dei tentacoli. Ma l'inferiorità massima è la mancanza d'un organo centrale, atto a ricevere le impressioni da tutti i punti, per trasmettere i loro effetti in alcuna direzione determinata, conservarli e riprodurli.

Digitized by Google

Digitized by Google

CAPITOLO XVI.

PINGUICULA

Pinguicula vulgaris. — Struttura delle foglie. — Numero d'insetti ed altri oggetti presi. — Movimento dei margini delle foglie. — Usi di questo movimento. — Secrezione, digestione ed assorbimento. — Azione della secrezione su varie sostanze animali e vegetali. — Effetti delle sostanze non contenenti materia nitrogenata solubile sulle glandule. — *Pinguicula grandiflora.* — *Pinguicula lusitanica*, piglia insetti. — Movimento delle foglie, secrezione e digestione.

PINGUICULA VULGARIS

Questa pianta cresce in siti umidi, generalmente sulle montagne. Porta in media otto foglie d'un verde chiaro, piuttosto grosse, oblunghe, le quali hanno gambo cortissimo. Una foglia di piena grandezza è lunga circa un pollice e mezzo e larga 3/4 di pollice. Le giovani foglie centrali sono profondamente concave e sporgono all'insù; le vecchie verso l'esterno sono piatte e convesse e giaciono presso al suolo, formando una rosetta di 3 a 4 pollici di diametro. I margini delle foglie sono incurvati. Le loro pagine superiori sono densamente coperte da due file di peli glandulari, differenti nella grandezza delle glandule e nella lunghezza dei loro picciuoli. Le glandule maggiori vedute dal disopra hanno un contorno circolare e sono di moderata grossezza; sono divise da partizioni raggianti in sedici cellule contenenti fluido verde chiaro, omogeneo. Sono sostenute da picciuoli allungati, unicellulari (contenenti un nucleo con un nucleolo), i quali stanno su leggere prominenze. Le piccole glandule differiscono soltanto nell'essere formate di circa metà del numero di cellule, contenenti fluido molto più pallido e nell'essere sostenute su picciuoli molto più corti. Vicino alla costola di mezzo, verso la base della foglia, i picciuoli sono pluricellulari, più lunghi che altrove, e portano glandule minori. Tutte le glandule secernono un fluido incoloro, che è sì viscoso, che io ne ho veduto un filo sottile tirato ad una lunghezza di 18 pollici; ma il fluido in questo caso era stato secreto da una glandula che si era eccitata. Il margine della foglia è trasparente e non porta glandule; e qui i vasi spirali, procedenti dalla costa di mezzo, terminano in cellule segnate da una linea spirale alquanto simile a quelle entro alle glandule della Drosera.

Digitized by Google

Le radici sono corte. Tre piante furono scavate dal suolo in North Wales il 20 giugno, ed accuratamente lavate; ciascuna portava cinque o sei radici non ramificate, di cui la più lunga era soltanto 1,2 di pollice. Due piante piuttosto giovani furono esaminate il 28 settembre, queste avevano maggior numero di radici, cioè otto e diciotto, tutte lunghe meno di 1 pollice e pochissimo ramificate.

Fui tratto ad investigare i costumi di questa pianta, essendomi stato detto dal sig. W. Marshall che sulle montagne del Cumberland molti insetti si attaccano alle foglie.

Un amico mi mandò al 23 di giugno trentanove foglie da North Wales, le quali erano state trascelte avendo attaccati ad esse oggetti di qualche specie. Di queste foglie trentadue avevano pigliato 142 insetti, od in media 4,4 per foglia, senza contare i frammenti minuti d'insetti. Oltre agl'insetti, a diciannove delle foglie erano attaccate foglioline appartenenti a quattro differenti specie di piante, delle quali foglioline quelle d'*Erica tetralix* erano di gran lunga le più comuni, e tre minute pianticelle soffiate dal vento. Una aveva preso non meno di dieci foglie d'*Erica*. Semi o frutta, comunemente di *Carex* ed uno di *Juncus*, oltre a pezzi di musco ed altre immondizie, erano parimenti attaccati a sei delle trentanove foglie. Lo stesso amico, al 27 di giugno, raccolse nove piante che portavano settantaquattro foglie, e tutte, tranne tre giovani, avevano pigliati insetti; si contarono trenta insetti sopra una foglia, diciotto su d'una seconda, e sedici su d'una terza. Un altro amico esaminò al 22 agosto delle piante a Donegal, Irlanda, e di 157 foglie trovò insetti su 70; quindici di queste foglie mi furono mandate, ciascuna aveva preso in media insetti 2,4. A nove di esse erano attaccate delle foglie (per lo più d'*Erica tetralix*); ma esse erano state specialmente trascelte per quest'ultima ragione. Posso aggiungere che sul principio d'agosto mio figlio trovò delle foglie di questa stessa *Erica* e le frutta d'un Carice sulle foglie d'una *Pinguicula* in Svizzera, probabilmente *Pinguicula alpina;* anche degl'insetti, ma non in gran numero, erano attaccati alle foglie di questa pianta, che aveva radici molto meglio sviluppate di quelle della *Pinguicula vulgaris*. Nel Cumberland il signor Marshall esaminò diligentemente per me il 3 settembre dieci piante, che portavano ottanta foglie; e su sessantatre di queste (cioè su 79 per cento) trovò insetti in numero di 143, sicchè ogni foglia aveva una media di insetti 2,27. Alcuni giorni più tardi mi mandò delle piante con sedici semi o frutta attaccate a quattordici foglie. V'era un seme su tre foglie della stessa pianta. I sedici semi appartenevano a nove specie differenti, che non si poterono riconoscere, tranne uno di *Ranunculus*, e parecchi appartenenti a tre o quattro specie distinte di *Carex*. Sembra che vengano presi meno insetti sulla fine che in principio dell'anno; così nel Cumberland alla metà di luglio s'osservarono da venti a ventiquattro insetti, laddove in principio di settembre il numero medio era solamente 2,27. La maggior parte degl'insetti, in tutti i casi precedenti, erano Ditteri, ma con molti Imenotteri minuti, comprendendo alcune formiche, alcuni pochi Coleotteri, larve, ragni ed anche piccole tignuole.

Vediamo così che le foglie viscose pigliano numerosi insetti ed altri oggetti; ma non abbiamo nessun diritto d'arguire da questo fatto che quest'abitudine sia più vantaggiosa per la pianta di quello che nel caso riferito indietro della *Mirabilis* o del castagno d'India. Ma si vedrà or ora che insetti morti ed altri corpi nitro-

Digitized by Google

genati eccitano le glandule ad aumentare la secrezione; e che la secrezione allora diventa acida e ha il potere di digerire sostanze animali, come albume, fibrina, ecc. Inoltre la materia nitrogenata disciolta viene assorbita, com'è dimostrato dal loro contenuto limpido che s'aggrega in masse granulari di protoplasma, che si muove lentamente. Gli stessi risultati seguono quando gl'insetti vengono presi naturalmente, e poichè la pianta vive in suolo povero ed ha piccole radici, non vi può esser dubbio ch'essa non profitti della sua facoltà d'assorbire e di digerire materia dalla preda ch'essa piglia abitualmente in quantità sì grandi. Pertanto sarà dapprima opportuno descrivere i movimenti delle foglie.

Movimenti delle foglie. — Che foglie grandi e grosse come quelle della *Pinguicula vulgaris* abbiano facoltà d'incurvarsi internamente, quando sono eccitate, non è stato neppur mai sospettato. È necessario scegliere per gli esperimenti foglie le cui glandule secernano liberamente, ed a cui si abbia impedito di pigliare molti insetti, poichè foglie vecchie, almeno quelle che crescono allo stato di natura, hanno i loro margini già tanto arricciati verso l'interno, che presentano poca forza di movimento o si muovono molto lentamente. Darò dapprima in dettaglio i più importanti esperimenti fatti e farò poscia alcune osservazioni conclusionali.

Esperimento 1. — Si scelse una foglia giovane e quasi ritta, coi suoi orli laterali incurvati egualmente e molto leggermente. Una fila di piccole mosche venne posta lungo un margine. Allorchè venne guardata il giorno seguente, dopo 15 ore, questo margine, ma non l'altro, fu trovato piegato internamente, come l'elice dell'orecchio umano, fino alla larghezza d'$^1/_{10}$ di pollice, in modo da posare in parte sulla fila di mosche (fig. 15). Le glandule, su cui stavano le mosche, nonchè quelle sul margine ripiegato, che era stato portato in contatto colle mosche, secernevano tutte copiosamente.

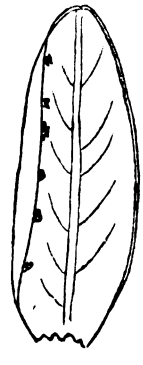

Fig. 15.
Pinguicula vulgaris.
Contorno della foglia col margine sinistro incurvato sopra una fila di piccole mosche.

Esperimento 2. — Una fila di mosche fu messa sopra un margine d'una foglia piuttosto vecchia, che giaceva piatta sul suolo; ed in questo caso il margine, dopo lo stesso intervallo di prima, cioè 15 ore, non aveva che appena cominciato ad arricciarsi verso l'interno; ma era stata emessa tanta secrezione che la sommità della foglia, in forma di cucchiaio, n'era riempita.

Esperimento 3. — Frammenti d'una mosca grande furono posti presso all'apice d'una foglia vigorosa, come pure lungo mezzo margine. Dopo 4 ore e 20 minuti v'era incurvamento deciso, che aumentò un poco durante il pomeriggio, ma era nello stato medesimo il mattino seguente. Presso all'apice ambo i margini erano incurvati verso l'interno. Non ho mai veduto un caso in cui l'apice s'incurvi menomamente verso la base della foglia. Dopo 48 ore (sempre calcolando da quando le mosche erano state messe sulla foglia) il margine aveva cominciato a piegarsi dapertutto.

Esperimento 4. — Un grande frammento d'una mosca venne messo sopra una foglia, in una linea media, un po' sotto l'apice. Ambo i margini laterali s'incurvarono percettibilmente in 3 ore e dopo 4 ore e 20 minuti erano incurvati talmente che il frammento era da essi abbracciato. Dopo 24 ore i due orli piegati vicino all'apice (giacchè la parte inferiore della foglia non

Digitized by Google

era punto eccitata) furono misurati e trovati 0,11 di pollice (millimetri 2,795) distanti fra loro. La mosca venne ora levata, e si versò una corrente d'acqua sulla foglia in modo da lavarne la superficie; e dopo 24 ore i margini erano l'un dall'altro distanti 0,25 di pollice (millim. 6,349), sicchè s'erano grandemente spiegati. Dopo 24 altre ore erano spiegati completamente. Un'altra mosca fu quindi posta sullo stesso posto per vedere se questa foglia, su cui la prima mosca era stata lasciata 24 ore, si muoverebbe un'altra volta; dopo 10 ore v'era una traccia di incurvamento, ma questo non aumentò durante le 24 ore seguenti. Si pose anche un pezzo di carne sul margine d'una foglia, che quattro giorni prima s'era incurvata fortemente sopra un frammento d'una mosca e s'era poi ri-tesa; ma la carne non cagionò neppure traccia d'incurvamento. Al contrario, il margine diventò alquanto riflesso, come se fosse stato danneggiato, e così rimase per i tre giorni seguenti, fintanto che fu osservato.

Fig. 16.
Pinguicula vulgaris.
Contorno d'una foglia col margine a destra incurvato contro due pezzi quadrati di carne.

Esperimento 5. — Un grande frammento d'una mosca fu posta a metà fra l'apice e la base d'una foglia e fra la costa di mezzo ed un margine. Un breve spazio di questo margine, dirimpetto alla mosca, mostrava una traccia d'incurvamento dopo 3 ore, e questo divenne fortemente pronunciato in 7 ore. Dopo 24 ore l'orlo piegato era solamente 0,16 di pollice (millimetri 4,064) dalla costa di mezzo. Il margine cominciò ora spiegarsi, benchè la mosca fosse lasciata sulla foglia; sicchè la mattina dopo (cioè 48 ore da quando s'era dapprima posta la mosca) l'orlo piegato aveva ricuperato quasi completamente la sua posizione originale, essendo ora distante dalla costa di mezzo 0,3 di pollice (millimetri 7,62) invece di 0,16. Una traccia di flessione era però ancora visibile.

Esperimento 6. — Si scelse una foglia giovane e concava coi suoi margini leggermente e naturalmente incurvati. Due pezzi piuttosto grandi, oblunghi, rettangolari di carne arrosta furono collocati in modo che le loro estremità toccassero l'orlo piegato, e 0,46 di pollice (millim. 11,68) distanti l'un dall'altro. Dopo 24 ore il margine era grandemente ed egualmente incurvato (vedi fig. 16) lungo tutto questo spazio, e per un tratto di 0,12 o 0,13 di pollice (millimetri 3,048 o 3,302) al disopra e al disotto di ciascun pezzo; sicchè il margine era stato attaccato sopra un tratto maggiore fra i due pezzi, in causa della loro azione congiunta, che al di là di essi. I pezzi di carne erano troppo grandi per venir abbracciati dal margine, ma vennero alzati, in modo che uno di essi stava quasi verticalmente. Dopo 48 ore il margine era quasi spiegato, ed i pezzi si erano riabbassati. Quando s'esaminò di nuovo dopo due giorni, il margine era interamente spiegato, ad eccezione dell'orlo incurvato per natura; ed uno dei pezzi di carne, l'estremità del quale aveva dapprima toccato l'orlo, era adesso da esso distante 0,067 di pollice (millimetri 1,70); sicchè questo pezzo era stato così spinto lontano attraverso la lamina della foglia.

Esperimento 7. — Un pezzo di carne fu posto rasente l'orlo incurvato d'una foglia piuttosto giovane, e dopo che essa si ri-tese, il pezzo restava a 0,11 di pollice (millimetri 2,795) dall'orlo. La distanza dall'orlo alla costa di mezzo della foglia completamente dilatata era 0,35 di pollice (millimetri 8.89), sicchè il pezzo era stato spinto internamente ed attraverso quasi un terzo del suo semi-diametro.

Esperimento 8. — Cubi di spugna, imbevuti in una forte infusione di carne cruda, furono posti in contatto diretto cogli orli incurvati di due foglie, una vecchia ed una giovane. La distanza dagli orli alle coste di mezzo fu misurata diligentemente, dopo un'ora e 17 minuti sembrò esservi una traccia d'incurvamento.

Digitized by Google

Dopo 2 ore e 17 minuti ambe le foglie erano chiaramente incurvate, la distanza fra gli orli e le coste di mezzo non essendo ora che la metà di quanto era prima. L'incurvamento aumentò leggermente durante le 4 ore e mezzo seguenti; ma restò quasi lo stesso per le seguenti 17 ore e 30 minuti. In 35 ore da quando le spugne erano state poste sulle foglie, i margini si spiegarono un poco in grado superiore sì nella foglia giovane che nella vecchia. L'ultima non era interamente spiegata fino al terzo giorno, ed ora ambedue i pezzi di spugna restavano ad una distanza di 0,1 di pollice (millimetri 2,54) dai margini, o circa un quarto della distanza fra l'orlo e la costa di mezzo. Un terzo pezzo di spugna s'attaccò all'orlo, e, quando il margine si spiegò, fu trascinato indietro, nella sua posizione originale.

Esperimento 9. — Una catena di fibre di carne arrosta, sottili come setole ed inumidite con saliva, furono poste lungo un intero lato, rasente allo stretto orlo d'una foglia naturalmente incurvato. In 3 ore questo lato s'incurvò molto in tutta la sua lunghezza e dopo otto ore formava un cilindro, di circa $^1/_{20}$ di pollice (millimetri 1,27) di diametro, che nascondeva interamente la carne. Questo cilindro restò chiuso per 32 ore, ma dopo 48 ore era mezzo spiegato ed in 72 ore era aperto quanto il margine opposto, dove non era stata messa carne. Poichè le sottili fibre di carne erano state completamente ripiegate dal margine, non vennero punto spinte verso l'interno, attraverso alla lamina.

Esperimento 10. — Sei semi di cavolo imbevuti per una notte nell'acqua, furono posti in fila rasente lo stretto orlo incurvato d'una foglia. Vedremo dipoi che questi semi cedono materia solubile alle glandule. In 2 ore e 25 minuti il margine era decisamente incurvato; in 4 ore si stese sopra i semi sino a metà circa della loro larghezza ed in 7 ore sino a tre quarti, formando un cilindro non ben chiuso lungo il lato interno e del diametro di circa 0,7 di pollice (millimetri 1,778). Dopo 24 ore l'inflessione non era aumentata, forse era scemata. Le glandule che erano stato portate in contatto colle superficie superiori dei semi secernevano ora abbondantemente. In 36 ore da quando i semi erano stati posti sulla foglia il margine s'era ri-teso molto e dopo 48 ore lo era completamente. Non essendo i semi più tenuti dal margine incurvato e cominciando la secrezione a mancare, essi rotolarono un poco giù per il canale marginale.

Esperimento 11. — Si posero dei frammenti di vetro sui margini di due belle foglie giovani. Dopo 2 ore e 30 minuti il margine d'una s'incurvò di certo leggermente; ma l'inflessione non aumentò mai, e scomparve in 16 ore e 30 minuti da quando s'erano dapprima applicati i frammenti. Sulla seconda foglia v'era una traccia d'incurvamento in 2 ore e 15 minuti, il quale diventò deciso in 4 ore e 30 minuti ed ancora più fortemente pronunciato in 7 ore, ma dopo 19 ore e 30 minuti era evidentemente scemato. I frammenti eccitarono al più un leggiero e dubbio aumento di secrezione; ed in altre due prove non si scorse nessun aumento. Pezzi di brace di carbone, posti sopra una foglia, non produssero nessun effetto o in causa della loro leggerezza o dell'essere la foglia torpida.

Esperimento 12. — Passeremo ora ai fluidi. Una fila di goccie d'una forte infusione di carne cruda fu posta lungo i margini di due foglie, mentre sui margini opposti si posero quadrati di spugna imbevuti nell'infusione medesima. Mio scopo era determinare se un fluido agisce colla stessa energia d'una sostanza che cede alle glandule la stessa materia solubile. Non fu percettibile alcuna differenza distinta; nessuna di certo nel grado d'incurvamento; ma l'incurvamento intorno ai pezzi di spugna durò piuttosto di più, come forse s'avrebbe potuto attendersi, restando la spugna umida e fornendo materia nitrogenata per più lungo tempo. I margini colle goccie s'incurvarono chiaramente in 2 ore e 17 minuti. L'incurvamento aumentò successivamente alquanto, ma dopo 24 ore era grandemente scemato.

Digitized by Google

Esperimento 13. — Goccie della stessa infusione forte di carne cruda furono poste lungo la costa di mezzo d'una giovane foglia piuttosto profondamente concava. La distanza attraverso alla parte più larga della foglia, fra gli orli per natura incurvati, era 0,55 di pollice (millimetri 13,97). In 3 ore e 27 minuti questa distanza era un po' minore; in 6 ore e 27 minuti era esattamente 0,45 di pollice (millimetri 11,43) ed era perciò scemata di 0,1 di pollice (millimetri 2,54). Dopo solamente 10 ore e 37 minuti il margine cominciò a ri-tendersi, essendo ora la distanza da orlo ad orlo un poco più larga, e dopo 24 ore e 20 minuti era grande, sino alla larghezza d'un capello, come quando le goccie erano state poste dapprima sulla foglia. Da questo esperimento impariamo che l'impulso motore può venir trasmesso alla distanza di 0,22 di pollice (millimetri 5,590) in direzione trasversa dalla costa di mezzo ad ambo i margini; ma sarebbe più sicuro dire 0,2 di pollice (millimetri 5,08), stendendosi le goccie un poco oltre la costa di mezzo. L'incurvamento così prodotto durò per un tempo straordinariamente breve.

Esperimento 14. — Tre goccie d'una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 218 d'acqua (2 grani in un'oncia) furono poste sul margine d'una foglia. Queste eccitarono tanta secrezione che in un'ora e 22 minuti tutte e tre le goccie s'unirono; ma benchè la foglia fosse osservata per 24 ore, non vi fu traccia d'inflessione. Sappiamo che una dose piuttosto forte di questo sale, benchè non danneggi le foglie della Drosera, paralizza la loro facoltà di movimento, e non ho nessun dubbio, per il caso seguente, che ciò non s'applichi anche alla *Pinguicula*.

Esperimento 15. — Una fila di goccie d'una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 875 d'acqua (1 grano in 2 oncie) fu posta sul margine d'una foglia. In un'ora v'era evidentemente leggiero incurvamento, e questo divenne ben marcato in 3 ore e 30 minuti. Dopo 24 ore il margine era ri-teso quasi completamente.

Esperimento 16. — Una fila di grandi goccie d'una soluzione d'una parte di fosfato d'ammoniaca in 4375 d'acqua (1 grano in 10 oncie) fu posta lungo il margine d'una foglia. Non fu prodottto nessun effetto e dopo 8 ore goccie fresche furono aggiunte lungo lo stesso margine senza il minimo effetto. Sappiamo che una soluzione di questa forza agisce potentemente sulla Drosera, ed è appunto possibile che la soluzione fosse troppo forte. Mi dispiace di non aver provato una soluzione più debole.

Esperimento 17. — Poichè la pressione di pezzi di vetro produce incurvamento, graffiai i margini di due foglie con un ago ottuso per alcuni minuti, ma non fu prodotto nessun effetto. La superficie d'una foglia sotto una goccia d'una forte infusione di carne cruda fu pure stropicciata per 10 minuti coll'estremità d'una setola, in modo da imitare gli sforzi d'un insetto preso; ma questa parte del margine non si curvò prima delle altre parti con goccie d'infusione lasciate tranquille.

Impariamo dagli esperimenti precedenti che i margini delle foglie s'arricciano verso l'interno, allorchè sono eccitati dalla semplice pressione di oggetti che non cedono materia solubile, da oggetti che cedono tale materia e da alcuni fluidi — cioè un'infusione di carne cruda ed una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca. Una soluzione più forte di due grani di questo sale in un'oncia d'acqua, benchè ecciti copiosa secrezione, paralizza la foglia. Goccie d'acqua ed una soluzione di zucchero non cagionarono alcun movimento. Il graffiare la superficie della foglia per qualche minuto non produsse verun effetto. Perciò, per quanto

Digitized by Google

ora sappiamo, solamente due cause — cioè, leggiera pressione continuata ed assorbimento di materia nitrogenata — eccitano movimento. Sono soltanto i margini della foglia che s'incurvano, giacchè l'apice non si piega mai verso la base. I picciuoli dei peli glandulari non hanno facoltà di movimento. Osservai in parecchie occasioni che la superficie della foglia divenne leggermente concava dove erano stati lungo tempo posati pezzi di carne o mosche grandi, ma ciò può essere stato la conseguenza del danno per sovreccitazione.

Il tempo più corto, in cui si osservò movimento chiaramente pronunciato, fu 2 ore e 17 minuti, e ciò avvenne allorchè si posero sulle foglie materie nitrogenate o fluidi; ma credo che in alcuni casi vi fosse una traccia di movimento in un'ora o un'ora e 30 minuti. La pressione di frammenti di vetro eccita movimento quasi così prestamente come l'assorbimento di materia nitrogenata, ma il grado d'incurvamento così cagionato è molto minore. Dopo che una foglia è stata bene incurvata e s'è nuovamente dilatata, non risponderà tosto ad un nuovo stimolo. Il margine fu stimolato longitudinalmente, in alto od in basso, per una distanza di 0,13 di pollice (millimetri 3,302) da un punto eccitato, ma per una distanza di 0,46 di pollice fra due punti eccitati, e trasversalmente per una distanza di 0,2 di pollice (millimetri 5,08). L'impulso motore non viene accompagnato, come nella Drosera, da alcuna influenza che cagioni aumento di secrezione; poichè quando una sola glandula veniva fortemente stimolata e secerneva copiosamente, le glandule circostanti non erano stimolate menomamente. L'incurvamento del margine è indipendente dall'aumentata secrezione, poichè i frammenti di vetro cagionano poca o punto secrezione, eppure eccitano movimento; laddove una forte soluzione di carbonato d'ammoniaca eccita presto copiosa secrezione, ma nessun movimento.

Uno dei fatti più curiosi riguardo al movimento delle foglie è il breve tempo durante il quale rimangono incurvati, benchè l'oggetto eccitante sia lasciato su di esse. Nella maggioranza dei casi vi fu ben marcata ri-tensione entro 24 ore da quando pezzi anche grandi di carne, ecc. furono posti sulle foglie, ed in tutti i casi entro 48 ore. In un esempio, il margine d'una foglia restò per 32 ore strettamente incurvato intorno a sottili fibre di carne; in un altro esempio, in cui era stato applicato ad una foglia un pezzo di spugna, imbevuto in una forte infusione di carne cruda, il margine cominciò a spiegarsi in 35 ore. Frammenti di vetro tengono il margine incurvato per un tempo più breve dei corpi nitrogenati; giacchè nel primo caso vi era ri-tensione completa in 16 ore e 30 minuti. Fluidi nitrogenati agiscono per un tempo più breve di sostanze nitrogenate; così, quando si posero goccie di un'infusione di carne cruda sulla costa di mezzo d'una foglia, i margini incurvati cominciarono a spiegarsi soltanto in 10 ore e 37 minuti, e questo fu l'atto più rapido di ri-tensione da me osservato; ma può esser stato dovuto in parte alla distanza dei margini dalla costa di mezzo, dove le goccie giacevano.

Siamo naturalmente tratti a ricercare quale è il vantaggio di questo movi-

Digitized by Google

mento che dura per sì breve tempo. Se si pongono rasente ai margini oggetti assai piccoli, come fibre di carne, o moderatamente piccoli, come piccole mosche o semi di cavolo, essi vengono completamente o parzialmente da esso abbracciati. Le glandule del margine ripiegato sono così portate in contatto con tali oggetti ed emettono la loro secrezione, assorbendo dipoi la materia digerita. Ma durando l'incurvamento sì breve tempo, tale vantaggio non può essere che di leggiera importanza, pure forse maggiore di quello che sembri dapprima. La pianta vive in regioni umide, e gl'insetti che s'attaccano a tutte le parti della foglia sono lavati da ogni forte rovescio di pioggia e spinti nello stretto canale formato dagli orli per natura incurvati. Per esempio, il mio amico di North Wales pose parecchi insetti su alcune foglie e due giorni dopo (essendovi stata forte pioggia nell'intervallo) ne trovò alcuni affatto portati via dall'acqua e molti altri spinti insieme al sicuro sotto i margini, ora incurvati strettamente, le glandule dei quali tutto intorno agl'insetti stavano senza dubbio secernendo. Possiamo così comprendere anche come avvenga che si trovano in generale tanti insetti e frammenti d'insetti giacenti entro i margini incurvati delle foglie. L'incurvamento del margine, dovuto alla presenza d'un oggetto eccitante, deve esser profittevole in un altro modo, probabilmente più importante. Abbiamo veduto che quando si posero sopra una foglia grandi pezzi di carne o di spugna imbevuta nel succo di carne, il margine non potè abbracciarli, ma, essendosi incurvato, li spinse molto lentamente verso il mezzo della foglia, ad una distanza dall'esterno di ben 0,1 di pollice (millim. 2,54), cioè, attraverso un tratto lungo da un terzo ad un quarto dello spazio fra l'orlo e la costa di mezzo. Qualunque oggetto, come un insetto di grandezza moderata, sarebbe così portato lentamente in contatto con un numero molto maggiore di glandule, producendo molto più secrezione ed assorbimento di quello che se la cosa fosse stata altrimenti. Che ciò sia di grande vantaggio alla pianta, possiamo dedurlo dal fatto che la Drosera ha acquistato facoltà di movimento, sviluppate in alto grado semplicemente allo scopo di portare tutte le sue glandule in contatto cogl'insetti pigliati. Così pure, dopo che una foglia di Dionea ha preso un insetto, il lento comprimersi insieme dei due lobi serve puramente a portare le glandule d'ambedue i lati in contatto con quello, facendo anche dilatare per attrazione capillare sull'intera superficie la secrezione carica di materia animale. Nel caso della *Pinguicula*, tosto che un insetto è stato spinto qualche piccolo tratto verso la costa di mezzo, l'immediata ri-tensione sarebbe vantaggiosa, poichè i margini non piglierebbero nuova preda finchè non si fossero spiegati. Il servizio reso da quest'azione dello spingere, come pure dall'essere le glandule marginali portate in contatto per breve tempo colle superficie superiori di minuti insetti pigliati, può forse render ragione dei movimenti particolari delle foglie; altrimenti, dovremmo riguardare questi movimenti come un avanzo d'una facoltà in più alto grado sviluppata, altre volte posseduta dai progenitori del genere.

Digitized by Google

Nelle quattro specie britanniche, e, come apprendo dal prof. Dyer, nella più parte od in tutte le specie del genere, gli orli delle foglie sono in qualche grado incurvate naturalmente e permanentemente. Questo incurvamento serve, come fu già mostrato, ad impedire che gl'insetti vengano portati via dalla pioggia; ma essi servono anche ad un altro scopo. Quando un numero di glandule è stato potentemente eccitato da pezzi di carne, insetti, od alcun altro stimolo, la secrezione gocciola spesso giù per la foglia e viene presa dagli orli incurvati, invece di rotolare via e andar perduta. Correndo essa giù per il canale, glandule fresche possono assorbire la materia animale tenuta in soluzione. Inoltre, la secrezione si unisce spesso in piccoli stagni entro il canale o nelle sommità delle foglie, a forma di cucchiaio; ed io accertai che pezzi d'albume, di fibrina e di glutine vengono qui disciolti più presto e completamente che sulla superficie della foglia, dove la secrezione non si può ammassare; e così sarebbe degl'insetti presi naturalmente. Si vide ripetutamente la secrezione unirsi così sulle foglie di piante protette contro la pioggia; e nelle piante esposte vi sarebbe ancora più bisogno di qualche provvisione per impedire, per quanto è possibile, che la secrezione colla sua materia animale disciolta vada interamente perduta.

È già stato rimarcato che le piante che crescono allo stato di natura hanno i margini delle loro foglie molto più fortemente incurvati di quelle cresciute in vasi ed impedite di prendere molti insetti. Abbiamo veduto che gl'insetti lavati giù dalla pioggia da tutte le parti della foglia si fermano spesso entro i margini, che vengono così eccitati ad arricciarsi più oltre verso l'interno; e possiamo sospettare che quest'azione, molte volte ripetuta durante la vita della pianta, meni al loro incurvamento permanente e ben pronunciato. Mi dispiace che questa congettura non mi sia venuta in tempo per poter provare la sua verità.

Si può qui aggiungere, benchè ciò non riguardi direttamente il nostro soggetto, che quando una pianta viene sradicata, le foglie si arricciano immediatamente all'ingiù in modo da nascondere le radici, — fatto che è stato notato da molti. Suppongo ciò sia dovuto alla stessa tendenza, che fa giacere piatte sul suolo le foglie esterne e più vecchie. Appare inoltre che gli steli dei fiori sono fino ad un certo grado irritabili, giacchè il dott. Johnson riferisce che esse « si curvano all'indietro se sono maneggiati rozzamente » (1).

Secrezione, assorbimento e digestione. — Darò prima le mie osservazioni ed i miei esperimenti, e poi un sommario dei risultati.

Effetti d'oggetti contenenti materia nitrogenata solubile.

1) Si posero delle *mosche* su molte foglie, ed eccitarono le glandule a secernere copiosamente; la secrezione divenne sempre acida, benchè non fosse tale prima. Dopo un certo tempo questi insetti erano resi sì teneri che le loro membra

(1) *Botanica Inglese*, di J. E. Smith; con figure colorate da Sowerby; ediz. 1832, tav. 24, 25, 26.

Digitized by Google

ed i loro corpi si potevano separare mediante un semplice tocco, in causa senza dubbio della digestione e disintegrazione dei loro muscoli. Le glandule in contatto con una mosca piccola continuarono a secernere per quattro giorni, e poi divennero quasi secche. Si tagliò una stretta striscia di quella foglia, e le glandule dei peli più lunghi e più corti, le quali erano state per i quattro giorni in contatto colla mosca, e quelle che non l'avevano toccata, furono confrontate sotto al microscopio e presentavano un contrasto maraviglioso. Quelle che erano state in contatto erano riempite di materia granulare brunastra, le altre di fluido omogeneo. Non vi potrebbe quindi essere alcun dubbio che le prime non avessero assorbito della materia della mosca.

2) Piccoli pezzi di *carne arrosta*, posti sopra una foglia, cagionarono sempre molta secrezione acida nel corso d'alcune ore, in un caso entro 40 minuti. Allorchè si posero sottili fibre di carne lungo il margine d'una foglia che stava quasi diritta, la secrezione corse giù sul suolo. Pezzi angolari di carne, posti in piccoli stagni della secrezione presso al margine, furono nel corso di due o tre giorni ridotti molto in grandezza, arrotondati, resi più o meno incolori e trasparenti, e tanto ammolliti, che cadevano a pezzi al tocco più leggiero. Soltanto in un esempio fu completamente disciolta una minutissima particella e ciò ebbe luogo entro 48 ore. Quando venne eccitata soltanto una piccola quantità di secrezione, essa fu generalmente assorbita in un tratto da 24 a 48 ore; e le glandule restarono secche. Ma quando la quantità della secrezione fu abbondante, o intorno ad un solo pezzo di carne piuttosto grande, od intorno a parecchi pezzetti, le glandule non divennero secche finchè non furono trascorsi sei o sette giorni. Il caso più rapido di secrezione da me osservato fu quando si pose sopra una foglia una piccola goccia di un'infusione di carne cruda, giacchè le glandule qui divennero quasi secche in 3 ore e 20 minuti. Glandule eccitate da piccole particelle di carne e che hanno assorbito presto la loro propria secrezione, cominciano a secernere di nuovo nel corso di sette od otto giorni da quando la carne era stata loro data.

3) Tre cubi minuti di *cartilagine* tenace dell'osso della gamba d'una pecora furono posti sopra una foglia. Dopo 10 ore e 30 minuti era eccitata dalla secrezione acida, ma la cartilagine appariva poco o punto attaccata. Dopo 24 ore i cubi erano arrotondati e molto ridotti in grandezza; dopo 32 ore erano ammolliti al centro, ed uno era liquefatto; dopo 45 ore restavano semplici traccie di cartilagine solida; e dopo 48 ore si poteva vederne ancora una traccia, mediante una lente, in uno soltanto dei tre. Dopo 82 ore non solo erano completamente liquefatti tutti e tre i cubi, ma tutta la secrezione era assorbita e le glandule erano restate secche.

4) Piccoli cubi d'*albume* furono posti sopra una foglia; in 8 ore la secrezione debolmente acida si stese ad una distanza di quasi $^1/_{10}$ di pollice intorno ad essi, e gli angoli d'un cubo furono arrotondati. Dopo 24 ore gli angoli di tutti i cubi erano arrotondati e resi dapertutto molto teneri; dopo 30 ore la secrezione cominciò a scemare, e dopo 48 ore le glandule restarono secche; ma molti pezzi minuti d'albume restavano ancora indisciolti.

5) Su quattro glandule si posero cubi più piccoli d'*albume* (circa $^1/_{50}$ o $^1/_{60}$ di pollice, millimetri 0,508 o 0,423), dopo 18 ore un cubo era completamente disciolto, e gli altri erano molto ridotti in grandezza, ammolliti e trasparenti. Dopo 24 ore due dei cubi erano completamente disciolti, e già la secrezione su queste glandule era quasi del tutto assorbita. Dopo 42 ore gli altri due cubi erano completamente disciolti. Queste quattro glandule cominciarono a secernere di nuovo dopo otto o nove giorni.

6) Due grandi cubi d'*albume* (di ben $^1/_{20}$ di pollice, millimetri 1,27) furono messi, uno presso la costa di mezzo e l'altro presso il margine d'una foglia; in 6

Digitized by Google

ore vi fu molta secrezione, che dopo 48 ore si riunì in un piccolo rigagnolo intorno al cubo presso il margine. Questo cubo fu molto più disciolto di quello sulla lamina della foglia; sicchè dopo tre giorni era ridotto di molto in grandezza, coi suoi angoli arrotondati, ma era troppo grande per venir disciolto interamente. La secrezione era in parte assorbita dopo quattro giorni. Il cubo sulla lamina era molto meno ridotto, e le glandule su cui posava cominciarono a seccarsi dopo due giorni soltanto.

7) La *fibrina* eccita meno secrezione della carne o dell'albume. Si fecero parecchie prove, ma io non ne darò che tre. Due pezzi minuti furono posti su alcune glandule, ed in 3 ore e 45 minuti la loro secrezione era chiaramente aumentata. Il pezzetto minore dei due fu completamente liquefatto in 6 ore e 15 minuti e l'altro in 24 ore; ma anche dopo 48 ore si potevano ancora vedere mediante una lente alcune granulazioni di fibrina sospese in ambedue le goccie di secrezione. Dopo 56 ore e 30 minuti queste granulazioni erano completamente disciolte. Un terzo pezzetto ne fu posto in un piccolo stagno di secrezione, entro il margine della foglia dove era stato un seme, e quello fu completamente disciolto nel corso di 15 ore e 30 minuti.

8) Cinque picciolissimi pezzi di *glutine* furono messi sopra una foglia, ed essi eccitarono tanta secrezione che uno dei pezzi sdrucciolò giù nel solco marginale. Dopo un giorno tutti e cinque sembravano molto ridotti in grandezza, ma nessuno era completamente disciolto. Il terzo giorno ne spinsi due, che avevano cominciato ad asciugarsi, su glandule fresche. Il quarto giorno si potevano ancora scoprire traccie di tre dei cinque pezzi; essendo gli altri due scomparsi del tutto; ma sono incerto se in fatto fossero stati disciolti completamente. Si posero ora due nuovi pezzi, uno presso il mezzo e l'altro presso il margine di un'altra foglia; ambedue eccitarono una quantità straordinaria di secrezione; quello presso il margine aveva formato un piccolo rigagnolo intorno a sè, ed era molto più ridotto in grandezza di quello sulla lamina, ma dopo quattro giorni non era completamente disciolto. Il glutine quindi eccita grandemente le glandule, ma viene disciolto con molta difficoltà, esattamente come nel caso della Drosera. Mi dispiace di non aver provato questa sostanza dopo averla immersa nell'acido cloridrico debole, poichè probabilmente allora sarebbe stata presto disciolta.

9) Un piccolo quadrato sottile di pura *gelatina*, inumidita con acqua, fu posto sopra una foglia, ed eccitò pochissima secrezione in 5 ore e 30 minuti, ma più tardi nella giornata ne eccitò una quantità maggiore. Dopo 24 ore l'intero quadrato era completamente liquefatto; e ciò non sarebbe avvenuto se esso fosse stato lasciato nell'acqua. Il liquido era acido.

10) Piccole particelle di *caseina* preparata chimicamente eccitarono secrezione acida, ma non erano disciolte del tutto dopo due giorni; e le glandule cominciarono allora a seccarsi. Nè si avrebbe potuto aspettarsi la loro dissoluzione completa dopo ciò che abbiamo veduto nella Drosera.

11) Goccie minute di *latte* schiumato furono poste sopra una foglia, ed esse fecero abbondantemente secernere le glandule. Dopo 3 ore il latte fu trovato rappreso e dopo 23 ore il latte rappreso era disciolto. Avendo posto le goccie ora chiare sotto il microscopio, nulla si potè scoprire, tranne dei globuli oleosi. La secrezione discioglie quindi caseina fresca.

12) Due frammenti d'una foglia furono immersi per 17 ore, ciascuno in una dramma d'una soluzione di carbonato d'ammoniaca, di due forze, cioè d'una parte in 437 e 218 d'acqua. Le glandule dei peli più lunghi e più corti furono poi esaminate, e si trovò il loro contenuto aggregato sotto forma di materia granulare d'un colore verde brunastro. Queste masse granulari furono vedute da mio figlio cangiare le loro forme, e consistevano senza dubbio di protoplasma. L'aggregazione

Digitized by Google

era più fortemente pronunciata, ed i movimenti del protoplasma più rapidi, entro le glandule sottoposte alla soluzione più forte che in altre. L'esperimento fu ripetuto collo stesso risultato; ed in questo caso osservai che il protoplasma s'era ritirato un poco dalle pareti delle singole cellule allungate formanti i picciuoli. Per osservare il processo d'aggregazione, si pose una stretta striscia di foglia in profilo sotto il microscopio, e le glandule si videro essere affatto trasparenti; un poco della soluzione più forte (cioè una parte in 218 d'acqua) fu ora aggiunta sotto il vetro copri-oggetti; dopo un'ora o due le glandule contenevano finissima materia granulare, che divenne adagio grossolanamente granulare e leggermente opaca; ma anche dopo 5 ore non peranco di colore brunastro. Intanto apparvero alcune masse globulari, trasparenti, piuttosto grandi entro le estremità superiori dei picciuoli, ed il protoplasma che foderava le loro pareti s'era ritirato un poco. È così evidente che le glandule della *Pinguicula* assorbono carbonato d'ammoniaca; ma non l'assorbono proprio sì presto nè subiscono da esso la stessa influenza come la Drosera.

13) Piccole masse di *polline* color arancio del pisello comune, poste su parecchie foglie, eccitarono le glandule a secernere copiosamente. Anche pochissimi grani che caddero per caso sopra una sola glandula fecero, in 23 ore, aumentare tanto in grandezza la goccia che la circondava, da essere manifestamente più grande delle goccie sulle glandule contigue. Grani sottoposti alla secrezione per 48 ore non emisero i loro tubi; furono scolorati del tutto, e sembravano contenere meno materia di prima; quella che restava era d'un colore sporco, racchiudendo globuli oleosi. Essi differivano così nell'aspetto da altri grani tenuti in acqua per lo stesso tratto di tempo. Le glandule in contatto coi grani di polline avevano da essi evidentemente assorbito della materia; giacchè esse avevano perduto il loro colore naturale verde pallido, e contenevano masse globulari aggregate di protoplasma.

14) Pezzi quadrati di foglie di spinace, cavolo, e d'una sassifraga, e foglie intere d'*Erica tetralix*, tutte eccitarono le glandule a secernere di più. Lo spinace fu il più efficace, giacchè fece evidentemente aumentare la secrezione in un'ora e 40 minuti, ed alla fine correre un poco giù per la foglia; ma le glandule cominciarono tosto a seccarsi, cioè dopo 35 ore. Le foglie d'*Erica tetralix* cominciarono ad agire in 7 ore e 30 minuti, ma non cagionarono mai molta secrezione, nè ciò fecero i pezzi di foglia della sassifraga, benchè in questo caso le glandule continuassero a secernere per sette giorni. Alcune foglie di *Pinguicula* mi furono mandate da North Wales, alle quali erano attaccate foglie d'*Erica tetralix* e d'una pianta sconosciuta; e le glandule in contatto con esse avevano il loro contenuto chiaramente aggregato, come se fossero state in contatto con insetti; mentre le altre glandule sulle stesse foglie contenevano solamente fluido chiaro omogeneo.

15) *Semi.* — Si provò un numero considerevole di semi o frutti scelti a caso, alcuni freschi ed alcuni d'un anno, alcuni imbevuti per breve tempo nell'acqua ed alcuni non imbevuti. Le dieci sorta seguenti, cioè cavolo, ramolaccio, *Anemone nemorosa*, *Rumex acetosa*, *Carex sylvatica*, senapa, rapa, crescione, *Ranunculus acris*, ed *Avena pubescens* eccitarono tutte molta secrezione, che fu in parecchi assaggiata e trovata sempre acida. I cinque semi, nominati prima, eccitarono le glandule più degli altri. La secrezione era di rado copiosa finchè non erano trascorse circa 24 ore, in causa senza dubbio degl'integumenti dei semi che non erano facilmente permeabili. Nondimeno i semi di cavolo eccitarono secrezione in 4 ore e 30 minuti; ed essa aumentò tanto in 18 ore da correre giù per le foglie. I semi o propriamente le frutta di *Carex* si trovano molto più spesso di quelli d'alcun altro genere attaccati alle foglie allo stato di natura; e le frutta di *Carex sylvatica* eccitarono tanta secrezione che in 15 ore corse negli orli incurvati; ma

Digitized by Google

le glandule cessarono di secernere dopo 40 ore. D'altro canto, le glandule su cui stavano i semi di *Rumex* ed avena continuarono a secernere per nove giorni.

Le nove seguenti specie di semi, cioè sedano, pastinaca, carvi, *Linum grandiflorum*, cassia, *Trifolium pannonicum*, *Plantago*, cipolla, e *Bromus* non eccitano che una leggiera quantità di secrezione. La più parte di questi semi non eccitò secrezione prima che non fossero trascorse 48 ore, e nel caso del *Trifolium* soltanto un seme agì ed anche questo non prima del terzo giorno. Benchè i semi della *Plantago* avessero eccitato pochissima secrezione, le glandule continuarono a secernere per sei giorni. Finalmente le cinque specie seguenti, cioè, lattuga, *Erica tetralix*, *Atriplex hortensis*, *Phalaris canariensis* e frumento non eccitarono secrezione, benchè lasciate sulle foglie per due o tre giorni. Tuttavia quando s'apersero i semi di lattuga, grano ed *Atriplex* e s'applicarono alle foglie, la secrezione fu eccitata in quantità considerevole in 10 ore, ed io credo che ne fosse eccitata un poco in sei ore. Nel caso dell'*Atriplex* la secrezione corse giù sino al margine e dopo 24 ore (ne parlo nelle mie note) « come in grandissima quantità ed acida ». Anche i semi aperti del *Trifolium* e del sedano agirono potentemente e presto, sebbene i semi interi avessero cagionato, come abbiamo veduto, pochissima secrezione, e soltanto dopo un lungo intervallo di tempo. Una fetta del pisello comune, che però non fu provato intero, cagionò secrezione in 2 ore. Da questi fatti possiamo concludere che la grande differenza nel grado e nella maniera, in cui varie specie di semi eccitano secrezione, è principalmente od interamente dovuta alla diversa permeabilità dei loro integumenti.

Sottili fette di pisello comune, che erano state prima imbevute per un'ora nell'acqua, furono poste sopra una foglia e presto eccitarono molta secrezione acida. Dopo 24 ore queste fette furono confrontate sotto una forte lente con altre lasciate nell'acqua per lo stesso tempo; le ultime contenevano tante granulazioni fine di legumina che lo sdrucciolo era reso melmoso; mentre le fette che erano state sottoposte alla secrezione erano molto più pulite e trasparenti, essendo state evidentemente disciolte le granulazioni di legumina. Un seme di cavolo che era stato per due giorni sopra una foglia ed aveva eccitato molta secrezione acida, fu tagliato in fette, e queste vennero confrontate con quelle d'un seme che era restato per lo stesso tempo nell'acqua. Quelle sottoposte alla secrezione erano di colore più pallido; i loro integumenti presentavano le maggiori differenze, poichè erano d'un colore pallido sporco invece che marrone bruno. Le glandule su cui erano stati posati i semi di cavolo, come pure quelle bagnate dalla secrezione circostante, differivano molto nell'aspetto dalle altre glandule sulla foglia stessa, poichè esse contenevano tutte materia granulare brunastra, il che provavá aver esse assorbito materia dai semi.

Che la secrezione agisca sui semi fu pure mostrato da alcuni di essi, che furono uccisi dalle pianticelle, che vennero danneggiate. Quattordici semi di cavolo furono lasciati per tre giorni su foglie ed eccitarono molta secrezione; essi vennero poi messi sopra sabbia umida in condizioni conosciute come favorevoli alla germinazione. Tre non germinarono mai, e questa fu una quantità di morti ben maggiore di quella avvenuta con semi della stessa specie, che non erano stati sottoposti alla secrezione, ma del resto furono trattati allo stesso modo. Delle undici pianticelle cresciute, tre avevano gli orli dei loro cotiledoni leggermente abbrunati come se fossero stati bruciati; ed i cotiledoni d'uno crebbero in una curiosa forma intagliata. Due semi di senape germinarono; ma i loro cotiledoni erano segnati da brune macchie e le loro radichette erano trasformate. Di due semi di ramolaccio non germinò nè l'uno nè l'altro; mentre molti semi della stessa sorte non sottoposti alla secrezione germinarono tutti, tranne uno. Dei due semi di *Rumex*, uno morì e l'altro germogliò; ma la sua radichetta era bruna e

Digitized by Google

presto appassì. Di sei semi d'*Erica* nessuno germogliò, e quando furono tagliati dopo essere stati lasciati per cinque mesi su sabbia umida, uno solo sembrava vivo. Si trovarono ventidue semi di varie specie attaccati a foglie di piante, che crescevano allo stato di natura; e di questi, benchè fossero stati tenuti per cinque mesi sopra sabbia umida, non germogliò nessuno, alcuni essendo allora evidentemente morti.

Effetti d'oggetti non contenenti materia nitrogenata solubile.

16) È già stato mostrato che pezzi di vetro, posti sulle foglie, le eccitano poco o punto a secernere. La piccola quantità che stava sotto i frammenti fu assaggiata e non trovata acida. Un pezzo di legno non eccitò secrezione, nè lo fecero le diverse sorta di semi, gl'integumenti dei quali non sono permeabili alla secrezione, e che perciò agivano come corpi inorganici. Cubi di grasso, lasciati per due giorni sopra una foglia, non produssero effetto.

17) Una particella di *zucchero* bianco, posta sopra una foglia, formò in un'ora e 10 minuti una goccia grande di fluido, che nel corso d'altre 2 ore corse giù sino al margine per natura incurvato. Questo fluido non era menomamente acido, e cominciò ad asciugarsi, o più probabilmente venne assorbito, in 5 ore e 30 minuti. L'esperimento fu ripetuto; si posero delle particelle sopra una foglia ed altre della stessa grandezza sopra un pezzo di vetro in condizione inumidita, e si copersero ambedue con un vetro da campana. Ciò fu fatto per vedere se si poteva attribuire l'aumentata quantità di fluido sulle foglie a semplice deliquescenza; ma fu provato che la cosa non era così. La particella sulla foglia cagionò tanta secrezione che nel corso di 4 ore essa corse giù attraverso due terzi della foglia. Dopo 8 ore la foglia, che era concava, era in fatto ripiena di fluido molto viscoso; ed è particolarmente degno di nota che esso, come nel caso precedente, non era punto acido. Questa grande quantità di secrezione si può attribuire ad esosmosi. Le glandule, che erano state coperte per 24 ore da questo fluido, non differivano, quando s'esaminarono sotto al microscopio, da altre sulla stessa foglia, che non erano state in contatto con esso. Questo è un fatto interessante in contrasto collo stato invariabilmente aggregato delle glandule che erano state bagnate dalla secrezione, quando teneva in soluzione materia animale.

18) Due particelle di *gomma arabica* furono poste sopra una foglia, ed esse di certo cagionarono in un'ora e 20 minuti un leggiero aumento di secrezione. Questa continuò ad aumentare per le seguenti 5 ore, cioè fino a che la foglia fu osservata.

19) Sei piccole particelle d'*amido* del commercio, asciutto, furono poste sopra una foglia ed una di esse cagionò alquanta secrezione in un'ora e 15 minuti, e le altre in 8 a 9 ore. Le glandule che erano così state eccitate a secernere divennero tosto asciutte e non cominciarono a secernere di nuovo fino al sesto giorno. Un pezzo più grande d'amido venne poi posto sopra una foglia e non fu punto eccitata secrezione in 5 ore e 30 minuti; ma dopo 8 ore ve n'era una quantità considerevole, che aumentò tanto in 24 ore da correr giù per la foglia alla distanza di $^5/_4$ di pollice. Questa secrezione, benchè sì abbondante non era menomamente acida. Essendo stata sì copiosamente eccitata e non attaccandosi di rado semi alle foglie di piante che crescevano naturalmente, mi balenò l'idea che le glandule potessero aver forse la facoltà di secernere un fermento, come ptialina, capace di disciogliere amido; allora osservai attentamente le sei piccole particelle suddette durante parecchi giorni, ma non sembravano punto ridotte di volume. Una particella fu pure lasciata per due giorni in un piccolo rigagnolo

Digitized by Google

di secrezione, che era corsa giù da un pezzo di foglia di spinace; ma benchè la particella fosse così minuta, non fu percettibile veruna diminuzione. Possiamo perciò concludere che la secrezione non può disciogliere amido. L'aumento prodotto da questa sostanza presumo possa venir attribuito ad esosmosi. Ma mi sorprende che l'amido agisca tanto presto e potentemente, sebbene in grado minore dello zucchero. Si sa che i colloidi possedono leggiera facoltà di dialisi, ed avendo posto le foglie d'una *Primula* nell'acqua, ed altre nello sciroppo ed amido diffuso, quelle dell'amido divennero flaccide, ma in minor grado e più lentamente delle foglie nello sciroppo; mentre quelle nell'acqua restarono sempre crespe.

Dagli esperimenti e dalle osservazioni precedenti vediamo che gli oggetti non contenenti materia solubile hanno piccola o nessuna facoltà di eccitare le glandule a secernere. I fluidi non nitrogenati, se sono densi, fanno emettere alle glandule una grande quantità di fluido viscoso, ma questo non è minimamente acido. D'altro canto, la secrezione delle glandule eccitata dal contatto con solidi o liquidi nitrogenati è invariabilmente acida, ed è tanto copiosa che spesso corre giù per le foglie e si riunisce entro i margini per natura incurvati. La secrezione in questo stato ha la facoltà di disciogliere presto, cioè di digerire, i muscoli degl'insetti, carne, cartilagine, albume, fibrina, gelatina e caseina come esiste nel latte rappreso. Le glandule vengono fortemente eccitate da caseina preparata chimicamente e da glutine; ma queste sostanze (l'ultima non essendo stata imbevuta nell'acido cloridrico debole) non vengono disciolte che in parte, come pure avvenne quando si trattò della Drosera. La secrezione, quando contiene materia animale in soluzione, se cagionata da solidi o da liquidi, come un'infusione di carne cruda, latte, od una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca, viene presto assorbita; e le glandule, che prima erano limpide e di color verdastro, divengono brunastre e contengono masse di materia granulare aggregata. Questa materia, per i suoi movimenti spontanei, consiste senza dubbio di protoplasma. Tale effetto non viene prodotto dall'azione di fluidi non nitrogenati. Dopo che le glandule sono state eccitate a secernere liberamente, cessano per qualche tempo di secernere, ma ricominciano nel corso d'alcuni giorni.

Le glandule in contatto con polline, colle foglie d'altre piante e con varie specie di semi emettono molta secrezione acida, ed assorbono dipoi da esse materia probabilmente di natura albuminosa. Nè il vantaggio così ottenuto può essere insignificante, poichè una quantità considerevole di polline deve venir soffiato dalle molte carici, erbe, ecc., fecondate dal vento, le quali crescono dove vive la *Pinguicula*, sulle foglie densamente coperte di viscose glandule e formanti grandi rosette. Anche alcuni grani di polline sopra una sola glandula la fanno secernere copiosamente. Abbiamo pure veduto quanto spesso le piccole foglie dell'*Erica tetralix* e d'altre piante, come pure varie specie di semi e di frutta, specialmente di *Carex*, s'attaccano alle foglie. Una foglia di *Pinguicula* aveva preso dieci piccole foglie d'Erica, e tre foglie sulla stessa pianta avevano preso ciascuna un seme.

Digitized by Google

Semi sottoposti all'azione della secrezione vengono talvolta uccisi o le pianticelle vengono danneggiate. Possiamo perciò concludere che la *Pinguicula vulgaris*, colle sue piccole radici, non solo è sostenuta in gran parte dallo straordinario numero d'insetti che essa abitualmente piglia, ma trae nutrimento anche dal polline, dalle foglie e dai semi d'altre piante che s'attaccano spesso alle sue foglie. È perciò in parte un erbivoro, in parte un carnivoro.

PINGUICULA GRANDIFLORA

Questa specie è sì strettamente affine all'ultima, che è classificata dal dottore Hooker come una sotto-specie. Differisce specialmente nelle dimensioni maggiori delle sue foglie, e nei peli glandulari presso la parte basale della costa di mezzo, i quali sono più lunghi. Ma differisce pure nella costituzione; il signor Ralfs, che fu sì cortese da mandarmene delle piante dalla Cornovaglia, m'informa, che essa cresce in siti piuttosto differenti; ed il dott. Moore, dei Giardini botanici di Glasnevin, mi fa noto, che è molto più agevole a coltivarsi, crescendo liberamente e fiorendo ogni anno, mentre la *Pinguicula vulgaris* dev'esser rinnovata ogni anno. Il signor Ralfs trovò numerosi insetti e frammenti d'insetti attaccati a quasi tutte le foglie. Essi consistevano principalmente di Ditteri, con alcuni Imenotteri, Omotteri, Coleotteri ed una tignuola. Sopra una foglia v'erano nove insetti morti, oltre ad alcuni ancora vivi. Egli osservò pure alcuni frutti di *Carex pulicaris*, nonchè semi di questa stessa *Pinguicula* attaccati alle foglie. Io non feci che due esperimenti con questa specie; primo, posi una mosca presso al margine d'una foglia, e dopo 16 ore questa fu trovata bene incurvata. Secondo, parecchie mosche piccole furono messe in fila lungo un margine di un'altra foglia, ed il mattino seguente questo margine intero era arricciato verso l'interno, precisamente come colla *Pinguicula vulgaris*.

PINGUICULA LUSITANICA

Questa specie, di cui mi furono mandati dei campioni vivi dal sig. Ralfs dalla Cornovaglia, è molto distinta dalle due precedenti. Le foglie sono piuttosto minori, molto più trasparenti, e sono segnate da vene purpuree ramificantisi. I margini delle foglie sono molto più incurvati; quelli delle foglie più vecchie si stendono sopra un terzo dello spazio fra la costa di mezzo e l'esterno. Come nelle altre due specie, i peli glandulari consistono di più lunghi e di più corti, ed hanno la stessa struttura; ma le glandule differiscono nell'essere purpuree e nel contenere spesso materia granulare prima d'essere state eccitate. Nella parte inferiore della foglia, quasi metà dello spazio da ciascun lato fra la costa di mezzo ed i margini è priva di glandule; essendo queste rimpiazzate da lunghi peli multicellulari piuttosto rigidi, che s'incrociano sopra la costa di mezzo. Questi peli servono forse ad impe-

Digitized by Google

dire agl'insetti di fermarsi su quella parte della foglia, dove non sono glandule viscose, da cui possano venir presi; ma è appena probabile che siano stati sviluppati a questo scopo. I vasi spirali, procedenti dalla costa di mezzo, terminano al margine estremo della foglia in cellule spirali; ma queste non sono sì bene sviluppate come nelle due specie precedenti. I peduncoli dei fiori, i sepali ed i petali sono guarniti di peli glandulari pari a quelli delle foglie.

Le foglie prendono molti piccoli insetti, che si trovano specialmente sotto i margini incurvati, probabilmente là cacciati dalla pioggia. Il colore delle glandule, su cui siano giaciuti lungamente degl'insetti, è cambiato, essendo o brunastro o purpureo pallido, ed il loro contenuto è grossolanamente granulare; sicchè assorbono evidentemente materia dalla loro preda. Anche foglie di *Erica tetralix*, fiori d'un *Galium*, foglioline d'erbe, ecc., erano attaccate a qualcuna delle foglie. Parecchi degli esperimenti fatti sulla *Pinguicula vulgaris* furono ripetuti sulla *Pinguicula lusitanica*, e saranno ora riferiti.

1) Un pezzo d'*albume*, di dimensioni moderate ed angolari, fu posto sopra un lato d'una foglia, a metà fra la costa di mezzo ed il margine per natura incurvato. In 2 ore e 15 minuti le glandule emisero molta secrezione e quel lato divenne più piegato dell'opposto. L'inflessione aumentò, ed in 3 ore e 30 minuti si stese, quasi fino all'apice. Dopo 24 ore il margine era arrotondato a cilindro, di cui la superficie esterna toccava la lamina della foglia ed arrivava fino ad $^1/_{20}$ di pollice della costola di mezzo. Dopo 48 ore cominciò a spiegarsi, ed in 72 ore si tese completamente. Il cubo era arrotondato e molto ridotto in grandezza, il resto essendo in istato di semiliquefazione.

2) Un pezzo moderatamente grande d'*albume* fu posto presso l'apice d'una foglia, sotto al margine per natura incurvato. In 2 ore e 30 minuti fu eccitata molta secrezione, ed il mattino seguente il margine di questo lato era più incurvato dell'opposto, ma in sì alto grado come nell'ultimo caso. Il margine si spiegò nello stesso modo di prima. Una grande parte dell'albume fu disciolta, rimanendo sempre un residuo.

3) Grandi pezzi d'*albume* furono posti in fila sulle coste di mezzo di due foglie, ma non produssero nessun effetto nel corso di 24 ore; nè s'avrebbe potuto aspettarsi ciò, poichè quand'anche ci fossero state ivi delle glandule, le lunghe setole avrebbero impedito all'albume di venir in contatto con esse. Su ambe le foglie i pezzi vennero ora spinti rasente ad un margine, ed in 3 ore e 30 minuti questo divenne tanto incurvato che la superficie esterna toccava la lamina; mentre il margine opposto non fu menomamente attaccato. Dopo tre giorni i margini d'ambe le foglie coll'albume erano ancora incurvati quanto mai, e le glandule secernevano ancora copiosamente. Nella *Pinguicula vulgaris* non ho mai veduta inflessione di sì lunga durata.

4) Due *semi di carolo*, dopo essere stati imbevuti per un'ora nell'acqua, furono posti presso al margine d'una foglia, e fecero aumentare in 3 ore e 20 minuti la secrezione e l'incurvamento. Dopo 24 ore la foglia era in parte spiegata, ma le glandule secernevano ancora liberamente. Esse cominciarono a disseccarsi in 48 ore e dopo 72 ore erano quasi asciutte I due semi furono allora posti sopra sabbia umida in condizioni propizie per crescere; ma essi non germogliarono mai, e dopo alcun tempo furono trovati fradici. Essi erano stati uccisi senza dubbio dalla secrezione.

Digitized by Google

5) Piccoli pezzi d'una *foglia di spinace* fecero aumentare la secrezione in un'ora e 20 minuti, ed incurvare chiaramente il margine dopo 3 ore e 20 minuti. Il margine era bene incurvato dopo 9 ore e 15 minuti, ma dopo 24 ore era ri-teso quasi completamente. Le glandule in contatto collo spinace divennero asciutte in 72 ore. Pezzi d'albume erano stati posti il dì innanzi sul margine opposto di questa stessa foglia, nonchè su quello d'una foglia con semi di cavolo, e questi margini rimasero strettamente incurvati per 72 ore, mostrando quanto più durevole è l'effetto dell'albume di quello delle foglie di spinace o dei semi di cavolo.

6) Una fila di piccoli *frammenti di vetro* fu posta lungo un margine d'una foglia; non fu prodotto nessun effetto in 2 ore e 10 minuti, ma dopo 3 ore e 25 minuti sembrò vi fosse una traccia d'inflessione, e questa era distinta, benchè non fortemente marcata, dopo 6 ore. Le glandule in contatto coi frammenti secernevano ora più liberamente di prima; sicchè esse sembrano venir eccitate dalla pressione d'oggetti inorganici più facilmente delle glandule della *Pinguicula vulgaris*. La suddetta inflessione leggiera del margine non era aumentata dopo 24 ore, e le glandule cominciavano ora ad asciugarsi. La superficie d'una foglia, presso alla costa di mezzo e verso la base, fu stropicciata e graffiata per qualche tempo, ma non ne seguì nessun movimento. I lunghi peli che ivi sono situati, furono trattati nel modo stesso, con nessun effetto. Quest'ultima prova fu fatta perchè credevo che i peli potessero essere forse sensitivi ad un tocco, come i filamenti della Dionea.

7) I peduncoli, i sepali ed i petali dei fiori portano glandule nell'aspetto generale pari a quelle delle foglie. Un pezzo di peduncolo di fiore fu lasciato perciò per un'ora in una soluzione d'una parte di carbonato d'ammoniaca in 437 d'acqua, e ciò fece cangiare le glandule da un roseo brillante ad un colore porporino fosco; ma il loro contenuto non presentava aggregazione distinta. Dopo 8 ore e 30 minuti esse divennero incolore. Due cubi minuti d'albume furono posti sulle glandule d'un peduncolo di fiore, ed un altro cubo fu messo sulle glandule d'un sepalo; ma non furono eccitati ad aumento di secrezione, e l'albume dopo due giorni non era menomamente ammollito. Quindi queste glandule differiscono evidentemente molto nel funzionare da quelle delle foglie.

Dalle osservazioni precedenti sulla *Pinguicula lusitanica* vediamo che i margini delle foglie, per natura molto incurvati, sono eccitati ad incurvarsi ancor più verso l'interno dal contatto con corpi organici ed inorganici; che l'albume, i semi di cavolo, pezzi di foglie di spinace e frammenti di vetro fanno secernere le glandule più liberamente; — che l'albume viene disciolto dalla secrezione, e i semi di cavolo vengono da essa uccisi; — e finalmente che le glandule assorbono materia dagl'insetti, che sono presi in grandi quantità dalla secrezione viscida. Sembra che le glandule sui peduncoli dei fiori non abbiano codesta facoltà. Questa specie differisce dalla *Pinguicula vulgaris* e dalla *grandiflora* nei margini delle foglie, poichè, quando sono eccitati da corpi organici, s'incurvano in più alto grado, e la loro inflessione dura più a lungo. Le glandule sembrano anche essere più facilmente eccitate ad aumento di secrezione da corpi, che non cedono materia nitrogenata solubile. In altri riguardi, per quanto servono le mie osservazioni, tutte e tre le specie concordano nelle loro facoltà funzionali.

Digitized by Google

CAPITOLO XVII.

UTRICULARIA

Utricularia neglecta. — Struttura della vescica. — Usi delle differenti parti. - Numero di animali imprigionati. — Modo di prenderli. — Le vesciche non possono digerire materia animale, ma assorbono i prodotti della sua putrefazione. — Esperimenti sull'assorbimento di certi fluidi per mezzo dei processi quadrifidi. — Assorbimento per mezzo delle glandule. — Sommario dell'osservazione sull'assorbimento. — Sviluppo delle vesciche. — *Utricularia vulgaris.* — *Utricularia minor.* — *Utricularia clandestina.*

Fui tratto ad investigare i costumi e la struttura delle specie di questo genere in parte perchè appartengono alla stessa famiglia naturale della *Pinguicula*, ma più specialmente dal rapporto del sig. Holland, che « si trovano spesso insetti acquatici imprigionati nelle vesciche », i quali egli sospetta « siano destinati a cibare la pianta » (1). Le piante ch'io dapprima ricevetti come *Utricularia vulgaris* dalla Nuova Foresta nell'Hampshire e dalla Cornovaglia, e sulle quali ho principalmente sperimentato, sono state determinate dal dott. Hooker essere una rarissima specie britannica, l'*Utricularia neglecta* di Lehm (2). Ricevetti in seguito la vera *Utricularia vulgaris* dall'Yorkshire. Dopo che aveva tratta la seguente descrizione dalle mie proprie osservazioni e da quelle di mio figlio, Francesco Darwin, è comparsa un'importante memoria del prof. Cohn sull'*Utricularia vulgaris* (3); e non è stata soddisfazione piccola la mia di trovare che il mio resoconto concorda quasi completamente con quello di codesto distinto osservatore. Pubblicherò la mia descrizione come stava prima che leggessi quella del prof. Cohn, aggiungendo talvolta qualche particolarità, appoggiato alla sua autorità.

Utricularia neglecta. — L'aspetto generale d'un ramo (aggrandito circa due volte), colle foglie pinnatifide, che portano vesciche, è rappresentato nello schizzo

(1) Il *Quart. Mag. of the High Wycombe Nat. Hist. Soc.*, luglio 1868, p. 5. DELPINO (*Ulteriori Osservazioni sulla Dicogamia*, ecc. 1868-1869, p. 16) cita pure CROUAN come quello che ha trovato (1858) dei crostacei entro le vesciche dell'*Utricularia vulgaris*.

(2) Sono molto obbligato al Rev. H. M. WILKINSON, di Bistern, perchè m'ha mandato parecchie belle partite di questa specie dalla *New Forest* (Nuova Foresta). Anche il sig. RALFS fu sì gentile da mandarmi delle piante vive di questa specie dalle vicinanze di Penzance in Cornovaglia.

(3) *Beitrage zur Biologie der Pflanzen*, drittes Heft, 1875.

Digitized by Google

qui sotto (fig. 17). Le foglie si biforcano continuamente, sicchè una di piena grandezza termina con venti a trenta punte. Ogni punta è sormontata da una setola corta e diritta, e leggiere tacche sui lati delle foglie portano simili setole. Su ambe le superficie vi sono molte piccole papille, coronate da due cellule emisferiche in istretto contatto. Le piante sono sospese presso la superficie dell'acqua, e sono affatto mancanti di radici, anche durante il periodo primitivo di sviluppo (1). Esse abitano comunemente, come più d'un osservatore mi ha rimarcato, fossi assai torbidi e sporchi.

Le vesciche offrono il punto principale d'interesse. Ve ne sono spesso due o tre sulla stessa foglia, divisa generalmente presso la base; sebbene io ne abbia veduto anche una che sorgeva dallo stelo. Esse sono sostenute da gambi corti. Quando hanno raggiunto il loro completo sviluppo, sono lunghe quasi $^1/_{10}$ di pollice (mill. 2,54). Sono trasparenti, di color verde, e le pareti sono formate di due strati di cellule. Le cellule esterne sono poligone e grandi anzichenò; ma in molti dei punti dove gli angoli s'incontrano, vi sono cellule minori arrotondate. Queste ultime sostengono corte proiezioni coniche, sormontate da due cellule emisferiche in sì stretta connessione, che sembrano unite; ma spesso si separano un poco quando vengono immerse in certi fluidi. Le papille così formate sono esattamente pari a quelle sulle superficie delle foglie. Quelle sulla stessa vescica variano molto di grandezza, e ve ne sono alcune, specialmente su vesciche molto giovani, le quali hanno un contorno ellittico anzichè circolare. Le due cellule terminali sono trasparenti, ma debbono tenere molta materia in soluzione, a giudicare dalla quantità coagulata da prolungata immersione nell'alcool od etere.

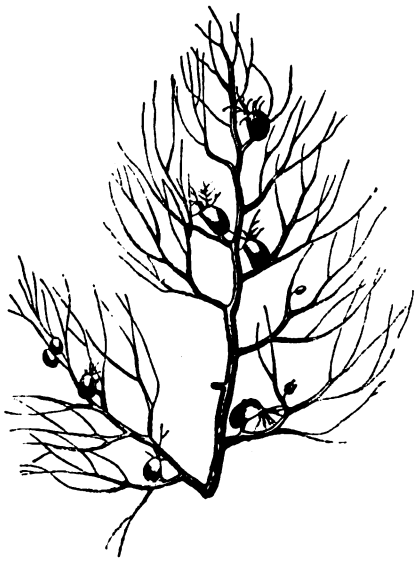

Fig. 17 — *Utricularia neglecta.*
Ramo colle foglie separate, che portano vesciche; aggrandito circa due volte.

Le vesciche sono piene d'acqua. Esse contengono in generale, ma assolutamente non sempre, delle bolle d'aria. Secondo la quantità dell'acqua e dell'aria contenuta, variano molto in grossezza, ma sono sempre un po' compresse. In un primo

(1) Deduco che la cosa è così da un disegno d'una pianticella dato dal dott. WARMING nel suo scritto *Bidrag til Kundskaben om Lentibulariaceae*, dai *Videnskabelige Meddelelser*, Copenhagen 1874, Nos. 3-7, pp. 33-58.

Digitized by Google

stadio di sviluppo, la superficie piatta o ventrale guarda verso l'asse o stelo; ma i gambi devono avere qualche facoltà di movimento; giacchè nelle piante tenute nella mia serra la superficie ventrale era generalmente rivolta o rettamente od obliquamente all'ingiù. Il rev. H. M. Wilkinson esaminò per me delle piante allo stato di natura, e trovò che ordinariamente la cosa è così, ma le vesciche più giovani avevano spesso le loro valve rivolte all'insù.

L'aspetto generale d'una vescica guardata lateralmente, colle appendici rappresentate sul lato vicino, è mostrato nella figura qui unita (fig. 18). Il lato inferiore donde sorge il gambo è quasi diritto, ed io l'ho chiamato la superficie ventrale. L'altro, o superficie dorsale, è convesso e termina in due lunghi prolungamenti, formati di parecchie file di cellule, che contengono clorofilla e portano, specialmente sull'esterno, sei o sette setole lunghe, acute, multicellulari. Questi prolungamenti della vescica si possono chiamare convenientemente le antenne, poichè la intera vescica (fig. 17) somiglia in modo curioso ad un crostaceo entomostrace, mentre il corto gambo rappresenta la coda. Nella fig. 18 è mostrata la sola antenna prossima. Sotto le due antenne l'estremità della vescica è troncata leggermente, e qui è situata la parte più importante dell' intera struttura, cioè l'entrata e la valva. Su ogni lato dell'entrata sporgono verso l'esterno da tre e di rado a sette setole lunghe multicellulari; ma nel disegno non sono mostrate che quelle sul lato prossimo (in numero di quattro). Queste setole, insieme a quelle portate dalle antenne, formano una specie di cono vuoto circostante all'ingresso.

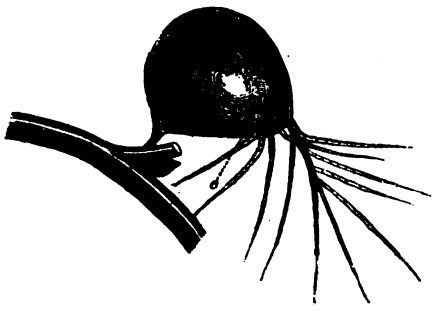

Fig. 18 — *Utricularia neglecta.*

Vescica; molto aggrandita. *c*, collare veduto indistintamente attraverso alle pareti.

La valva si piega nella cavità della vescica, o all'insù nella fig. 18. È attaccata da tutte le parti alla vescica, tranne col suo margine posteriore, o coll'inferiore nella fig. 19, che è libero, e forma un lato dell'orifizio a fessura, che conduce nella vescica. Questo margine è acuto, sottile e liscio, e posa sull'orlo d'un margine o collare, che penetra profondamente nella vescica, come mostra la sezione lungitudinale (fig. 20) del collare e della valva; ciò è pure mostrato in *c*, nella fig. 18. L'orlo della valva può così aprirsi soltanto verso l'interno. Penetrando tanto il collare che la valva nella vescica, si forma qui una cavità o depressione, alla cui base sta l'orifizio a fessura.

La valva è incolora, molto trasparente, flessibile ed elastica. È convessa in direzione trasversa, ma è stata disegnata (fig. 19) in uno stato appiattito, che aumenta la sua larghezza apparente. Essa è formata, secondo Cohn, di due strati

Digitized by Google

di cellule piccole, che sono unite ai due strati di cellule maggiori che formano le pareti della vescica, di cui essa è evidentemente un prolungamento. Due paia di acute setole trasparenti, circa della lunghezza della stessa valvola, sorgono presso il libero margine posteriore (fig. 18), e mirano obliquamente all'infuori nella

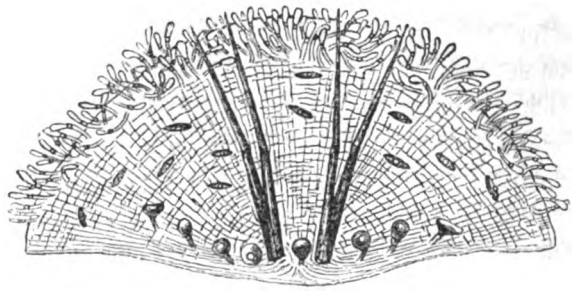

Fig. 19 — *Utricularia neglecta.*
Valva di vescica; assai ingrandita.

direzione delle antenne. Vi sono anche sulla superficie della valva numerose glandule, come io le chiamerò; poichè hanno il potere d'assorbire, sebbene io dubiti che secernano mai. Consistono di tre specie, che sino ad un certo punto si graduano l'una l'altra. Quelle situate intorno al margine anteriore della valva (margine superiore nella fig. 19) sono molto numerose ed affollate insieme; esse consistono in una testa oblunga su di un lungo picciuolo. Il picciuolo stesso è formato d'una cellula allungata, sormontata da una corta. Le glandule verso il libero margine posteriore sono molto maggiori, poche di numero e quasi sferiche, avendo picciuoli corti; la testa è formata dalla confluenza di due cellule, di cui l'inferiore corrisponde alla corta cellula superiore del picciuolo delle glandule oblunghe. Le glandule della terza specie hanno teste allungate trasversalmente, e sono situate su gambi cortissimi; sicchè stanno parallelamente e rasente alla superficie della valva; esse possono chiamarsi le glandule a due braccia. Le cellule formanti tutte queste glandule contengono un nucleo, e sono foderate d'uno strato sottile di protoplasma più o meno granulare, l'otricolo primordiale di Mohl. Esse sono ripiene di fluido, che deve tenere molta materia in soluzione, a giudicare dalla quantità coagulata, dopo che sono state lungo tempo immerse in alcool od etere. La depressione, in cui sta la valva, è pure cospersa di glandule innumerevoli

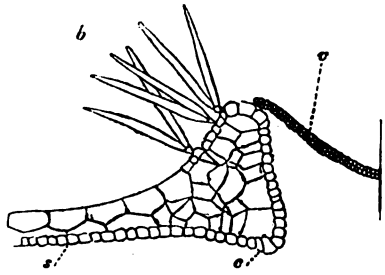

Fig. 20 — *Utricularia neglecta.*
Sezione longitudinale verticale attraverso la porzione ventrale di una vescica, mostrando valva e collare. *v*, valva; l'intera proiezione al disopra di *c* forma il collare; *b*, processi bifidi; *s*, superficie ventrale di una vescica.

Digitized by Google

di cui quelle sui lati hanno teste oblunghe e picciuoli allungati, esattamente come le glandule sulle attigue parti della valva.

Il collare (chiamato da Cohn *peristoma*) è evidentemente formato, come la valva, da una sporgenza interna delle pareti della vescica. Le cellule componenti la superficie esterna o quella che guarda verso la valva, hanno pareti piuttosto grosse, sono di color brunastro, minute, molto numerose ed allungate; le più basse sono divise in due da tramezzi verticali. Il tutto presenta un aspetto complesso ed elegante. Le cellule che formano la superficie interna sono unite a quelle sopra l'intera superficie interna della vescica. Lo spazio fra la superficie interna e la esterna consiste di tessuto cellulare lasso (fig. 20). La parte interna è densamente coperta di delicati processi bifidi, che saranno poi descritti. Il collare riesce così ingrossato; ed è rigido, sicchè serba lo stesso contorno, sia che la vescica contenga poca o molt'aria ed acqua. Ciò è di grande importanza, poichè altrimenti la valvola sottile e flessibile andrebbe soggetta a venir contorta, ed in tal caso non agirebbe convenientemente.

Insomma l'ingresso nella vescica, formato dalla valva trasparente, colle sue quattro setole sporgenti obliquamente, le sue numerose glandule diversamente conformate, circondato dal collare, che porta glandule al di dentro e setole al di fuori, in uno alle setole portate dalle antenne, presenta un aspetto straordinariamente complesso, quando è veduto sotto il microscopio.

Considereremo ora la struttura interna della vescica. L'intera superficie interna, ad eccezione della valva, si vede sotto una lente moderatamente forte essere coperta d'una fitta massa di processi (fig. 21). Ognuno di questi consiste di quattro braccia divergenti; donde il loro nome di processi quadrifidi. Essi sorgono da piccole cellule angolari, alle congiunzioni degli angoli delle cellule maggiori, che formano l'interno della vescica. La parte media della superficie superiore di queste piccole cellule sporge un poco, e poi si contrae in un gambo cortissimo e stretto, che porta le quattro braccia (fig. 22). Di queste, due sono lunghe, ma spesso non proprio egualmente, e sporgono obliquamente verso l'interno e verso l'estremità posteriore della vescica. Le altre due sono molto più brevi, e sporgono ad angolo minore, cioè, s'avvicinano di più alla posizione orizzontale e sono diretti verso l'estremità anteriore della vescica. Queste braccia non sono che moderatamente acute; sono composte di membrana trasparente estremamente sottile, sicchè possono venir piegate od addoppiate in ogni direzione senza rompersi. Esse sono foderate d'uno strato delicato di protoplasma, come lo è anche la corta proiezione conica, onde sorgono. Ogni braccio contiene in generale (ma non invariabilmente) una particella minuta debolmente bruna, arrotondata, o più comunemente allungata, la quale presenta continui movimenti Browniani. Queste particelle cambiano lentamente le loro posizioni, e passano da un'estremità all'altra delle braccia, ma si trovano comunemente presso le loro basi. Esse sono presenti nei processi qua-

Digitized by Google

drifidi di vesciche giovani, quando sono soltanto ad un terzo circa della loro piena grandezza. Esse non assomigliano a nuclei ordinari, ma credo che siano nuclei allo stato modificato, poichè, quando mancavano, potei appunto talvolta distinguere ai loro posti un alone delicato di materia, che racchiudeva una macchia più oscura. Inoltre, i quadrifidi dell'*Utricularia montana* contengono particelle piuttosto maggiori e molto più regolarmente sferiche, ma del resto uguali, strettamente rassomiglianti ai nuclei nelle cellule, che formano le pareti delle vesciche. Nel caso presente vi erano talvolta due, tre od anche più particelle quasi uguali entro un solo braccio; ma, come vedremo poi, la presenza di più d'una sembrava sempre essere connessa coll'assorbimento di materia putrefatta.

Fig. 21.

Utricularia neglecta.

Piccola porzione dell'interno di una vescica, molto aggrandita, la quale mostra processi quadrifidi.

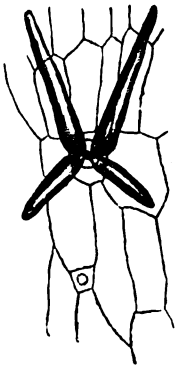

Fig. 22.

Utricularia neglecta.

Uno dei processi quadrifidi assai aggrandito.

La parte interna del collare (vedi indietro la fig. 20) è coperta di parecchie e dense file di processi, differenti in nessun importante riguardo dai quadrifidi, tranne che portano solamente due braccia invece di quattro; essi sono però piuttosto più stretti e più delicati. Li chiamerò i bifidi. Essi sporgono nella vescica, e sono diretti verso la sua estremità posteriore. I processi quadrifidi e bifidi sono senza dubbio omologhi alle papille sull'esterno della vescica e delle foglie, e vedremo che sono sviluppati da papille strettamente eguali.

Usi delle diverse parti. — Dopo la lunga, ma necessaria descrizione precedente delle parti, passeremo ai loro usi. Si suppose da alcuni autori, che le vesciche servissero di zattere; ma rami che non portavano vesciche, ed altri da cui erano state levate, galleggiarono perfettamente, in causa dell'aria, negli spazi intercellu-

Digitized by Google

lari. Vesciche contenenti animali morti e pigliati racchiudono ordinariamente bolle d'aria, ma non possono essere state generate soltanto dal processo di putrefazione, avendo io spesso veduto aria in vesciche giovani, nette e vuote; e delle vesciche vecchie con molta materia corrompentesi non avevano bolle.

L'uso vero delle vesciche è di pigliare piccoli animali acquatici, ed esse fanno ciò in larga scala. Nella prima partita di piante ch'io ricevetti dalla *New Forest* (Nuova Foresta) in principio di luglio, una grande quantità di vesciche completamente cresciute contenevano preda; in una seconda partita, ricevuta ai primi d'agosto, la più parte delle vesciche erano vuote, ma erano state scelte piante cresciute nell'acqua straordinariamente pura. Nella prima partita, mio figlio esaminò diciassette vesciche, contenenti preda di qualche specie, ed otto di esse contenevano crostacei entomostraci, tre larve d'insetti, una ancora viva, e sei avanzi d'animali tanto putrefatti, che non si potè distinguere la loro natura. Io spiccai cinque vesciche che sembravano molto piene, e vi trovai quattro, cinque, otto e dieci crostacei, e nella quinta una sola larva molto allungata. In altre cinque vesciche, scelte perchè contenevano avanzi, ma non parevano molto piene, vi erano uno, due, quattro e cinque crostacei. Una pianta d'*Utricularia vulgaris*, ch'era stata tenuta nell'acqua quasi pura, fu posta da Cohn una sera nell'acqua abbondante di crostacei ed il mattino seguente la più parte delle vesciche contenevano questi animali accalappiati e nuotanti tutto intorno alle loro prigioni. Essi rimasero vivi per parecchi giorni; ma finalmente perirono, asfissiati, come io suppongo, per essere stato consumato tutto l'ossigeno dell'acqua. Il Cohn trovò anche dei vermi d'acqua dolce in alcune vesciche. In tutti i casi le vesciche con materia putrefatta abbondano d'alghe vive di molte specie, d'infusorii e d'altri bassi organismi, che evidentemente vivevano come intrusi.

Gli animali entrano nelle vesciche curvando verso l'interno il libero margine posteriore della valva, che, per essere elastico in alto grado, si richiude sull'istante. Essendo il margine estremamente sottile, e adattandosi strettamente contro l'orlo del collare, ambedue sporgenti nella vescica (vedi sezione, fig. 20), sarebbe evidentemente molto difficile per qualunque animale d'uscire una volta imprigionato, ed evidentemente essi non iscappano mai. Per mostrare quanto strettamente il margine s'adatta, posso qui menzionare, che mio figlio trovò una Dafnia che aveva introdotto una delle sue antenne nella fessura, e fu così tenuta ferma durante un giorno intero. In tre o quattro casi ho veduto larve lunghe e strette, tanto morte che vive, serrate fra l'angolo della valva ed il collare, con metà dei loro corpi entro la vescica e metà fuori.

Avendo io grande difficoltà per comprendere come animali sì piccoli e deboli, come quelli che spesso vengono presi, potevano farsi strada nelle vesciche, feci molti esperimenti per determinare come ciò era posto ad effetto. Il margine libero della valva si piega così facilmente, che non s'incontra nessuna resistenza intro-

Digitized by Google

ducendovi un ago od una setola sottile. Un capello umano sottile, fissato ad un manico e mozzato in modo che non ne sporgesse che $^1/_4$ di pollice, entrò con qualche difficoltà; un pezzo più lungo cedette invece d'entrare. In tre casi particelle minute di vetro turchino (onde fosse distinto facilmente) furono poste su alcune valve mentre erano sott'acqua, e tentando delicatamente di muoverle con un ago, sparvero sì repentinamente che, non avendo veduto quel ch'era successo, credetti d'averli gettati via; ma avendo esaminate le vesciche, essi furono trovati rinchiusi sicuramente. La stessa cosa accadde a mio figlio, il quale pose dei piccoli cubi di bosso verde (circa $^1/_{60}$ di pollice, millimetri 0,423) su alcune valve; e tre volte nell'atto di porli sopra, o mentre delicatamente li cambiava di posto, la valva s'aprì improvvisamente, ed essi furono inghiottiti. Egli pose poi pezzi uguali di legno su altre valve e le mosse intorno per qualche tempo, ma non entrarono. Inoltre, posi su tre valve delle particelle di vetro turchino, e su altre due valve dei truciuoli estremamente minuti di piombo; dopo una o due ore nessuno ve n'era entrato, ma in 2 a 5 ore tutti e cinque erano rinchiusi. Una delle particelle di vetro era una scheggia lunga, di cui una estremità posava obliquamente sulla valva, e dopo alcune ore essa fu trovata fissata, metà entro la vescica e metà sporgente fuori, coll'orlo della valva che s'adattava strettamente tutt'intorno, tranne ad un angolo, dove restava aperto un piccolo spazio. Era fissata così saldamente, al paro delle su mentovate larve, che la vescica venne strappata e scossa, e tuttavia la scheggia non cadde fuori. Mio figlio pose su tre valve anche dei piccoli cubi (circa $^1/_{65}$ di pollice, millimetri 0,391) di bosso verde, i quali erano appunto tanto pesanti da affondare nell'acqua. Essi furono esaminati dopo 19 ore e 30 minuti, ed erano ancora sulle valve; ma dopo 22 ore e 30 minuti, uno fu trovato rinchiuso. Posso qui riferire d'aver trovato in una vescica d'una pianta, che cresceva allo stato di natura, un grano di sabbia, ed in un'altra vescica tre grani; essi dovevano esser caduti per qualche accidente sulle valvole, e poi entrati come le particelle di vetro.

Il lento piegarsi della valva per il peso di particelle di vetro ed anche di bosso, benchè sostenute in gran parte dall'acqua, suppongo sia analogo al lento piegarsi delle sostanze colloidi. Per esempio, si posero delle particelle di vetro su vari punti di strette striscie di gelatina inumidita, e queste cedettero e s'incurvarono con estrema lentezza. È molto più difficile comprendere come il muovere pian piano una particella da una parte d'una valva ad un'altra la faccia aprire improvvisamente. Per determinare se le valve siano dotate d'irritabilità, le superficie di parecchie furono graffiate con un ago o spazzolate con una spazzola di sottile pelo di camello, in modo da imitare il movimento strisciante di piccoli crostacei, ma la valva non s'aprì. Prima di spazzolarle si lasciarono delle vesciche per alcun tempo nell'acqua a temperature fra 80° e 130° F. (26°,6-54°,4 cent.), poichè giudicando da una diffusa analogia, ciò le avrebbe rese più sensitive all'irritazione,

Digitized by Google

o da se stesso avrebbe eccitato movimento; ma non venne prodotto nessun effetto. Possiamo perciò concludere che gli animali fannosi semplicemente strada attraverso l'orifizio a fessura, servendo le loro teste da cuneo. Ma mi sorprende che animali tanto piccoli e deboli come quelli che vengono spesso pigliati (per es. il nauplio d'un crostaceo, ed un tardigrado) siano forti abbastanza da agire in tal modo, vedendo che era stato difficile di ficcar dentro una estremità d'un pezzo di un capello lungo 1|4 di pollice. Nondimeno è certo che animali deboli e piccoli entrano, e la signora Treat di New Jersey è riuscita meglio d'alcun altro osservatore, ed ha spesso assistito nel caso dell'*Utricularia clandestina*, all'intero processo (1). Ella vide un tardigrado girare lentamente intorno alla vescica, come in ricognizione; finalmente si trascinò nella depressione, dove sta la valva, e poi entrò facilmente. Essa fu testimonio anche della presa di molti crostacei minuti. Il *Cypris* « era molto circospetto, ma tuttavia veniva spesso pigliato. Venendo « all'ingresso d'una vescica, esso voleva talvolta fermarsi un momento, e poi « sfuggir via; altre volte voleva venire rasente ed anche azzardare di percorrere « parte della via verso l'entrata, ma tornava fuori come timoroso. Un altro, troppo « ardito, volle aprire la porta ed entrare; appena fu dentro, manifestò allarme, « ritirò i suoi piedi e le sue antenne, e chiuse la sua conchiglia ». Le larve, apparentemente di zanzare, quando « si cibano presso l'ingresso, sono quasi certe « di spingere le loro teste nella rete, d'onde non v'è scampo. Una larva grande è « tal volta inghiottita in tre o quattro ore, ed il processo rammenta quello di cui « fui testimone quando una rana grande cadde vittima di una piccola serpe ». Ma non apparendo la valva punto irritabile, il processo di lento inghiottimento deve essere l'effetto del movimento in avanti della larva.

È difficile supporre che cosa possa attrarre tanti animali, crostacei carnivori ed erbivori, vermi, tardigradi e varie larve, ad entrare nelle vesciche. La signora Treat dice che le larve or ora accennate sono erbivore, e sembrano avere un'inclinazione speciale per le lunghe setole intorno alla valva, ma questo gusto non renderebbe ragione dell'ingresso di crostacei carnivori. Forse i piccoli animali acquatici tentano entrare in ogni piccola fessura, come quella fra la valva ed il collare, in cerca di cibo o di protezione. Non è probabile che la trasparenza notevole della valva sia una circostanza accidentale, e la macchia di luce così formata può servire di guida. Le lunghe setole intorno all'entrata servono evidentemente per lo stesso scopo. Credo che la cosa sia così, perchè le vesciche di alcune specie epifitiche e di palude d'*Utricularia*, le quali vivono internate od in vegetazione intralciata o nella melma, non hanno setole intorno all'entrata, e queste in tali condizioni non sarebbero di nessuna utilità come guida. Nondimeno, in queste specie epifitiche e di palude, due paia di setole sporgono dalla superficie della valva,

(1) *New York Tribune*, ristampato nel *Gard. Chron.*, 1875, p. 303.

Digitized by Google

come nelle specie acquatiche, ed il loro uso è probabilmente d'impedire ad animali troppo grandi il tentativo di forzare l'ingresso nella vescica, rompendo così l'orifizio.

Poichè in circostanze favorevoli la più parte delle vesciche riescono ad assicurarsi preda (in un caso furono pigliati non meno di dieci crostacei); — poichè la valva è sì bene adattata da permettere agli animali d'entrare e da impedir loro l'uscita; — e poichè l'interno della vescica presenta una struttura sì singolare, rivestito d'innumerevoli processi quadrifidi e bifidi, è impossibile dubitare che la pianta non sia stata specialmente adattata per assicurarsi la preda. Per l'analogia della *Pinguicula*, appartenente alla stessa famiglia, m'aspettavo naturalmente che le vesciche avrebbero digerito la loro preda; ma la cosa non è così, e non vi sono glandule atte a secernere il fluido opportuno. Tuttavia, per provare il loro potere di digestione, minuti frammenti di carne arrosta, tre piccoli cubi d'albume e tre di cartilagine furono spinti per l'orifizio nelle vesciche di piante vigorose. Essi vi furono lasciati dentro da un giorno a tre giorni e mezzo, e poi si tagliarono le vesciche, ma nessuna delle suddette sostanze presentava i minimi segni di digestione o dissoluzione, essendo gli angoli dei cubi acuti quanto prima. Queste osservazioni furono fatte successivamente a quelle sulla Drosera, sulla Dionea, sul *Drosophyllum* e sulla *Pinguicula*; sicchè m'era famigliare l'aspetto di codeste sostanze, quando subiscono gli stadii primi ed ultimi della digestione. Possiamo perciò concludere che l'*Utricularia* non può digerire gli animali che abitualmente piglia.

Nella più parte delle vesciche, gli animali presi sono tanto corrotti, che formano una massa polposa di un bruno pallido, coi loro integumenti chitinosi sì teneri, che cadono a pezzi colla massima facilità. Il pigmento nero delle macchie dell'occhio è conservato meglio di alcun'altra cosa. Estremità, mascelle trovansi spesso affatto staccate; ed io suppongo essere questo il risultato dei vani sforzi degli ultimi animali presi. Mi ha sorpreso qualche volta la piccola proporzione di animali in istato fresco confrontati con quelli interamente corrotti. La signora Treat riferisce, riguardo alle larve su mentovate, che « ordinariamente, in meno di « due giorni dopo che una grande n'era stata presa, il contenuto fluido delle « vesciche cominciava ad assumere un aspetto nebuloso e fangoso, e spesso dive- « niva sì denso che si perdeva di vista il contorno dell'animale ». Questo rapporto fa nascere il sospetto che le vesciche secernano del fermento che affretta il processo di putrefazione. Non v'è nessuna improbabilità inerente a questa supposizione, considerando che la carne imbevuta per dieci minuti nell'acqua mista al succo latteo della papaia diventa affatto tenera e tosto passa, come Browne osserva nella sua *Storia naturale della Giamaica*, allo stato di putridità.

Sia o no affrettata in qualche modo la corruzione degli animali imprigionati, è certo che i processi quadrifidi e bifidi assorbono da essi della materia. La natura estremamente delicata della membrana, di cui questi processi sono formati, e la

Digitized by Google

grande superficie che essi espongono, in causa del loro fitto numero sull'intera parte interna della vescica, sono tutte circostanze propizie al processo d'assorbimento. Molte vesciche perfettamente nette, che non avevano mai fatta alcuna preda, furono aperte, e non si potè distinguere nulla con un sistema obbiettivo n° 8 di Hartnack entro la delicata fodera protoplasmica, senza struttura, delle braccia, tranne in ciascuna una sola particella giallastra o nucleo modificato. Talvolta vi sono due o tre di tali particelle, ma in tal caso si scoprirebbero in generale tracce di corruzione. D'altro canto, in vesciche contenenti o un animale grande o parecchi animali piccoli putrefatti, i processi presentavano un aspetto assai diverso. Sei di tali vesciche furono esaminate diligentemente; una conteneva una larva allungata, raggomitolata; un'altra un solo crostaceo entromostrace grande, e le altre, due a cinque di minori, tutti allo stato putrefatto. In queste sei vesciche, un gran numero dei processi quadrifidi contenevano masse di materia trasparenti, spesso giallastre, più o meno confluenti, di forma sferica od irregolare. Alcuni processi però contenevano soltanto materia granulare fina, le cui particelle erano sì piccole, che non si potevano definire chiaramente col n° 8 di Hartnack. Lo strato delicato di protoplasma, che foderava le loro pareti, era in qualche caso un poco contratto. In tre casi le suddette piccole masse di materia furono osservate e schizzate a brevi intervalli di tempo; ed esse cangiavano di certo le loro posizioni relativamente l'una all'altra ed alle pareti delle braccia. Masse separate divenivano talvolta confluenti, e poi si dividevano di nuovo. Una sola piccola massa voleva emettere una sporgenza, che dopo qualche tempo si separò. Quindi non potrebbe esservi dubbio che queste masse non consistessero di protoplasma. Rammentando che molte vesciche nette vennero esaminate con egual cura, e che queste non presentavano un tale aspetto, possiamo fiduciosamente credere che il protoplasma nei casi suddetti era stato generato dall'assorbimento di materia nitrogenata dagli animali corrompentisi. In due altre vesciche, che dapprima apparivano affatto nette, dietro diligente ricerca si trovarono alcuni processi, colle loro parti esterne cariche di un po' di materia bruna, mostrando che alcuni animali minuti erano stati presi e s'erano corrotti, e le braccia racchiudevano qui alcune poche masse più o meno sferiche ed aggregate; i processi in altre parti delle vesciche erano vuoti e trasparenti. D'altro canto, deve esser riferito che in tre vesciche contenenti crostacei morti, i processi erano vuoti del pari. Di questo fatto può render ragione il non essere stati gli animali sufficientemente corrotti, il non esser stato lasciato abbastanza tempo per la generazione di protoplasma, od il suo successivo assorbimento o trasferimento ad altre parti della pianta. Si vedrà poi che in tre od in quattro altre specie d'*Utricularia* i processi quadrifidi in contatto con animali in putrefazione contenevano parimenti masse aggregate di protoplasma.

Sull'assorbimento di certi fluidi per mezzo dei processi quadrifidi e bifidi. — Questi esperimenti furono fatti per determinare, se certi fluidi, che sembra-

Digitized by Google

vano adatti allo scopo, avrebbero prodotto sui processi gli stessi effetti dell'assorbimento di materia animale corrotta. Tali esperimenti sono però difficili; giacchè non basta porre soltanto un ramo nel fluido, avvegnachè la valva chiuda sì strettamente che il fluido non vi può entrare che lentissimamente, se pur vi entra. Anche quando si cacciarono delle setole negli orifizi, esse erano in parecchi casi sì strettamente accerchiate dal sottile orlo flessibile della valva, che il fluido veniva evidentemente escluso; sicchè gli esperimenti fatti in questa maniera sono incerti e non meritano di essere riferiti. La migliore sarebbe stata di pungere le vesciche, ma non vi pensai che troppo tardi, tranne in alcuni casi. In tutte queste prove però non si può positivamente accertare che la vescica, sebbene trasparente, non contenga qualche minuto animale nell'ultimo stadio di putrefazione. Perciò la più parte de' miei esperimenti furono fatti tagliando le vesciche longitudinalmente in due; i quadrifidi vennero esaminati col n° 8 di Hartnack, poi irrigati, mentre erano sotto il copri-oggetti, con alcune goccie del fluido in prova, tenuti in una camera umida e riesaminati ad intervalli di tempo stabiliti collo stesso ingrandimento di prima.

Si provarono dapprima quattro vesciche come esperimento di controllo, nel modo or ora descritto, in una soluzione d'una parte di gomma arabica in 218 di acqua, e due vesciche in una soluzione d'una parte di zucchero in 437 d'acqua; e in nessuno dei due casi aveva avuto luogo dopo 21 ore alcun cambiamento percettibile nei quadrifidi o bifidi. Quattro vesciche vennero poi trattate nella stessa maniera con una soluzione d'una parte di nitrato d'ammoniaca in 437 d'acqua, e furono riesaminate dopo 21 ore. In due di esse i quadrifidi apparivano ora pieni di materia molto finamente granulare, e la loro fodera protoplasmica od otricolo primordiale era un po' contratto. Nella terza vescica, i quadrifidi racchiudevano granulazioni distintamente visibili, e l'otricolo primordiale era un po' contratto dopo 8 ore soltanto. Nella quarta vescica l'otricolo primordiale nella maggior parte dei processi s'era qua e là condensato in macchiette giallastre irregolari, e dalle gradazioni che si potrebbero tracciare in questo ed altri casi, queste macchie sembrano dar origine alle libere granulazioni maggiori contenute entro alcuni processi. Altre vesciche che, a quanto si poteva giudicare, non avevano pigliato mai alcuna preda, furono punte e lasciate nella stessa soluzione per 17 ore, ed i loro quadrifidi contenevano ora materia granulare finissima.

Una vescica fu dimezzata, esaminata, ed irrigata con una soluzione di una parte di carbonato d'ammoniaca in 437 d'acqua. Dopo 8 ore e 30 minuti i quadrifidi contenevano moltissime granulazioni, e l'otricolo primordiale era alquanto contratto; dopo 23 ore i quadrifidi ed i bifidi contenevano molte sfere di materia cristallina, ed in un braccio ne furono contate ventiquattro di grandezza moderata. Due vesciche dimezzate, che erano state lasciate prima per 21 ore nella soluzione di gomma (una parte in 218 d'acqua) senza essere attaccate, vennero irrigate colla soluzione di carbonato d'ammoniaca, ed ambedue ebbero i loro quadrifidi modificati quasi nella stessa maniera or ora descritta, — una dopo 9 ore, e l'altra dopo 24 ore. Due vesciche che sembravano non aver mai preso preda veruna furono punte e poste nella soluzione; i quadrifidi d'una vennero esaminati dopo 17 ore e trovati leggermente opachi; i quadrifidi dell'altra, esaminati dopo 45 ore, avevano i loro otricoli primordiali più o meno contratti con macchie giallastre condensate,

Digitized by Google

pari a quelle dovute all'azione del nitrato d'ammoniaca. Parecchie vesciche illese furono lasciate nella stessa soluzione, nonchè in una soluzione più debole d'una parte in 1750 d'acqua, o un grano in 4 oncie; e dopo due giorni i quadrifidi erano più o meno opachi, col loro contenuto finamente granulare; ma se la soluzione fosse entrata dall'orificio o fosse stata assorbita dall'interno, non sò.

Due vesciche dimezzate furono irrigate con una soluzione d'una parte d'urea in 218 d'acqua; ma quando fu adoperata questa soluzione, dimenticai che era stata tenuta per alcuni giorni in una stanza calda, ed aveva perciò generato probabilmente dell'ammoniaca; ad ogni modo, i quadrifidi furono attaccati dopo 21 ore, come se fosse stata adoperata una soluzione di carbonato d'ammoniaca; giacchè l'otricolo primordiale era condensato in macchie, che sembravano dividersi in granulazioni separate. Tre vesciche dimezzate furono pure irrigate con una soluzione fresca d'urea della stessa forza; i loro quadrifidi dopo 21 ore erano molto meno attaccati che nel caso precedente; nondimeno, l'otricolo primordiale in qualche braccio era un poco contratto ed in altri era diviso in due sacchi quasi simmetrici.

Tre vesciche dimezzate, dopo essere state esaminate, furono irrigate con un'infusione putrida e molto fetida di carne cruda. Dopo 23 ore i quadrifidi ed i bifidi in tutti e tre i campioni abbondavano di masse minute, cristalline, sferiche, ed alcuni dei loro otricoli primordiali erano un po' contratti. Tre vesciche dimezzate furono pure irrigate con un'infusione fresca di carne cruda; e con mia sorpresa i quadrifidi apparvero in una di esse dopo 23 ore finamente granulari, coi loro otricoli primordiali alquanto contratti e segnati da macchie giallastre condensate; sicchè avevano subìto la stessa influenza dell'infusione putrida o dei sali d'ammoniaca. Nella seconda vescica alcuni quadrifidi subirono la stessa influenza, ma in grado assai leggiero; mentre la terza vescica non fu punto attaccata.

Da questi esperimenti è chiaro che i processi quadrifidi e bifidi hanno la facoltà d'assorbire carbonato e nitrato d'ammoniaca, e materia di qualche specie da un'infusione putrida di carne. Furono scelti per le prove sali d'ammoniaca, sapendosi esser essi generati rapidamente dalla putrefazione di materia animale in presenza d'aria ed acqua, e sarebbero perciò generati entro le vesciche contenenti preda pigliata. L'effetto prodotto sui processi da questi sali e da un'infusione putrida di carne cruda differisce da quello prodotto dalla putrefazione di animali presi naturalmente solamente nell'essere le masse aggregate di protoplasma di dimensioni più grandi nell'ultimo caso; ma è probabile che le fine granulazioni e le piccole sfere cristalline prodotte dalle soluzioni si riunirebbero in masse maggiori se ne fosse loro lasciato il tempo. Abbiamo veduto nella Drosera che il primo effetto d'una debole soluzione di carbonato d'ammoniaca sul contenuto delle cellule è la produzione delle più fine granulazioni, che s'aggregano dipoi in masse maggiori, più o meno arrotondate; e che le granulazioni nello strato di protoplasma che scorre intorno alle pareti si collegano da ultimo con codeste masse. Cambiamenti di tale natura sono però di gran lunga più rapidi nella Drosera che nell'*Utricularia*. Dacchè le vesciche non hanno facoltà di digerire albume, cartilagine o carne arrosta, fui sorpreso che venisse assorbita della materia, almeno in un caso, da una fresca infusione di carne cruda. Fui anche sorpreso (per ciò

Digitized by Google

che or ora vedremo riguardo alle glandule intorno all'orifizio) che una soluzione fresca d'urea non producesse che un effetto moderato sui quadrifidi.

Essendo i quadrifidi sviluppati da papille che dapprima rassomigliano strettamente a quelle sull'esterno delle vesciche e sulle pagine delle foglie, posso qui riferire che le due cellule emisferiche, da cui queste ultime papille sono coronate, e che allo stato naturale sono perfettamente trasparenti, assorbono pure carbonato e nitrato d'ammoniaca; giacchè, dopo un'immersione di 23 ore in soluzione d'una parte d'ambedue questi sali in 437 d'acqua, i loro otricoli primordiali erano poco contratti e d'un colore bruno pallido, e talvolta finamente granulari. Lo stesso risultato seguì dall'immersione di un intero ramo per quasi tre giorni in una soluzione d'una parte di carbonato in 1750 d'acqua. I grani di clorofilla nelle cellule delle foglie di questo ramo si aggregarono anch'essi in molti punti in forma di piccole masse verdi, che erano spesso connesse insieme dalle fila più sottili.

Sull'assorbimento di certi fluidi per mezzo delle glandule sulla valva e sul collare. — Le glandule intorno agli orifizi delle vesciche che sono ancora giovani, o che sono state tenute a lungo nell'acqua moderatamente pura, sono incolore; e i loro otricoli primordiali sono soltanto leggermente o quasi punto granulari. Ma nel maggior numero di piante allo stato di natura — e dobbiamo ricordarci che in generale esse crescono nell'acqua molto impura — e su piante tenute in acquario nell'acqua sporca, la maggior parte delle glandule erano d'un colore brunastro pallido; i loro otricoli primordiali erano più o meno contratti, talvolta rotti, col loro contenuto spesso grossolanamente granulare od aggregato in piccole masse. Io non posso dubitare che questo stato delle glandule non sia dovuto all'avere esse assorbito materia dall'acqua circostante, giacchè, come vedremo immediatamente, si manifestano quasi gli stessi risultati dalla loro immersione per alcune ore in varie soluzioni. Nè è probabile che quest'assorbimento sia inutile, vedendo che succede in quasi tutte le piante che crescono allo stato di natura, tranne quando l'acqua è pura in grado notevole.

I picciuoli delle glandule che sono situate presso l'orifizio a fessura, tanto quelle sulla valva che quella sul collare, sono corti; laddove i picciuoli delle glandule più distinte sono molto allungati e sporgono verso l'interno. Le glandule sono in tal modo sì bene situate, da essere lavate da qualunque fluido che esce dalla vescica per l'orifizio. La valva s'adatta sì strettamente (a giudicare dal risultato per aver immerse in varie soluzioni vesciche illese) che è dubbio se alcun fluido putrido passa abitualmente di fuori. Ma dobbiamo rammentarci che una vescica piglia generalmente parecchi animali; e che ogni qualvolta entra un nuovo animale, uno spruzzo d'acqua impura deve uscire e bagnare le glandule. Inoltre ho trovato ripetutamente che comprimendo adagio vesciche contenenti aria, delle bolle venivano cacciate fuori per l'orifizio, e se una vescica vien posta su

Digitized by Google

carta sciugante e compressa pian piano, gocciola fuori dell'acqua. In quest'ultimo caso, tosto che la pressione è rallentata, viene attratta dell'aria e la vescica ricupera la sua propria forma. Se viene ora posta sott'acqua e nuovamente compressa pian piano, escono bolle minute dall'orificio e non per altra parte, il che mostra che le pareti della vescica non sono state rotte. Accenno ciò perchè Cohn cita un rapporto di Treviranus, che non si può forzare l'aria ad uscire da una vescica senza romperla. Possiamo perciò concludere che ogni qualvolta vien secreta dell'aria entro una vescica già piena d'acqua, sarà lentamente cacciata dell'acqua per l'orifizio. Quindi io posso a mala pena dubitare che le numerose glandule assiepate intorno all'orifizio non siano adatte ad assorbire materia dall'acqua putrida, che talvolta sfugge da vesciche contenenti animali in putrefazione.

Per provare questa conclusione, feci esperimenti sulle glandule con varie soluzioni. Come nel caso dei quadrifidi furono provati dei sali d'ammoniaca, essendo questi generati dalla corruzione finale di materia animale sotto acqua. Sfortunatamente le glandule non possono venir diligentemente esaminate, mentre sono attaccate alle vesciche nella loro integrità. Le loro cime racchiudenti la valva, il collare e le antenne vennero perciò mozzate di un pezzo, e si osservò lo stato delle glandule; furono poscia irrigate, mentre erano sotto un copri-oggetti, colle soluzioni, e dopo un certo intervallo riesaminate collo stesso ingrandimento di prima, cioè col n. 8 di Hartnack. I seguenti esperimenti furono fatti in questo modo.

Come esperimento di controllo s'usavano dapprima soluzioni d'una parte di zucchero bianco e d'una parte di gomma in 218 d'acqua, per vedere se queste avrebbero prodotto alcun cambiamento nelle glandule. Fu pure necessario osservare se le glandule erano state attaccate per essere state mozzate le cime delle vesciche. Si provarono così le sommità di quattro; una fu esaminata dopo 2 ore e 30 minuti e le altre dopo 23 ore; ma non v'era mutamento marcato nelle glandule di nessuno di essi.

Due cime, che portavano glandule affatto incolore, furono irrigate con una soluzione di carbonato d'ammoniaca della stessa forza (cioè una parte in 218 di acqua) ed in 5 minuti gli otricoli primordiali della maggior parte delle glandule erano alquanto contratti; essi erano anche condensati in piccole masse, ed avevano assunto un colore bruno pallido. Quando furono guardate dopo un'ora e 30 minuti, la maggior parte di esse presentava un aspetto alquanto differente. Un terzo campione fu trattato con una soluzione più debole d'una parte di carbonato in 437 d'acqua, e dopo un'ora le glandule erano color bruno pallido e contenevano numerose granulazioni.

Quattro cime vennero irrigate con una soluzione d'una parte di nitrato d'ammoniaca in 437 d'acqua. Una ne venne esaminata dopo 15 minuti, e le glandule sembravano attaccate; dopo un'ora e 10 minuti v'era maggior cambiamento, e gli otricoli primordiali nella più parte di esse erano alquanto contratti, e racchiudevano molte granulazioni. Nel secondo campione gli otricoli primordiali erano contratti considerevolmente e brunastri dopo 2 ore. Effetti eguali furono osservati negli altri due campioni, ma questi non vennero esaminati finchè non furono trascorse 21 ore. I nuclei di molte glandule avevano evidentemente aumentato di grandezza. Cinque vesciche sopra un ramo, che era stato tenuto per lungo tempo nell'acqua moderatamente pura, furono mozzate ed esaminate e si trovarono le loro glandule pochissimo modificate. Il resto di questo ramo fu posto nella soluzione

Digitized by Google

di nitrato, e dopo 21 ore due vesciche vennero esaminate, e tutte le loro glandule erano brunastre, coi loro otricoli primordiali alquanto contratti e finamente granulari

La cima d'un'altra vescica, le cui glandule erano in uno stato magnificamente netto, fu irrigata con alcune goccie d'una soluzione mista di nitrato e fosfato di ammoniaca, ciascuna d'una parte in 437 d'acqua. Dopo 2 ore alcune poche glandule erano brunastre. Dopo 8 ore quasi tutte le glandule oblunghe erano brune e molto più opache di prima; i loro otricoli primordiali erano alquanto contratti con un po' di materia granulare aggregata. Le glandule sferiche erano ancora bianche, ma i loro otricoli erano separati in tre o quattro piccole sfere cristalline con una massa irregolarmente contratta nel mezzo della parte basale. Queste sfere minori cangiarono le loro forme nel corso d'alcune ore, ed alcune di esse sparvero. Il mattino seguente, dopo 23 ore e 30 minuti erano scomparse tutte, e le glandule erano brune; i loro otricoli formavano ora nel mezzo una massa globulare contratta. *Gli* otricoli delle glandule oblunghe s'erano contratti pochissimo, ma il loro contenuto era alquanto aggregato. Finalmente, la cima d'una vescica, che era prima stata irrigata per 21 ore con una soluzione d'una parte di zucchero in 218 d'acqua senza essere attaccata, fu trattata colla suddetta soluzione mista, e dopo 8 ore e 30 minuti tutte le glandule divennero brune, coi loro otricoli primordiali leggermente contratti.

Quattro cime vennero irrigate con un'infusione putrida di carne cruda. Per qualche ora non si osservò verun cambiamento nelle glandule, ma dopo 24 ore la più parte di esse erano divenute brunastre, e più opache e granulari di prima. In questi campioni, come in quelli irrigati coi sali d'ammoniaca, i nuclei sembravano aver aumentato sì di grandezza che di solidità, ma non vennero misurati. Cinque cime vennero pure irrigate con un'infusione fresca di carne cruda; tre di esse non furono punto attaccate in 24 ore, ma le glandule delle altre due erano forse divenute più granulari. Uno dei campioni, che non era stato attaccato, fu poi irrigato colla soluzione mista di nitrato e fosfato d'ammoniaca, e dopo 25 minuti soltanto le glandule contenevano da quattro o cinque a dodici granulazioni. Dopo altre sei ore i loro tentacoli primordiali erano molto contratti.

La cima d'una vescica venne esaminata, e si trovarono tutte le glandule incolore, coi loro otricoli primordiali punto contratti; pure molte delle glandule oblunghe contenevano delle granulazioni appena visibili col n. 8 di Hartnack. Fu poi irritata con alcune goccie d'una soluzione d'una parte d'urea in 218 d'acqua. Dopo 2 ore e 25 minuti le glandule sferiche erano ancora incolore; mentre quelle oblunghe e a due braccia erano d'un colore brunastro, ed i loro otricoli primordiali erano molto contratti, contenendo qualcuno delle granulazioni distintamente visibili. Dopo 9 ore alcune glandule sferiche erano brunastre, e le glandule oblunghe erano mutate ancor più, ma contenevano meno granulazioni separate; i loro nuclei, d'altro canto, apparivano più grandi, quasi avessero assorbito le granulazioni. Dopo 23 ore tutte le glandule erano brune, i loro otricoli primordiali assai contratti, ed in molti casi rotti.

Si esperimentò ora una vescica, che era già alquanto attaccata dall'acqua circostante; giacchè le glandule sferiche, benchè incolore, avevano i loro otricoli primordiali leggermente contratti; e le glandule oblunghe erano brunastre, coi loro otricoli molto contratti, ma irregolarmente. La cima fu trattata colla soluzione d'urea, ma venne da essa poco attaccata in 9 ore; tuttavia dopo 23 ore le glandule sferiche erano brune, coi loro otricoli più contratti; parecchie delle altre glandule erano ancora più brune, coi loro otricoli contratti in piccole masse irregolari.

Altre due cime, colle loro glandule incolore ed i loro otricoli non contratti,

Digitized by Google

furono trattati colla stessa soluzione d'urea. Dopo 5 ore molte delle glandule presentavano un'ombra di bruno, coi loro otricoli leggermente contratti. Dopo 20 ore e 40 minuti alcune poche erano affatto brune, e contenevano masse irregolarmente aggregate; altre erano ancora incolore, benchè i loro otricoli fossero contratti; ma la maggior parte non era molto attaccata. Questo era un buon esempio per dimostrare quanto inegualmente sono talvolta attaccate le glandule sulla stessa vescica, come spesso avviene anche con piante che crescono nell'acqua impura. Altre due cime furono trattate con una soluzione che era stata tenuta per parecchi giorni in una stanza calda, e le loro glandule non erano state punto attaccate, quando si esaminarono dopo 21 ore.

Una soluzione più debole d'una parte d'urea in 437 d'acqua venne poscia provata su sei cime, tutte esaminate diligentemente prima di essere irrigate. La prima fu riesaminata dopo 8 ore e 30 minuti, e le glandule, comprese le sferiche, erano brune; molte glandule oblunghe avevano i loro otricoli primordiali assai contratti e racchiudevano delle granulazioni La seconda cima, prima di venire irrigata, era stata alquanto attaccata dall'acqua circostante, giacchè le glandule sferiche non erano d'aspetto del tutto uniforme; ed alcune delle oblunghe erano brune, coi loro otricoli contratti. Delle glandule oblunghe quelle che erano prima incolore, divennero brune in 3 ore e 12 minuti dopo l'irrigazione, coi loro otricoli leggermente contratti. Le glandule sferiche non divennero brune, ma il loro contenuto sembrava mutato d'aspetto, e dopo 23 ore ancora più mutato e granulare. La più parte delle glandule oblunghe erano ora d'un bruno carico, ma i loro otricoli non erano molto contratti. Gli altri quattro campioni furono esaminati dopo 3 ore e 30 minuti, dopo 4 ore, e dopo 9 ore; basterà un breve resoconto del loro stato. Le glandule sferiche non erano brune, ma alcune di esse erano finamente granulari. Molte delle glandule oblunghe erano brune; e queste, nonchè altre che rimanevano incolore avevano i loro otricoli più o meno contratti, ed alcuni contenevano piccole masse aggregate di materia.

Sommario delle osservazioni sull'assorbimento. — Dai fatti ora riferiti non vi può esser dubbio che le glandule variamente conformate sulla valva ed intorno al collare non abbiano da assorbire materia da deboli soluzioni di certi sali d'ammoniaca e d'urea, e da una putrida infusione di carne cruda. Il prof. Cohn crede che esse secernano materia glutinosa; ma io non potei scoprire alcuna traccia di tale azione, tranne che, dopo l'immersione nell'alcool, si potevano talvolta vedere delle linee estremamente sottili irradiantisi dalle loro superficie. Le glandule sono attaccate in vari modi dall'assorbimento; esse diventano spesso di color bruno; ora esse contengono granulazioni finissime, o grani di grandezza moderata, o piccole masse irregolarmente aggregate; ora i nuclei sembrano aver aumentato di grandezza; gli otricoli primordiali sono in generale più o meno contratti e talvolta rotti. Precisamente gli stessi mutamenti si possono osservare nelle glandule di piante che crescono e fioriscono nell'acqua impura. Le glandule sferiche sono attaccate di solito piuttosto diversamente da quelle oblunghe e a due braccia. Le prime non diventano comunemente brune, e subiscono più lenta influenza. Possiamo perciò arguire che differiscono alquanto nelle loro funzioni naturali.

Digitized by Google

È cosa notevole il vedere quanto inegualmente le glandule delle vesciche della stessa pianta, e persino le glandule della stessa specie sulla vescica medesima, sono attaccate dall'acqua impura, in cui le piante sono cresciute, e dalle soluzioni, che furono adoperate. Nel primo caso presumo sia ciò dovuto o a piccole correnti che portano materia ad alcune glandule e ad altre no, o a differenze sconosciute nella loro costituzione. Allorchè le glandule sulla stessa vescica sono attaccate diversamente da una soluzione, possiamo sospettare che alcune di esse abbiano assorbita precedentemente una piccola quantità di materia dall'acqua. Checchè possa essere, abbiamo veduto che le glandule sulla stessa foglia di Drosera vengono talora attaccate molto disugualmente, in più special modo allorchè sono esposte a certi vapori.

Se le glandule che sono già divenute brune, coi loro otricoli primordiali contratti, vengono irrigate con una soluzione efficace, non subiscono influenza, o soltanto leggiera e lenta. Se però una glandula contiene puramente alcune granulazioni grossolane, ciò non impedisce alla soluzione d'agire. Non ho mai notato apparenze che accennino alla probabilità che le glandule, le quali sono state attaccate fortemente, per aver assorbito materia di qualche specie, siano capaci di ricuperare il loro stato primitivo, incoloro ed omogeneo, e la facoltà di assorbire.

Dalla natura delle soluzioni che furono provate, suppongo che il nitrogeno venga assorbito dalle glandule; ma il contenuto modificato, brunastro, più o meno contratto ed aggregato delle glandule oblunghe, non fu veduto mai nè da me nè da mio figlio subire quei cangiamenti spontanei di forma caratteristici del protoplasma. D'altro canto, il contenuto delle glandule sferiche maggiori si separa spesso in piccoli globuli cristallini o masse irregolarmente conformate, che cangiavano le loro forme molto adagio e da ultimo si collegavano, formando una massa centrale contratta. Qualunque possa essere la natura del contenuto delle diverse specie di glandule, dopo che hanno subito l'influenza dell'acqua impura o d'una delle soluzioni nitrogenate, è probabile che la materia così generata sia di servizio alla pianta e venga da ultimo trasportata ad altre parti.

Le glandule assorbono apparentemente più presto dei processi quadrifidi e bifidi; e dietro l'opinione espressa sopra, che, cioè, esse assorbono della materia dall'acqua putrida emessa talvolta dalle vesciche, dovrebbero agire più presto dei processi, rimanendo questi ultimi in contatto permanente con animali presi e corrotti. Finalmente la conclusione, a cui ci conducono gli esperimenti e le osservazioni precedenti, è, che le vesciche non hanno facoltà di digerire materia animale, benchè sembri che i quadrifidi siano alquanto attaccati da un'infusione fresca di carne cruda. Gli è certo che i processi entro le vesciche e le glandule esternamente, assorbono materia dall'ammoniaca, da un'infusione putrida di carne cruda e dall'urea. Le glandule subiscono apparentemente influenza più forte da una soluzione d'urea, e meno forte da un'infusione di carne cruda, di quella che

Digitized by Google

subiscono i processi. Il caso dell'urea è particolarmente interessante, perchè abbiamo veduto che non produce nessun effetto sulla Drosera, le cui foglie sono destinate a digerire materia animale fresca. Ma il fatto più importante di tutti è, che nella specie presente e nelle seguenti i processi quadrifidi e bifidi delle vesciche contenenti animali putrefatti racchiudono piccole masse di protoplasma, che si muove spontaneamente; mentre non si videro mai tali masse in vesciche perfettamente nette.

Sviluppo delle vesciche. — Mio figlio ed io abbiamo impiegato molto tempo su questo soggetto con poco successo. Le nostre osservazioni si applicano alla specie presente ed all'*Utricularia vulgaris*, ma non furono fatte specialmente sull'ultima, essendo le vesciche grandi due volte quelle dell'*Utricularia neglecta*. Nel cominciamento dell'autunno gli steli terminano in grandi bottoni, che cascano, e restano giacenti al fondo durante l'inverno. Le giovani foglie, che formano questi bottoni, portano vesciche in vari stadii di sviluppo primitivo. Quando le vesciche dell'*Utricularia vulgaris* sono circa $^1/_{100}$ di pollice (millimetri 0,254) di diametro (od $^1/_{200}$ nel caso dell'*Utricularia neglecta*), hanno contorno circolare, con un orifizio stretto, quasi chiuso, trasverso, che conduce in una cavità piena d'acqua; ma le vesciche sono vuote, quando il loro diametro è molto inferiore ad $^1/_{100}$ di pollice. Gli orifizi guardano verso l'interno o verso l'asse della pianta. In questa età primitiva le vesciche stanno nello stesso piano, in cui giace l'orifizio, e quindi ad angoli retti a quello delle vesciche mature. Esse sono coperte esternamente di papille di grandezze differenti, molte delle quali hanno un contorno ellittico. Un fascio di vasi, formato di semplici cellule allungate, corre su per il gambo corto, e si divide alla base della vescica. Un ramo si stende su per il mezzo della superficie dorsale e l'altro su per il mezzo della superficie ventrale. Nelle vesciche pienamente sviluppate il fascio ventrale si divide subito sotto al collare, e i due rami corrono da ciascun lato fino presso là, dove gli angoli della valva s'uniscono col collare; ma questi rami non si potrebbero vedere in vesciche molto giovani.

Fig. 23.

Utricularia vulgaris.

Sezione longitudinale attraverso una vescica giovane, lunga $^1/_{100}$ di pollice, coll'orificio troppo aperto.

La figura qui riportata (fig. 23) mostra una sezione, che per caso è esattamente mediana, attraverso il gambo e fra le antenne nascenti d'una vescica di *Utricularia vulgaris* del diametro di $^1/_{100}$ di pollice. Il campione era delicato, e la giovane valva venne separata dal collare in grado maggiore del naturale, ed è così rappresentata. Vediamo qui chiaramente che la valva ed il collare sono prolungamenti incurvati delle pareti della vescica. Persino in questa età primitiva, si possono scoprire delle glandule sulla valva. Or ora si descriverà lo stato dei pro-

Digitized by Google

cessi quadrifidi. Le antenne in quest'epoca consistono di minute proiezioni cellulari (non mostrate nella figura suddetta, non giacendo esse nel piano di mezzo), che tosto portano setole incipienti. In cinque casi le giovani antenne non erano di lunghezza del tutto eguale; e questo fatto si può comprendere chiaramente, se io ho ragione credendo che esse rappresentino due divisioni della foglia, sorgendo dall'estremità della vescica; giacchè con foglie vere, quando sono molto giovani, le divisioni non sono mai, per quanto ho veduto, esattamente opposte; devono perciò svilupparsi l'una dopo l'altra, e così sarebbe delle antenne.

In età molto più giovane, quando le vesciche a metà formate non sono che $^1/_{200}$ di pollice (millimetri 0,0846) di diametro o poco più, esse presentano un aspetto del tutto differente. Una n'è rappresentata nel disegno qui riportato (figura 24). Le foglie giovani hanno in questa età dei larghi segmenti appiattiti, colle loro future divisioni rappresentate da prominenze, una delle quali è mostrata sul lato destro. Ora, in un gran numero di campioni esaminati da mio figlio, le vesciche giovani apparivano come formate dal piegarsi dell'apice e d'un margine con una prominenza contro il margine opposto. La cavità circolare fra l'apice incurvato e la prominenza curvata si contrae apparentemente nello stesso orifizio dove si svilupperanno la valva ed il collare; e la stessa vescica sarà formata dalla confluenza dei margini opposti del resto della foglia. Ma forti obbiezioni si possono sollevare contro quest'opinione, giacchè dobbiamo supporre in questo caso che la valva ed il collare si sviluppino senza simmetria dai lati dell'apice e della prominenza. Inoltre, i fasci di tessuto vascolare sarebbero disposti in linee affatto indipendenti dalla forma originaria della foglia. Finchè non si possa mostrare che esistono delle gradazioni fra questo stato primiero ed una foglia giovane e tuttavia perfetta, il caso deve restare incerto.

Fig. 24. — *Utricularia vulgaris.*

Giovane foglia da un bottone invernale, la quale mostra sul lato sinistro una vescica nel suo primo stadio di sviluppo.

Offrendo i processi quadrifidi e bifidi una delle maggiori particolarità del genere, osservai diligentemente il loro sviluppo nell'*Utricularia neglecta*. In vesciche del diametro di circa $^1/_{100}$ di pollice, la superficie interna è guarnita di papille, che derivano da piccole cellule alle congiunzioni delle maggiori. Queste papille consistono d'una delicata protuberanza conica, che si stringe in un gambo cortissimo, sormontato da due cellule minute. Esse occupano così la stessa posizione relativa, e somigliano strettamente, tranne nell'essere minori e piuttosto più prominenti,

Digitized by Google

alle papille sull'esterno delle vesciche e sulle superficie delle foglie. Le due cellule terminali delle papille diventano dapprima molto allungate in linea parallela alla superficie interna della vescica. Dipoi ciascuna viene divisa da un tramezzo longitudinale. Presto le due mezze cellule così formate si separano una dall'altra; ed ora abbiamo quattro cellule ed un processo quadrifido incipiente. Non essendovi spazio per le due nuove cellule da aumentare di grandezza nel loro piano originario, una sdrucciola in parte sotto l'altra. La loro maniera di crescere ora si muta, e le loro parti esterne continuano a crescere invece dei loro apici. Le due cellule inferiori, che sono in parte sdrucciolate sotto le due superiori, formano il paio di processi più lungo e più diritto; mentre le due cellule superiori formano il paio più breve e più orizzontale, tutti e quattro insieme formano un quadrifido perfetto. Una faccia della divisione primiera fra le due cellule sulle sommità delle papille si può ancora vedere fra le basi dei processi più lunghi. Lo sviluppo dei quadrifidi è molto esposto ad essere arrestato. Ho veduto una vescica lunga $^1/_{50}$ di pollice, che racchiudeva soltanto papille primordiali; ed un'altra vescica di circa metà della sua grandezza completa, coi quadrifidi di un primo stadio di sviluppo.

Per quanto potei provare, i processi bifidi sono sviluppati nel modo stesso dei quadrifidi, tranne che le due prime cellule terminali non si dividono mai e aumentano di lunghezza soltanto. Le glandule sulla valva e sul collare appariscono in età sì giovane, che non potei tracciare il loro sviluppo; ma possiamo ragionevolmente sospettare che siano sviluppate da papille pari a quelle sull'estremo della vescica, ma colle loro cellule terminali non divise in due. I due segmenti, che formano i picciuoli delle glandule, corrispondono probabilmente alla protuberanza conica ed al gambo corto dei processi quadrifidi e bifidi. Sono rafforzato nell'opinione, che le glandule si sviluppino da papille pari a quelle sull'esterno delle vesciche, dal fatto che nell'*Utricularia amethystina* le glandule si stendono lungo l'intera superficie ventrale della vescica presso al gambo.

UTRICULARIA VULGARIS

Mi furono mandate dal dott. Hooker delle piante vive dall'Yorkshire. Questa specie differisce dall'ultima nell'essere gli steli e le foglie più grosse o più grossolane; le loro divisioni formano l'una coll'altra un angolo più acuto; le tacche sulle foglie portano tre o quattro setole corte invece d'una; e le vesciche sono di grandezza doppia, o circa 1/5 di pollice di diametro (millimetri 5,08). In tutti i rapporti essenziali le vesciche somigliano a quelle dell'*Utricularia neglecta*, ma i lati del peristoma sono un po' più prominenti, e portano sempre, per quanto ho veduto, sette od otto setole lunghe multicellulari. Vi sono undici setole lunghe su ogni antenna, compreso il paio terminale. Cinque vesciche contenenti preda di varia specie furono esaminate. La prima racchiudeva cinque

Digitized by Google

Cypris, un copepode grande ed un *Diaptomus;* la seconda, quattro *Cypris;* la terza, un solo crostaceo piuttosto grande; la quarta, sei crostacei, e la quinta, dieci. Mio figlio esaminò i processi quadrifidi in una vescica che conteneva i residui di due crostacei, e ne trovò alcuni pieni di masse di materia, sferiche od irregolarmente conformate, le quali furono osservate muoversi e collegarsi. Queste masse quindi consistevano di protoplasma.

UTRICULARIA MINOR

Questa specie rara mi fu mandata, per cortesia del signor John Price, allo stato vivo dal Cheshire. Le foglie e le vesciche sono molto minori di quelle dell'*Utricularia neglecta.* Le foglie portano meno setole e minori, e le vesciche sono più globulari. Le antenne, invece di sporgere in fronte alle vesciche, sono arricciate sotto la valva ed armate di dodici o quattordici setole estremamente lunghe multicellulari, generalmente disposte a paia. Quelle, con sette od otto setole lunghe su ambo i lati del peristoma, formano una sorta di rete sopra la valvola, la qual rete servirebbe ad impedire a tutti gli animali, tranne quelli assai piccoli, d'entrare nella vescica. La valva ed il collare hanno la stessa struttura essenziale come nelle due prime specie; ma le glandule non sono proprio così numerose; le oblunghe sono alquanto più allungate, mentre quelle a due braccia lo sono piuttosto meno. Le quattro setole, che sporgono obliquamente dall'orlo inferiore della valva sono corte. La loro cortezza, confrontate con quelle sulle valvole delle specie precedenti, si spiega (se m'appongo al vero) opinando che servano ad impedire ad animali troppo grandi di forzare l'ingresso per la valva, il che la danneggerebbe; giacchè la valva è già protetta fino ad un certo punto dalle antenne incurvate, in un alle setole laterali. I processi bifidi sono pari a quelli delle specie precedenti; ma i quadrifidi differiscono nelle quattro braccia (fig. 25) che sono dirette dalla stessa parte; le due più lunghe sono centrali, e le due più brevi sull'esterno.

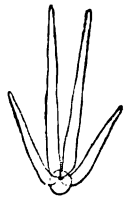

Fig. 25.
Utricularia minor.
Processo quadrifido assai aggrandito.

Le piante furono raccolte sulla metà di luglio; e si esaminò il contenuto di cinque vesciche, che per la loro capacità sembravano piene di preda. La prima conteneva niente meno che ventiquattro crostacei minuti d'acqua dolce, la più parte dei quali consisteva in conchiglie vuote o racchiudeva soltanto alcune goccie di materia oleosa; la seconda ne conteneva venti; la terza, quindici; la quarta, dieci, di cui alcuni erano piuttosto maggiori del solito; e la quinta, che pareva completamente ripiena, non ne conteneva che sette, ma cinque di essi erano di dimensioni straordinariamente grandi. La preda quindi, a giudicare da queste cinque vesciche, consiste esclusivamente di crostacei di acqua dolce, la più parte dei quali apparivano essere specie distinte da quelli trovati nelle vesciche delle due specie precedenti. In una vescica i quadrifidi in contatto con una massa putrefatta contenevano sfere numerose di materia granulare, le quali cangiavano lentamente di forma e posizione.

Digitized by Google

UTRICULARIA CLANDESTINA

Questa specie dell'America Settentrionale, che è acquatica al pari delle tre precedenti, è stata descritta dalla signora Treat di New Jersey, le cui eccellenti osservazioni sono state già molto citate. Non ho finora veduto nessuna sua descrizione della struttura della vescica, ma essa sembra essere foderata di processi quadrifidi. Un vasto numero d'animali presi fu trovato entro alle vesciche; alcuni erano crostacei; ma la maggior parte larve delicate, allungate, che io suppongo di *Culicidae*. Su qualche stelo, « di ogni dieci vesciche, ben nove contenevano queste larve od i loro residui ». Le larve « mostravano segni di vita dopo ventiquattro a trentasei ore dal loro imprigionamento » e poi perivano.

Digitized by Google

Digitized by Google

CAPITOLO XVIII.

UTRICULARIA (*continuazione*).

Utricularia montana. — Descrizione delle vesciche sui rizomi sotterranei. — Preda fatta da vesciche di piante sotto coltivazione ed allo stato di natura. — Assorbimento per mezzo dei processi quadrifidi e delle glandule. — Tuberi che servono da serbatoi d'acqua. — Varie altre specie d'*Utricularia*.— *Polypompholyx*.— *Genlisea*, natura differente della trappola per pigliar la preda. — Metodi diversi per mezzo dei quali le piante sono nutrite.

Utricularia montana. — Questa specie abita le regioni tropicali dell'America Meridionale, e si dice sia epifitica; ma, giudicando dallo stato delle radici (rizomi) di alcuni campioni disseccati, provenienti dall'erbario di Kew, essa vive anche in terra, probabilmente nei crepacci delle roccie. Nelle stufe inglesi è cresciuta in suolo paludoso. La signora Dorotea Nevill fu sì gentile da darmene una bella pianta, ed un'altra ne ricevetti dal dott. Hooker. Le foglie sono intere invece di essere molto divise (fig. 26), come nelle specie acquatiche precedenti. Esse sono allungate, larghe circa un pollice e mezzo, e fornite di gambo distinto. La pianta produce numerosi rizomi, incolori, sottili come fila, portanti vesciche minute, e i quali si gonfiano talvolta a tuberi, come sarà poi descritto. Questi rizomi appaiono esattamente eguali a radici, ma mandano talvolta germogli verdi. Essi penetrano in terra qualche volta fino alla profondità di più di 2 pollici; ma quando la pianta cresce come un'epifita, essi devono strisciare in mezzo ai muschi, alle radici, alla corteccia marcita, onde gli alberi di quei paesi sono densamente coperti.

Essendo le vesciche attaccate ai rizomi, sono necessariamente sotterrate. Esse vengono prodotte in quantità straordinarie. Una delle mie piante, benchè giovane, ne deve aver portate parecchie centinaia, giacchè di una massa intricata di rami uno solo portava trentadue vesciche, ed un altro ramo, lungo circa 2 pollici (ma colla sua estremità e con un ramo laterale spezzati), ne aveva settantatre (1). Le vesciche sono compresse ed arrotondate, colla superficie verticale, o quella fra

(1) Il prof. Oliver ha rappresentato una pianta di *Utricularia Jamesoniana* (*Proc. Linn. Soc.*, vol. IV, p. 109) avente foglie e rizomi interi, come quelli della nostra specie presente; ma i margini delle metà terminali di qualche foglia sono convertiti in vesciche. Questo fatto indica chiaramente che le vesciche sui rizomi della specie presente e delle seguenti sono segmenti modificati della foglia; e sono così portati in accordo colle vesciche attaccate alle foglie divise e galleggianti delle specie acquatiche.

Digitized by Google

la sommità del lungo gambo delicato e la valva, estremamente corta. Esse sono incolore e quasi altrettanto trasparenti che il vetro, sicchè sembrano più piccole di quello che sono realmente, le maggiori avendo nel loro diametro più lungo meno di $^1/_{20}$ di pollice (millimetri 1,27). Esse sono formate di cellule angolari piuttosto grandi, alle congiunzioni delle quali sporgono delle papille oblunghe, corrispondenti a quelle sulle superficie delle vesciche delle specie precedenti. Simili papille abbondano sui rizomi, ed anche sulle foglie intere, ma su queste sono alquanto più larghe. Vasi, segnati di sbarre parallele anzichè di linee spirali, corrono su per i gambi, ed entrano appunto nelle basi delle vesciche; ma non si biforcano e si stendono su per le superficie dorsale e ventrale, come nelle specie precedenti.

Fig. 26 — *Utricularia montana.*

Rizoma, gonfiato in forma di tubero; rami che portano minute vesciche; (grandezza naturale).

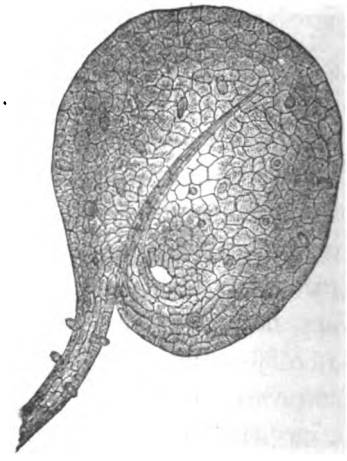

Fig. 27 — *Utricularia montana.*

Vescica; ingrandita circa 27 volte.

Le antenne sono di lunghezza moderata, e coniche a punta sottile; differiscono notevolmente da quelle descritte prima, non essendo armate di setole. Le loro basi sono curvate così repentinamente, che le loro cime posano in generale una da ogni lato del mezzo della vescica, ma talvolta presso il margine (fig. 27). Le loro basi curvate formano così un coperto sopra la cavità, in cui giace la valva, ma resta sempre da ciascun lato un piccolo passaggio circolare nella cavità, come si può vedere nel disegno, nonchè uno stretto passaggio fra le basi delle due antenne. Essendo le vesciche sotterranee, se non ci fosse stato il tetto, la cavità in cui è situata la valva sarebbe stata esposta a venire otturata da terra ed immondizie; sicchè la curvatura delle antenne è un carattere utile. Non vi sono setole sull'esterno del collare o peristoma, come nelle specie precedenti.

Digitized by Google

La valva è piccola e profondamente inclinata, col suo libero margine posteriore confinante con un collare semicircolare e profondo. È moderatamente trasparente, e porta due paia di setole corte e rigide, nella stessa posizione delle altre specie. La presenza di queste quattro setole, in contrasto coll'assenza di quelle sulle antenne e sul collare, indica che esse hanno un'importanza funzionale, che, cioè, impediscono, come credo, agli animali troppo grandi di entrare per forza per la valva. Le molte glandule di diverse forme attaccate alla valva ed intorno al collare nelle specie precedenti qui mancano, ad eccezione di circa una dozzina della specie a due braccia ed allungate trasversalmente, le quali sono situate presso gli orli della valva, e stanno su gambi cortissimi. Queste glandule non sono lunghe che $^{3}/_{400}$ di pollice (millimetri 0,019); sebbene sì piccole, esse agiscono come assorbenti. Il collare è grosso, rigido e quasi semicircolare; è formato dello stesso particolare tessuto brunastro come nelle altre specie.

Le vesciche sono piene d'acqua e racchiudono talvolta delle bolle d'aria. Esse portano internamente dei processi quadrifidi piuttosto corti, grossi e disposti in ordini approssimativamente concentrici. Le due paia di braccia, di cui sono formati, differiscono un poco soltanto in lunghezza, e stanno in una posizione speciale (fig. 28), formando le due più lunghe una linea e le due più brevi un'altra linea parallela. Ogni braccio contiene una piccola massa sferica di materia brunastra, che, quando viene schiacciata, si rompe in pezzi angolari. Non ho nessun dubbio che queste sfere non siano nuclei, poichè ve ne sono di strettamente eguali nelle cellule che formano le pareti delle vesciche. Sulla parte interna del collare sorgono nella loro solita posizione dei processi bifidi che hanno braccia piuttosto corte.

Fig. 28. — *Utricularia montana.*
Uno dei processi quadrifidi; molto aggrandito.

Queste vesciche rassomigliano quindi in tutti i rapporti essenziali alle maggiori delle specie precedenti. Esse differiscono specialmente nella mancanza delle numerose glandule sulla valva ed intorno al collare, non essendovene che alcune minute d'una specie sulla valva. Esse differiscono più notabilmente nell'assenza delle lunghe setole sulle antenne e sull'esterno del collare. La presenza di queste setole nelle specie precedentemente accennate si riferisce probabilmente alla presa di animali acquatici.

Mi sembrò questione interessante conoscere se le vesciche minute dell'*Utricularia montana* servivano, come nelle specie precedenti, a pigliare animali viventi in terra, o nella densa vegetazione che copre gli alberi su cui questa specie è epifitica; giacchè in questo caso avremmo una nuova sottoclasse di piante carnivore, cioè mangiatrici sotterranee. Molte vesciche vennero perciò esaminate coi risultati seguenti:

Digitized by Google

1) Una piccola vescica, del diametro di 1[30 di pollice (millimetri 0,847), conteneva una massa minuta di materia bruna, molto corrotta; ed in questa si distingueva chiaramente sotto il microscopio un tarso con quattro o cinque giunture, il quale terminava in un uncino doppio. Io sospetto fosse un avanzo d'uno dei Tisanuri. I quadrifidi in contatto con questo avanzo corrotto contenevano o piccole masse di materia trasparente, giallastra, in generale più o meno granulare, o sottili granulazioni. In punti distanti della medesima vescica, i processi erano trasparenti ed affatto vuoti, ad eccezione dei loro nuclei solidi. Mio figlio fece a brevi intervalli di tempo schizzi d'una delle suddette masse aggregate, e trovò che esse cangiavano di continuo e completamente le loro forme; talvolta separandosi l'una dall'altra e di nuovo collegandosi. L'assorbimento di alcuni elementi dalla materia animale corrotta aveva evidentemente generato del protoplasma.

2) Un'altra vescica conteneva una macchia ancora più piccola di materia bruna putrefatta, ed i quadrifidi vicini contenevano materia aggregata, precisamente come nell'ultimo caso.

3) Una terza vescica racchiudeva un organismo maggiore, che era tanto corrotto, che potei provare soltanto ch'esso era spinoso o peloso. I quadrifidi in questo caso non erano molto attaccati, tranne che i nuclei nelle varie braccia differivano molto nella grandezza; alcuni di essi contenevano due masse di aspetto uguale.

4) Una quarta vescica conteneva un organismo articolato, giacchè vidi distintamente l'avanzo d'un membro, che terminava ad uncino. I quadrifidi non vennero esaminati.

5) Una quinta conteneva materia molto corrotta apparentemente di qualche animale, ma senza fattezze riconoscibili. I quadrifidi in contatto contenevano numerose sfere di protoplasma.

6) Furono esaminate alcune poche vesciche della pianta che ricevetti da Kew; ed in una v'era un animale a forma di verme pochissimo corrotto, con un avanzo distinto d'uno uguale molto corrotto. Parecchie delle braccia dei processi in contatto con questi avanzi contenevano due masse sferiche, simili al singolo nucleo solido che si trova opportunamente in ciascun braccio. In un'altra vescica era un grano minuto di quarzo, che mi rammenta due casi simili coll'*Utricularia neglecta*.

Sembrando probabile che questa pianta piglierebbe numero maggiore d'animali nel suo paese nativo che sotto coltivazione, ottenni il permesso di levare piccole porzioni dei rizomi da campioni disseccati nell'erbario di Kew. Non trovai dapprima che era conveniente imbevere i rizomi per due o tre giorni, e che era necessario aprire le vesciche e distendere il loro contenuto su vetro; poichè, per il loro stato di corruzione e per essere state disseccate e compresse, la loro natura non si poteva altrimenti distinguere bene. Parecchie vesciche sopra una pianta, che era cresciuta in terra nera nella Nuova Granata, furono esaminate per prime, e quattro di esse contenevano avanzi d'animali. La prima conteneva un acaro peloso tanto putrefatto, che non restava nulla, tranne il suo integumento trasparente; di più, una testa gialla chitinosa di qualche animale con una forchetta interna, a cui era sospeso l'esofago, ma non potei vedere mandibole; di più, il doppio uncino del tarso di qualche animale; di più, un animale allungato assai corrotto; e finalmente, un organismo curioso a forma di fiasco, che aveva le pareti formate di cellule arrotondate. Il professore Claus ha esaminato quest'ultimo organismo e pensa sia la conchiglia di

Digitized by Google

un rizopodo, probabilmente uno degli *Arcellidae*. In questa vescica, come pure in parecchie altre, erano delle Alghe unicellulari ed un'Alga policellulare, le quali avevano vissuto senza dubbio da intruse.

Una seconda vescica conteneva un Acaro molto meno corrotto del precedente, colle sue otto gambe conservate; conteneva pure avanzi di parecchi altri animali articolati. Una terza vescica conteneva l'estremità dell'addome colle due estremità posteriori, come credo, d'un acaro. Una quarta conteneva avanzi d'un animale setoloso distintamente articolato, e di vari altri organismi, nonchè molta materia organica d'un bruno carico, la cui natura non si potè provare.

Vennero poi esaminate, ma non sì diligentemente come le altre, alcune vesciche da una pianta che aveva vissuto come epifitica a Trinidad, nelle Indie Occidentali; esse non erano state neppure imbevute abbastanza a lungo. Quattro di loro contenevano molta materia bruna, trasparente, granulare, apparentemente organica, ma senza parti riconoscibili. I quadrifidi in due erano brunastri col loro contenuto granulare; ed era evidente che avevano assorbito della materia. In una quinta vescica v'era un organismo a forma di fiasco pari a quello accennato. Una sesta conteneva un animale a foggia di verme, lunghissimo, molto corrotto. Finalmente una settima vescica conteneva un organismo, ma non si potè distinguerne la natura.

Non si fece che un esperimento sui processi quadrifidi e sulle glandule riguardo alla loro facoltà d'assorbimento. Una vescica venne punta e lasciata per 24 ore in una soluzione d'una parte d'urea in 437 d'acqua, ed i processi quadrifidi e bifidi si trovarono molto attaccati. In alcune braccia non v'era che una sola massa globulare simmetrica, maggiore del nucleo conveniente, e consistente in materia giallastra, generalmente trasparente, ma talvolta granulare; in altre erano due masse di differenti grandezze, una grande e l'altra piccola; ed in altre erano dei globuli conformati irregolarmente; sicchè pareva come se il contenuto limpido dei processi, in causa dell'assorbimento di materia dalla soluzione, si fosse aggregato ora intorno al nucleo ed ora in masse separate; e che queste tendessero poi a collegarsi. L'otricolo primordiale o protoplasma che foderava i processi era pure ingrossato qua e là in macchie irregolari e di varia forma, di materia giallastra, trasparenti, come avvenne nel caso dell'*Utricularia neglecta* sotto eguale trattamento. Queste macchie non cangiavano apparentemente di forma.

Le glandule minute a due braccia sulla valva furono pure attaccate dalla soluzione; giacchè esse contenevano ora parecchie, talvolta non meno di sei od otto masse quasi sferiche, di materia trasparente, tinta di giallo, le quali cangiavano lentamente di forma e di posizione. Tali masse non furono mai osservate in queste glandule nel loro stato ordinario. Possiamo quindi arguire che servano per l'assorbimento. Ogniqualvolta un po' d'acqua viene espulsa da una vescica contenente avanzi animali (coi mezzi altre volte indicati, più specialmente per la generazione di bolle d'aria), essa empirà la cavità, dove giace la valva; e così le glandule potranno utilizzare materia corrotta, che altrimenti sarebbe stata sprecata.

Digitized by Google

Finalmente, poichè questa pianta, nel suo paese nativo e quando è coltivata, prende numerosissimi animali minuti, non vi può esser dubbio che le vesciche, benchè sì piccole, non siano perfettamente sviluppate, poichè sono infatti altamente efficaci. Nè vi può esser dubbio alcuno che i processi quadrifidi e bifidi non assorbano materia dalla preda putrefatta, e che non si generi così del protoplasma. Che cosa inviti animali di specie sì diverse ad entrare nella cavità sotto le antenne curvate ed a farsi poi strada attraverso il piccolo orifizio a fessura fra le valve ed il collare, fino entro le vesciche piene d'acqua, non posso supporlo.

Tuberi. — Questi organi, uno dei quali è rappresentato in una figura precedente (fig. 26) alla grandezza naturale, meritano alcune osservazioni. Se ne trovarono venti sui rizomi d'una sola pianta, ma non si possono contare esattamente; giacchè, oltre ai viventi, v'erano tutte le gradazioni possibili fra un tratto corto d'un rizoma appena sensibilmente gonfiato ed uno gonfiato che si potrebbe dubbiosamente chiamare un tubero. Quando sono sviluppati bene, sono ovali e simmetrici, più di quanto appare nella figura. Il maggiore ch'io vidi era lungo un pollice (millim. 25,4) e largo 0,45 di pollice (millim. 11,43). Stanno comunemente vicino alla superficie, ma alcuni sono sepolti alla profondità di 2 pollici. I sotterrati sono d'un bianco sporco, ma quelli esposti in parte alla luce diventano verdastri per lo sviluppo di clorofilla nelle loro cellule superficiali. Essi terminano in un rizoma, ma questo talvolta si guasta e muore. Non contengono punto aria, e nell'acqua s'affondano; le loro superficie sono coperte colle solite papille. Il fascio di vasi che corre su per ciascun rizoma, tosto che entra nel tubero, si divide in tre fasci distinti, che si riuniscono all'estremità opposta. Una fetta piuttosto grossa d'un tubero è quasi trasparente quanto il vetro, e si vede che consiste di grandi cellule angolari, piene d'acqua e non contenenti amido ed alcun'altra materia solida. Alcune fette vengono lasciate in alcool per vari giorni, ma soltanto alcune granulazioni estremamente minute di materia furono precipitate sulle pareti delle cellule; ed esse erano molto più piccole ed in numero molto minore di quelle precipitate sulle pareti delle cellule dei rizomi e delle vesciche. Possiamo quindi concludere non servano di serbatoi per cibo, ma per acqua durante la stagione asciutta a cui la pianta è probabilmente esposta. Le molte vescichette piene di acqua sarebbero d'aiuto allo stesso scopo.

Per provare l'esattezza di quest'opinione, si adacquò copiosamente una piccola pianta che cresceva in terra leggermente paludosa in un vaso (soltanto di pollici 4 $^1/_2$ per 4 $^1/_2$ di misura esterna) e la si tenne poi senza una goccia d'acqua nella stufa. Due dei tuberi superiori furono prima scoperti e misurati, e poi scioltamente ricoperti. In quindici giorni la terra nel vaso appariva estremamente secca, ma le foglie non furono attaccate menomamente fino al trentacinquesimo giorno; esse divennero leggermente riflesse, sebbene fossero ancora morbide e verdi. Questa pianta, che non portava che dieci tuberi, avrebbe senza dubbio resi-

Digitized by Google

stito alla siccità anche per più lungo tempo, s'io non avessi prima levato tre tuberi e mozzati parecchi rizomi lunghi. Quando al trentacinquesimo giorno la terra nel mezzo fu estratta, apparve arida come la polvere sulla strada. Tutti i tuberi avevano la loro superficie molto aggrinzata, invece di essere lisci e tesi. Essi erano tutti contratti, ma non posso dire esattamente quanto; giacchè essendo dapprima simmetricamente ovali, non misurai che la loro lunghezza e grossezza, ma essi si contrassero in linea trasversa più in una direzione che in un'altra, in modo da diventare molto appiattiti. Uno dei due tuberi che erano stati misurati era ora tre quarti della sua lunghezza primitiva e due terzi della sua primiera grossezza nella direzione in cui era stato misurato, ma in un'altra direzione non era che un terzo della sua grossezza primitiva. L'altro tubero era un quarto più corto, un ottavo meno grosso nella direzione in cui era stato misurato, e grosso soltanto la metà in un'altra direzione.

Si tagliò una fetta da uno di questi tuberi aggrinzati e la si esaminò. Le cellule contenevano ancora molt'acqua e punto aria, ma erano più arrotondate o meno angolari di prima, e le loro pareti non proprio sì diritte; era quindi chiaro che le cellule s'erano contratte. I tuberi, finchè restano in vita, hanno una forte attrazione per l'acqua; quello aggrinzato da cui si era tagliata una fetta, fu lasciato nell'acqua per 22 ore e 30 minuti e la sua superficie divenne liscia e tesa come in origine. D'altro canto, un tubero aggrinzato, che per qualche accidente era stato separato dal suo rizoma, e che appariva morto, non si gonfiò minimamente, benchè lasciato per parecchi giorni nell'acqua.

In molte specie di piante i tuberi, i bulbi, ecc. servono senza dubbio in parte come serbatoi per l'acqua, ma io non conosco nessun caso, oltre al presente, che tali organi siano stati sviluppati solamente per questo scopo. Il prof. Oliver mi informa che due o tre altre specie d'*Utricularia* sono fornite di queste appendici, ed il gruppo che le contiene ha ricevuto per conseguenza il nome di *orchidioides*. Tutte le altre specie d'*Utricularia*, nonchè di certi generi strettamente simili, sono piante acquatiche o piante di palude; perciò, dietro il principio che piante strettamente affini hanno una costituzione eguale, una costante somministrazione d'acqua sarebbe probabilmente di grande importanza alla specie presente. Possiamo così comprendere lo scopo dello sviluppo de' suoi tuberi e del loro numero sulla stessa pianta, ammontando in un caso per lo meno a venti.

UTRICULARIA NELUMBIFOLIA, AMETHYSTINA, GRIFFITHII COERULEA, ORBICULATA, MULTICAULIS

Desiderando determinare se le vesciche sui rizomi delle altre specie d'*Utricularia*, e delle specie di certi generi strettamente affini, avessero la stessa struttura essenziale di quelle dell'*Utricularia montana*, e se esse pigliassero preda, pregai

Digitized by Google

il prof. Oliver di mandarmene dei frammenti dall'erbario di Kew. Egli mi scelse gentilmente alcune delle forme più distinte, che avevano foglie intere, e si crede abitino suolo paludoso o l'acqua. Mio figlio, Francesco Darwin, le esaminò e mi ha dato le seguenti osservazioni; ma si dovrebbe tenere a mente che è estremamente difficile provare la struttura di oggetti sì minuti e delicati, dopo che sono stati seccati e compressi (1).

Utricularia nelumbifolia (Montagne dell'Organo, Brasile). — È notevole il sito ove abita questa specie. Secondo il suo scopritore, il signor Gardner (2), essa è acquatica, ma « non si trova crescere che nell'acqua radunata nel fondo delle foglie d'una grande *Tillandsia*, che abita in abbondanza un'arida parte rocciosa del monte, ad un'altezza di circa 5000 piedi sopra il livello del mare. Oltre al metodo solito delle sementi, essa si propaga mediante germogli, che essa manda dalla base dello stelo del fiore; questo germoglio si trova sempre diretto verso la *Tillandsia* più vicina, ove esso introduce la sua punta nell'acqua e dà origine ad una pianta novella, la quale a sua volta manda un altro rampollo. In questo modo ho veduto unite non meno di sei piante ». Le vesciche somigliano a quelle dell'*Utricularia montana* in tutti i rapporti essenziali, anche riguardo alla presenza d'alcune glandule minute a due braccia sulla valva. Entro una vescica era l'avanzo dell'addome di qualche larva o crostaceo di grande dimensione, che aveva una spazzola di lunghe setole acute sull'apice. Altre vesciche contenevano frammenti d'animali articolati, e molte di esse contenevano pezzi rotti d'un organismo curioso, la cui natura non venne riconosciuta da nessuno di quelli a cui fu mostrato.

Utricularia amethystina (Guinea). — Questa pianta ha piccole foglie intere ed è apparentemente una pianta di palude; ma deve crescere in siti, ove esistono dei crostacei, giacchè ve n'erano due piccole specie entro una delle vesciche. Le vesciche sono quasi della stessa forma di quelle dell'*Utricularia montana*, e sono coperte esternamente dalle solite papille; ma differiscono notabilmente nell'essere le antenne ridotte a due punte corte, unite da una membrana incavata nel mezzo. Questa membrana è coperta d'innumerevoli glandule oblunghe sostenute su gambi lunghi, la più parte delle quali sono disposte in due file convergenti verso la valva. Alcune però sono situate sui margini della membrana, e la corta superficie ventrale della vescica, fra il peziolo e la valva, è densamente coperta di glandule. La maggior parte delle teste erano cadute ed i gambi rimasti soli; sicchè la superficie ventrale e l'orifizio, quando si guardavano con una forte lente, apparivano come rivestiti di setole sottili. Il collare, contro cui si chiude l'orlo, è giallastro e presenta

(1) Il prof. OLIVER ha dato (*Proc. Linn. Soc.*, vol. IV, p. 169) delle figure delle vesciche di due specie dell'America Meridionale, cioè *Utricularia Jamesoniana* e *peltata*; ma non pare ch'egli abbia prestato particolar attenzione a questi organi.

(2) *Viaggi nell'interno del Brasile*, 1836-41, p. 527.

Digitized by Google

la struttura ordinaria. Dal gran numero di glandule sulla superficie ventrale ed intorno all'orifizio, è probabile che questa specie viva in acqua molto immonda, da cui essa assorbe materia come pure dalla sua preda corrotta.

Utricularia Griffithii (Malacca e Borneo). — Le vesciche sono trasparenti e minute; una, che venne misurata non aveva in diametro che $^{28}/_{1000}$ di pollice (mill. 0,711). Le antenne sono di lunghezza moderata, e sporgono dritte avanti; esse sono unite per un breve tratto alle loro basi da una membrana, e portano un numero moderato di setole o peli, non semplici come altre volte, ma sormontati da glandule. Anche le vesciche differiscono notabilmente da quelle delle specie precedenti, non essendovi dentro processi quadrifidi, ma soltanto bifidi. In una vescica era una minuta larva acquatica; in un'altra gli avanzi di qualche animale articolato, e nella maggior parte di esse dei grani di sabbia.

Utricularia coerulea (India). — Le vesciche somigliano a quelle dell'ultima specie tanto nel carattere delle antenne, come nell'essere i processi esclusivamente bifidi. Esse contenevano avanzi di crostacei entomostraci.

Utricularia orbiculata (India). — Le foglie orbiculari e gli steli che portano le vesciche galleggiano apparentemente nell'acqua. Le vesciche non differiscono molto da quelle delle due ultime specie. Le antenne, che sono unite per un breve tratto alle loro basi, portano sulla loro superficie esterna e sulle sommità numerosi peli lunghi, multicellulari, sormontati da glandule. I processi entro alle vesciche sono quadrifidi, colle quattro braccia divergenti d'eguale lunghezza. La preda, che avevano pigliato, consisteva di crostacei entomostraci.

Utricularia multicaulis (Sikkim, India, 7000 ad 11,000 piedi). — Le vesciche, attaccate ai rizomi sono notevoli per la struttura delle antenne. Queste sono larghe, piatte e di grandi proporzioni; portano sui loro margini peli multicellulari, sormontati da glandule. Le loro basi sono unite in un solo picciuolo piuttosto stretto, ed appariscono così simili ad una grande dilatazione digitata ad un'estremità della vescica. Internamente i processi quadrifidi hanno braccia divergenti di lunghezza eguale. Le vesciche contenevano avanzi d'animali articolati.

POLYPOMPHOLYX

Questo genere, che è confinato nell'Australia Occidentale, è caratterizzato dall'avere un « calice quadripartito ». In altri riguardi, come osserva il prof. Oliver (1), « è del tutto un'*Utricularia* ».

Polypompholyx multifida. — Le vesciche sono attaccate in giro intorno alle sommità dei gambi rigidi. Le due antenne sono rappresentate da una forca membranosa minuta, onde la parte basale forma una specie di cappuccio sopra l'ori-

(1) *Proc. Linn. Soc.*, vol. IV., p. 171.

Digitized by Google

fizio. Questo cappuccio si spiega in due ali su ciascuna parte della vescica. Una terza ala o cresta sembra sia formata dall'estendersi della superficie dorsale del peziolo; ma la struttura di queste tre ali non si potè provare chiaramente, in causa dello stato dei campioni. La superficie interna del cappuccio è foderata di lunghi peli semplici, contenenti materia aggregata, uguale a quella entro i processi quadrifidi delle specie precedentemente descritte quando sono in contatto con animali putrefatti. Questi peli sembrano perciò servire da assorbenti. Si vide una valva, ma non si potè determinarne la struttura. Sul collare intorno alla valva sono al posto delle glandule numerose papille unicellulari, che hanno gambi cortissimi. I processi quadrifidi hanno braccia divergenti d'eguale lunghezza. Entro alle vesciche si trovarono avanzi di crostacei entomostraci.

Polypompholyx tenella. — Le vesciche sono minori di quelle dell'ultima specie, ma hanno la stessa struttura generale. Erano piene di frammenti apparentemente organici, ma non si poterono distinguere avanzi d'animali articolati.

GENLISEA

Questo genere notevole è scientificamente distinto dall' *Utricularia*, come apprendo dal prof. Oliver, per avere un calice cinquepartito. Se ne trovano delle specie in parecchie parti del mondo, e si dice siano *herbae annuae paludosae.*

Genlisea ornata (Brasile). — Questa specie è stata descritta e rappresentata dal dott. Warming (1), che riferisce che essa porta due specie di foglie, chiamate da lui spatulate ed otricolifere. Le ultime racchiudono delle cavità; e differendo queste molto dalle vesciche delle specie precedenti, sarà conveniente parlarne come d'otricoli. La figura qui riportata (fig. 29) di una foglia otricolifera, ingrandita circa tre volte, illustrerà la seguente descrizione fatta da mio figlio, la quale concorda in tutti i punti principali con quella data dal dott. Warming. L'otricolo (*b*) è formato da una leggiera dilatazione della stretta lamina della foglia. Un collo vuoto (*n*), lungo non meno di quindici volte lo stesso otricolo, forma un passaggio dall'orificio trasverso a fessura (*o*) nella cavità dell'otricolo. Un otricolo che misurava $^1/_{36}$ di pollice (millimetri 0,705) nel suo diametro più lungo aveva un collo lungo $^{15}/_{36}$ (millimetri 10,583) e largo $^1/_{100}$ di pollice (millimetri 0,254). Da ciascun lato dell'orificio v'è un lungo braccio o tubo spirale (*a*), la struttura del quale sarà meglio compresa dall'illustrazione seguente. Prendete un nastro stretto e avvolgetelo spiralmente intorno ad un cilindro sottile, sicchè gli orli vengano in contatto per la sua intera lunghezza; poi sollevate i due orli in modo da formare una piccola cresta, che s'avvolgerà di certo spiralmente intorno al cilindro come un filo intorno alla vite. Se ora si toglie il cilindro avremo un tubo simile ad una

(1) *Bidrag til Kundskaben om Lentibulariaceae*, Copenhagen 1874.

Digitized by Google

delle braccia spirali. I due orli sporgenti non sono effettivamente uniti, e si può cacciare facilmente un ago fra essi. Essi sono in fatto separati un poco in molti punti, formando stretti accessi nel tubo; ma ciò può essere il risultato del disseccarsi dei campioni. La lamina, di cui è formato il tubo, sembra essere un prolungamento laterale del labbro dell'orificio; e la linea spirale fra i due orli sporgenti è in continuazione coll'angolo dell'orificio. Se si caccia una setola fina giù per una delle braccia, essa passa nella sommità del collo vuoto. Se le braccia siano aperte o chiuse alle loro sommità, non si potè determinare, essendosi rotti tutti i campioni; nè sembra che il dott. Warming determini questo punto.

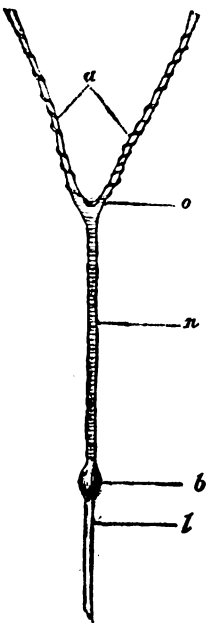

Fig. 29.

Genlisea ornata.

Foglia otricolifera; aggrandita tre volte.
l, parte superiore della lamina della foglia.
b, otricolo o vescica.
n, collo dell'otricolo.
o, orificio.
a, braccia avvolte spiralmente, colle loro estremità spezzate.

Tanto per la struttura esterna. Internamente la parte inferiore dell'otricolo è coperta di papille sferiche, formate di quattro cellule (talvolta otto secondo il dott. Warming), le quali corrispondono evidentemente ai processi quadrifidi entro le vesciche dell'*Utricularia*. Queste papille si stendono un poco su per la superficie dorsale e ventrale dell'otricolo; e se ne possono trovare alcune, secondo Warming, nella parte superiore. Questa parte superiore è coperta da molte file trasverse, una sopra l'altra, di peli corti, strettamente vicini, colla punta all'ingiù. Questi peli hanno basi larghe, e le loro cime sono formate da una cellula separata. Essi mancano nella parte inferiore dell'otricolo, ove abbondano le papille. Il collo è pure foderato in tutta la sua lunghezza di file trasverse di peli lunghi, sottili, trasparenti, aventi larghe basi bulbose (fig. 30), con punte acute egualmente conformate. Essi sorgono da piccoli rialti, formati di cellule rettangolari epidermoidali. I peli variano un po' in lunghezza, ma le loro punte generalmente si stendono sino alla fila sottostante; sicchè se si apre il collo e lo si spiega, la superficie interna somiglia ad una carta di spilli, rappresentando i peli gli spilli, ed i piccoli rialti trasversi le pieghe della carta attraverso a cui sono cacciati gli spilli. Queste file di peli sono indicati nella figura antecedente (29) da numerose linee trasverse onde è segnato il collo. L'interno del collo è pure fornito di papille; quelle nella parte inferiore sono sferiche e formate di quattro cellule, come nella parte inferiore dell'otricolo; quelle nella parte superiore sono formate di due cellule che sono molto allungate all'ingiù sotto i loro punti d'aderenza. Queste papille a due cellule apparentemente corrispondono ai processi bifidi nella parte superiore delle vesciche dell'*Utricularia*. Lo stretto orificio trasverso (*o*, fig. 29) è situato fra le basi delle due braccia spirali. Non si potè scoprir qui alcuna valva, nè

Digitized by Google

alcuna struttura di tal genere fu veduta dal dott. Warming. Le braccia dell'orificio sono armate di molti peli o denti corti, grossi, a punta acuta, alquanto incurvati.

I due orli sporgenti della lamina avvolta spiralmente, formanti le braccia, sono formati di corti peli o denti incurvati, precisamente pari a quelli sulle labbra. Questi sporgono verso l'interno ad angolo retto rispetto alla linea spirale di congiunzione fra i due orli. La superficie interna della lamina porta due papille bicellulari, allungate, simili a quelle nella parte superiore del collo, ma leggermente differenti da queste, secondo Warming, nell'essere i loro gambi formati da prolungamenti di grandi cellule epidermoidali; mentre le papille entro il collo posano su piccole cellule affondate fra le maggiori. Queste braccia spirali formano una notevole differenza fra il presente genere e l'*Utricularia*.

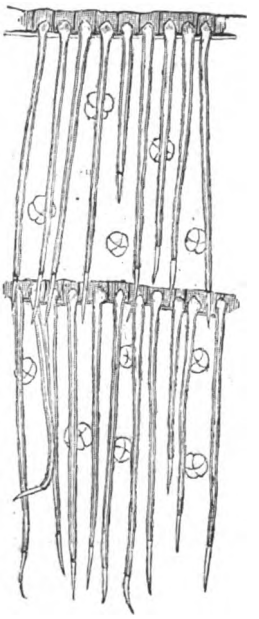

Fig. 30.

Utricularia ornata.

Porzione dell'interno del collo che mena nell'otricolo, assai ingrandita, la quale mostra i peli colla punta in giù e piccole cellule o processi quadrifidi.

Finalmente, v'è un fascio di vasi spirali, che, correndo su per la parte inferiore della foglia lineare, si divide subito sotto l'otricolo. Un ramo si stende su per il lato dorsale e l'altro su per il ventrale tanto dell'otricolo che del collo. Di questi due rami, uno entra in un braccio spirale e l'altro nell'altro.

Gli otricoli contenevano molti frammenti o materia sucida, che sembrava organica, benchè non s'abbiano potuto riconoscere organismi distinti. È infatti a mala pena possibile che qualche oggetto potesse essere entrato nel piccolo orificio e passato giù per il collo lungo e stretto, se non un animale vivo. Entro al collo però di alcuni campioni si trovarono un verme con mascelle cornee ritirate, l'addome di qualche animale articolato, e macchie di sudiciume, probabilmente gli avanzi d'altri animali minuti. Molte papille tanto entro gli otricoli che entro i colli erano scolorite, come se avessero assorbito della materia.

Da questa descrizione è abbastanza ovvio come la *Genlisea* s'assicura la preda. Piccoli animali che entrano per lo stretto orificio — non è però noto più che nel caso dell'*Utricularia*, che cosa li induca ad entrare — troverebbero la loro uscita resa difficile dagli acuti peli incurvati sulle labbra, e tosto che sono andati un poco in giù nel collo, sarebbe loro difficilmente possibile il ritorno, in causa delle molte file trasverse di peli lunghi, diritti, colla punta all'ingiù, in uno ai rialti da cui questi sporgono. Tali animali perirebbero quindi o entro il collo o entro l'otricolo; e le papille quadrifide e bifide assorbirebbero della materia dai loro avanzi corrotti. Le file trasverse di peli sono sì numerose da sembrare superflue per il solo

Digitized by Google

scopo d'impedire la fuga della preda, ed essendo essi sottili e delicati, servono probabilmente come altri assorbenti, nella stessa maniera delle setole flessibili sui margini incurvati delle foglie dell'*Aldrovanda*. Le braccia spirali agiscono senza dubbio come trappole accessorie. Finchè non s'esaminino foglie fresche, non si può dire se la linea di congiunzione della lamina avvolta spiralmente sia un poco aperta lungo tutto il suo corso, o soltanto in alcuni punti, ma un piccolo animale, che si sforzasse di passare nel tubo per qualche punto, sarebbe impedito d'uscire dai peli incurvati, e troverebbe un sentiero aperto giù per il tubo nel collo e così nell'otricolo. Se l'animale perisse entro le braccia spirali, i suoi avanzi corrotti sarebbero assorbiti ed utilizzati dalle papille bifide. Così vediamo che dalla *Genlisea* vengono pigliati degli animali non per mezzo d'una valva elastica, come nelle specie precedenti, ma da un congegno simile ad una trappola da anguille, benchè più complicato.

Genlisea africana (Africa Meridionale). — Frammenti delle foglie otricolifere di questa specie offrivano la stessa struttura di quelle della *Genlisea ornata*. Un Acaro quasi perfetto fu trovato entro l'otricolo o entro il collo d'una foglia, ma in quale dei due non fu registrato.

Genlisea aurea (Brasile) — Un frammento del collo d'un otricolo era foderato di file trasverse di peli e fornito di papille allungate, precisamente simili a quelle entro il collo della *Genlisea ornata*. È probabile quindi che l'intero otricolo sia egualmente costrutto.

Genlisea filiformis (Bahia, Brasile). — Si esaminarono molte foglie e non se ne trovò nessuna provveduta d'otricoli, mentre si trovarono senza difficoltà tali foglie nelle specie precedenti. D'altro canto, i rizomi portano delle vesciche simili nel carattere essenziale a quelle sui rizomi dell'*Utricularia*. Queste vesciche sono trasparenti, ed assai piccole, lunghe, cioè solamente $^1/_{100}$ di pollice (millim. 0,254). Le antenne non sono unite alle loro basi, ed apparentemente portano lunghi peli. Sull'esterno delle vesciche non sono che alcune papille, ed internamente pochissimi processi quadrifidi. Questi ultimi però sono di grandezza insolita, relativamente alla vescica, colle quattro braccia divergenti d'eguale lunghezza. Non si potè vedere nessuna preda entro queste minute vesciche. Essendo i rizomi di questa specie forniti di vesciche, s'esaminarono diligentemente quelli della *Genlisea africana*, dell'*ornata*, e dell'*aurea*, ma non se ne potè trovare. Che cosa dobbiamo arguire da questi fatti? Possedevano le tre specie ora nominate, al pari delle diverse specie d'*Utricularia*, strettamente affini a loro, originariamente delle vesciche sui loro rizomi, le quali essi perdettero in seguito, acquistando al loro posto foglie otricolifere? In appoggio di quest'opinione si può avanzare il fatto che le vesciche della *Genlisea filiformis* sembrano per le loro piccole dimensioni e per la scarsezza dei loro processi quadrifidi tendere all'aborto; ma perchè non ha questa specie acquistato foglie otricolifere come le sue congeneri?

Digitized by Google

CONCLUSIONE

È stato ora mostrato che molte specie d'*Utricularia* e di due generi strettamente affini, che abitano le parti più distanti del globo — l'Europa, l'Africa, l'India, l'Arcipelago di Malacca, l'Australia, l'America Settentrionale e Meridionale — sono ammirabilmente adatte a pigliare con due metodi animaletti acquatici o terrestri, e che assorbono i prodotti della loro putrefazione.

Le piante ordinarie delle classi superiori si procurano i necessari elementi inorganici dal suolo mediante le loro radici, ed assorbono acido carbonico dall'atmosfera mediante le loro foglie ed i loro steli. Ma abbiamo veduto in una parte precedente di quest'Opera che v'è una classe di piante, che digeriscono e poi assorbono materia animale, cioè tutte le Droseracee, la Pinguicola, e, come scoperse il dott. Hooker, la *Nepenthes*, ed a questa classe saranno presto quasi certamente aggiunte delle altre specie. Queste piante possono disciogliere materia tratta da certe sostanze vegetali, come polline, sementi e pezzi di foglie. Senza dubbio le loro glandule assorbono anche i sali d'ammoniaca, loro portati dalla pioggia. È stato anche mostrato che alcune altre piante possono assorbire ammoniaca con i loro peli glandulari, e queste profitteranno di quella recata loro dalla pioggia. V'è una seconda classe di piante, che, come abbiamo or ora veduto, non possono digerire, ma assorbire i prodotti della putrefazione degli animali, che pigliano, cioè l'*Utricularia* e le sue specie affini; e dalle eccellenti osservazioni del dott. Mellichamp e del dott. Canby vi può essere appena dubbio che non si possano aggiungere a questa classe la *Sarracenia* e la *Darlingtonia*, sebbene non si possa ancora considerare il fatto come completamente provato. V'è una terza classe di piante che si cibano, come ora è generalmente ammesso, dei prodotti della corruzione di materia vegetale, come l'orchide « nido d'uccello » (*Neottia*), ecc. Finalmente v'è la ben conosciuta quarta classe dei parassiti (come il vischio) che si nutrono dei succhi di piante vive. La più parte delle piante appartenenti a queste quattro classi ottengono tuttavia parte del loro carbonio, come le specie ordinarie, dall'atmosfera. Tali sono i mezzi diversi, per quanto si sa finora, coi quali le piante superiori ottengono la loro sussistenza.

Digitized by Google

INDICE DELLE MATERIE

Capitolo I.

DROSERA ROTUNDIFOLIA O LA DROSERA COMUNE

Numero degli insetti presi. — Descrizione delle foglie e loro appendici o tentacoli. — Schizzo preliminare dell'azione delle varie parti e della maniera in cui gl'insetti sono presi. — Durata della inflessione dei tentacoli. — Natura della secrezione. — In qual modo gl'insetti sono portati al centro della foglia. — Prova che le glandule hanno potere d'assorbimento. — Piccole dimensioni delle radici . . . . . *Pag.* 5

Capitolo II.

MOVIMENTO DEI TENTACOLI PEL CONTATTO DEI CORPI SOLIDI

Inflessione dei tentacoli esterni in conseguenza dell'essere le glandule del disco eccitate da tocchi ripetuti o da oggetti lasciati in contatto con esse. — Differenza nell'azione di corpi che producono sostanza nitrogenata solubile e corpi che non ne producono. — Inflessione dei tentacoli esterni cagionata direttamente da oggetti lasciati in contatto colle loro glandule. — Periodi d'inflessione incipiente e di successiva ri-tensione. — Piccolezza estrema delle particelle atte a causare l'inflessione. — Azione sotto acqua. — Inflessione dei tentacoli esterni quando le loro glandule vengono eccitate da tocchi ripetuti — Goccie d'acqua cadute non causano inflessione. . *Pag.* 17

Capitolo III.

AGGREGAZIONE DEL PROTOPLASMA DENTRO LE CELLULE DEI TENTACOLI

Natura del contenuto delle cellule prima dell'aggregazione. — Varie cause che eccitano l'aggregazione. — Il processo comincia entro le glandule e passa ai tentacoli. — Descrizione delle masse aggregate e dei loro movimenti spontanei. — Correnti di protoplasma lungo le pareti delle cellule. — Azione del carbonato d'ammoniaca. — Le granulazioni nel protoplasma che scorre lungo le pareti si collegano alle masse centrali. — Minuta quantità di carbonato d'ammoniaca che cagiona l'aggregazione. — Azione d'altri sali d'ammoniaca. — Di altre sostanze, fluidi organici, ecc. — Dell'acqua. — Del calore. — Nuova dissoluzione delle masse aggregate. — Cause immediate dell'aggregazione del protoplasma. — Sommario ed osservazioni conclusionali. — Osservazioni supplementari sull'aggregazione nelle radici delle piante. . . . . *Pag.* 29

Digitized by Google

Capitolo IV.

EFFETTI DEL CALORE SULLE FOGLIE

Natura degli esperimenti. — Effetti dell'acqua bollente. — L'acqua calda causa rapida inflessione. — L'acqua a temperatura più alta non causa l'inflessione immediata, ma non uccide le foglie, come lo dimostrano la loro successiva ri-tensione e l'aggregazione del protoplasma. — Una temperatura ancora più alta uccide le foglie e coagula il contenuto albuminoso delle glandule. *Pag.* 47

Capitolo V.

EFFETTI DI FLUIDI ORGANICI NON NITROGENATI E NITROGENATI SULLE FOGLIE

Fluidi non nitrogenati. — Soluzioni di gomma arabica. — Zucchero. — Amido. — Alcool diluito. — Olio d'oliva. — Infusione e decozione di tè. — Fluidi nitrogenati. — Latte. — Orina. — Albume liquido. — Infusione di carne cruda. — Muco impuro. — Saliva. — Soluzione di colla di pesce. — Differenza nell'azione di queste due specie di fluidi. — Decozione di piselli verdi. — Decozione ed infusione di cavolo. — Decozione di foglie d'erba . . . . . *Pag.* 53

Capitolo VI.

POTERE DIGESTIVO DELLA SECREZIONE DELLA DROSERA

La secrezione resa acida dall'eccitamento diretto ed indiretto delle glandule. — Natura dell'acido. — Sostanze digeribili. — Albume, la sua digestione arrestata dagli alcali, ricomincia per l'aggiunta d'un acido. — Carne. — Fibrina. — Sintonina. — Tessuto areolare. — Cartilagine. — Fibro-cartilagine. — Osso. — Smalto e dentina. — Fosfato di calce. — Base fibrosa dell'osso. — Gelatina. — Condrina. — Latte, caseina e cacio. — Glutina. — Legumina. — Polline. — Globulina. — Ematina. — Sostanze indigeribili. — Prodotti dell'epidermide. — Tessuto fibro-elastico. — Mucina. — Pepsina. — Urea. — Chitina. — Cellulosa. — Cotone fulminante. — Clorofilla. — Grasso ed olio. — Amido. — Azione della secrezione su semi viventi. — Sommario ed osservazioni conclusionali . . . . . *Pag.* 59

Capitolo VII.

EFFETTI DEI SALI D'AMMONIACA

Maniera d'eseguire gli esperimenti. — Azione dell'acqua distillata in confronto colle soluzioni. — Carbonato d'ammoniaca, assorbito dalle radici. — Il vapore assorbito dalle glandule. — Goccie sul disco. — Goccie minute applicate a glandule separate. — Foglie immerse in soluzioni deboli. — Esiguità delle dosi che causano l'aggregazione del protoplasma. — Nitrato d'ammoniaca, esperimenti analoghi. — Fosfato d'ammoniaca, esperimenti analoghi. — Altri sali d'ammoniaca. — Sommario ed osservazioni conclusionali sull'azione dei sali d'ammoniaca . . *Pag.* 91

Capitolo VIII.

EFFETTI DI VARI SALI ED ACIDI SULLE FOGLIE

Sali di sodio, potassio, ed altri sali alcalini, terrestri e metallici. — Sommario sull'azione di questi sali. — Vari acidi. — Sommario sulla loro azione . . . . . *Pag.* 117

Digitized by Google

Capitolo IX.

EFFETTI DI CERTI VELENI ALCALOIDI, D'ALTRE SOSTANZE E DEI VAPORI

Stricnina (sali di). — Chinina (solfato di), non arresta tosto il movimento del protoplasma. — Altri sali di chinina. — Digitalina. — Nicotina. — Atropina. — Veratrina. — Colchicina. — Teina. — Curaro. — Morfina. — Giusquiamo. — Veleno del cobra, accelera evidentemente i movimenti del protoplasma. — Canfora, stimolante potente, suo vapore narcotico. — Certi olii essenziali eccitano il movimento. — Glicerina. — L'acqua e certe soluzioni ritardano o impediscono l'azione successiva del fosfato d'ammoniaca. — Alcool innocuo, suo vapore narcotico e velenoso. — Cloroformio, etere solforico e nitrico, loro potere stimolante, velenoso e narcotico. — Acido carbonico è narcotico, ma non rapidamente velenoso. — Osservazioni conclusionali. *Pag.* 135

Capitolo X.

SULLA SENSITIVITÀ DELLE FOGLIE E SULLE LINEE DI TRASMISSIONE DELL'IMPULSO MOTORE

Glandule e cime dei tentacoli soltanto sensitive. — Trasmissione dell'impulso motore giù pei picciuoli dei tentacoli ed attraverso la lamina della foglia. — L'aggregazione del protoplasma è un'azione riflessa. — Prima scarica dell'impulso motore subitanea. — Direzione dei movimenti dei tentacoli. — Impulso motore trasmesso attraverso il tessuto cellulare. — Meccanismo dei movimenti. — Natura dell'impulso motore. — Nuova tensione dei tentacoli . . . . . *Pag.* 157

Capitolo XI.

RICAPITOLAZIONE DELLE OSSERVAZIONI PRINCIPALI SULLA DROSERA ROTUNDIFOLIA . . . . . *Pag.* 177

Capitolo XII.

SULLA STRUTTURA E SUI MOVIMENTI D'ALCUNE ALTRE SPECIE DI DROSERA

Drosera anglica. — Drosera intermedia. — Drosera capensis. — Drosera spathulata. — Drosera filiformis. — Drosera binata. — Osservazioni conclusionali . . . . . *Pag.* 187

Capitolo XIII.

DIONAEA MUSCIPULA

Struttura delle foglie. — Sensitività dei filamenti. — Rapido movimento dei lobi causato dall'irritazione dei filamenti. — Glandule, loro potere di secrezione. — Movimento lento cagionato dall'assorbimento di materia animale. — Evidenza dell'assorbimento per la condizione aggregata delle glandule. — Potere digestivo della secrezione. — Azione del cloroformio, dell'etere e dell'acido cianidrico. — Maniera, con cui gl'insetti sono presi. — Utilità delle setole marginali. — Specie d'insetti presi. — Trasmissione dell'impulso motore e meccanismo dei movimenti. — Nuova tensione dei lobi . . . . . *Pag.* 193

Digitized by Google

Capitolo XIV.

ALDROVANDA VESICULOSA

Prende-crostacei. — Struttura delle foglie confrontate con quelle della Dionea. — Assorbimento per mezzo delle glandule, dei processi quadrifidi, e punte sui margini inviluppati. — *Aldrovanda vesiculosa*, varietà *australis*. — Piglia preda. — Assorbimento di materia animale. — *Aldrovanda vesiculosa*, varietà *verticillata*. — Osservazioni conclusionali . . . . . *Pag.* 215

Capitolo XV.

DROSOPHYLLUM — RORIDULA — BYBLIS — PELI GLANDULARI D'ALTRE PIANTE — OSSERVAZIONI CONCLUSIONALI SULLE DROSERACEE

Drosophyllum. — Struttura delle foglie. — Natura della secrezione. — Maniera di pigliare insetti. — Potere d'assorbimento. — Digestione di sostanze animali. — Sommario sul *Drosophyllum*. — *Roridula*. — *Byblis*. — Peli glandulari d'altre piante, loro potere d'assorbimento. — *Saxifraga*. — *Primula*. — *Pelargonium*. — *Erica*. — *Mirabilis*. — *Nicotiana*. — Sommario sui peli glandulari. — Osservazioni conclusionali sulle Droseracee . . . . . *Pag.* 223

Capitolo XVI.

PINGUICULA

Pinguicula vulgaris. — Struttura delle foglie. — Numero d'insetti ed altri oggetti presi. — Movimento dei margini delle foglie. — Usi di questo movimento. — Secrezione, digestione ed assorbimento. — Azione della secrezione su varie sostanze animali e vegetali. — Effetti delle sostanze non contenenti materia nitrogenata solubile sulle glandule. — *Pinguicula grandiflora*. — *Pinguicula lusitanica*, piglia insetti. — Movimento delle foglie, secrezione e digestione . . *Pag.* 247

Capitolo XVII.

UTRICULARIA

Utricularia neglecta. — Struttura della vescica. — Usi delle differenti parti. — Numero di animali imprigionati. — Modo di prenderli. — Le vesciche non possono digerire materia animale, ma assorbono i prodotti della sua putrefazione. — Esperimenti sull'assorbimento di certi fluidi per mezzo dei processi quadrifidi. — Assorbimento per mezzo delle glandule. — Sommario dell'osservazione sull'assorbimento. — Sviluppo delle vesciche. — *Utricularia vulgaris*. — *Utricularia minor*. — *Utricularia clandestina* . . . . . *Pag.* 265

Capitolo XVIII.

UTRICULARIA (*continuazione*).

Utricularia montana. — Descrizione delle vesciche sui rizomi sotterranei. — Preda fatta da vesciche di piante sotto coltivazione ed allo stato di natura. — Assorbimento per mezzo dei processi quadrifidi e delle glandule. — Tuberi che servono da serbatoi d'acqua. — Varie altre specie d'*Utricularia*. — *Polypompholyx*. — *Genlisea*, natura differente della trappola per pigliar la preda. — Metodi diversi per mezzo dei quali le piante sono nutrite . . . . . *Pag.* 289

Digitized by Google

INDICE ALFABETICO

A

Acidi vari, azioni di, sulla Drosera, 127;
» della serie acetica sostituiscono il cloridrico nella digestione, 61;
» arsenioso e cromico, azione degli, sulla Drosera, 124, 125;
» diluiti, producono endosmosi negativa, 133.
Acido, natura dell', nella secrezione digestiva della Drosera, 61;
» presente nel fluido digestivo di varie specie di Drosera, di Dionaea, di Drosophyllum e di Pinguicula, 188, 202, 226, 255, 256.
Acqua pluviale, quantità d'ammoniaca nell', 115;
» goccie di, non producono inflessione nella Drosera, 27;
» sua forza nel produrre aggregazione nella Drosera, 38;
» sua forza nel produrre inflessione nella Drosera, 93;
» e varie soluzioni, effetti dell', sull'azione successiva dell'ammoniaca, 145.
Aggregazione del protoplasma nella Drosera, 29;
» nella Drosera prodotta da sali di ammoniaca, 32;
» nella Drosera prodotta da piccole dosi di carbonato d'ammoniaca, 97;
» del protoplasma nella Drosera, è un'azione riflessa, 165;
» del protoplasma in varie specie di Drosera, 187;
» del protoplasma nella Dionaea, 195;
» del protoplasma nel Drosophyllum, 226;
» del protoplasma nella Pinguicula, 249;
» del protoplasma nell' Utricularia, 275.
Albume, digerito dalla Drosera, 63;
» liquido, azione sulla Drosera, 55.
Alcali, arrestano il processo digestivo nella Drosera, 65.
Alcool diluito, azione dell', sulla Drosera, 54.
Aldrovanda vesiculosa, 215;
» assorbimento e digestione fatta dall', 218;
» varietà di, 219.
Alghe, aggregazione nei rami frondosi di, 46.
Alluminio, sali di, azione sulla Drosera, 124.
Amido, azione dell', sulla Drosera, 54, 85.
Ammoniaca, quantità d', nell'acqua pluviale, 114;
» carbonato d', azione su foglie riscaldate di Drosera, 48;
» carbonato d', piccolezza delle dosi che producono aggregazione nella Drosera, 97;
» carbonato d', sua azione sulla Drosera, 95;
» carbonato d', vapore di, assorbito dalle glandule di Drosera, 95;
» carbonato d', piccolezza delle dosi che producono inflessione nella Drosera, 97;
» fosfato d', piccolezza delle dosi che producono inflessione nella Drosera, 103;
» fosfato d', grandezza di particelle che attaccano la Drosera, 16;
» nitrato d', piccolezza delle dosi che producono inflessione nella Drosera, 99;
» sali d', azione sulla Drosera, 91;
» » loro azione eccitata da precedente immersione nell'acqua e in varie soluzioni, 145.
» vari sali di, producono inflessione nella Drosera, 112.
Antimonio, tartrato di, azione sulla Drosera, 124.
Areolare, tessuto, sua digestione fatta dalla Drosera, 70.
Argento, nitrato d', azione sulla Drosera, 122.
Arsenioso, acido, azione sulla Drosera, 124.
Assorbimento fatto dalla Dionaea, 198;
» » » Drosera, 15;
» » dal Drosophyllum, 226;
» » dalla Pinguicula, 255;
» » dai peli glandulari, 236;
» » dalle glandule dell'Utricularia, 278;
» » dai processi quadrifidi della Utricularia, 209;
» » dall'Utricularia montana, 293.
Atropina, azione sulla Drosera, 138.

Digitized by Google

B

Bario, sali di, azione sulla Drosera, 123.
Base, fibrosa dell'osso, sua digestione fatta dalla Drosera, 33.
Basi di sali, azione preponderante delle, sulla Drosera, 125.
Belladonna, estratto di, azione sulla Drosera, 58.
Bennett sig. A. W., sulla Drosera, 5;
» integumenti di grani di polline non digeriti dagli insetti, 9.
Binz, sull'azione della chinina sui corpuscoli bianchi del sangue, 137;
» sull'azione velenosa della chinina su organismi bassi, 137;
Brunton, Lauder, sulla digestione della gelatina, 75;
» sulla composizione della caseina, 77;
» sulla digestione dell'urea, 83;
» » » della clorofilla, 85;
» » » della pepsina, 83;
Byblis, 230.

C

Cacio o formaggio, sua digestione fatta dalla Drosera, 78.
Cadmio, cloruro di, azione sulla Drosera, 123.
Calce, carbonato di, precipitata, produce inflessione della Drosera, 25;
» fosfato di, sua azione sulla Drosera, 74.
Calce, precipitata, cagiona inflessione della Drosera, 25.
Calcio, sali di, » » 122.
Calore, produce aggregazione nella Drosera, 38;
» effetto del, sulla Drosera, 47;
» » sulla Dionea, 197.
Canby, dott., sulla Dionea, 202;
» » Drosera filiformis, 189.
Canfora, azione sulla Drosera, 142.
Carbonico, acido, ritarda l'aggregazione nella Drosera, 43.
Carbonico, acido, azione sulla Drosera, 151.
Carne, infusione di, produce aggregazione nella Drosera, 37;
» infusione di, azione sulla Drosera, 55.
» sua digestione fatta dalla Drosera, 67.
Cartilagine, sua digestione fatta dalla Drosera, 70.
Carvi, olio di, azione sulla Drosera, 144.
Caseina, sua digestione fatta dalla Drosera, 77.
Cavolo, decozione di, azione sulla Drosera, 57.
Cellulosa, non digerita dalla Drosera, 84.
Cesio, cloruro di, azione sulla Drosera, 122.
Chinina, sali di, azione sulla Drosera, 137.
Chitina, non digerita dalla Drosera, 84.
Cianidrico, acido, effetti dell', sulla Drosera, 204.
Clorofilla, grani di, in piante vive, digerita dalla Drosera, 85;
» pura, non digerita dalla Drosera, 84.
Cloroformio, effetti del, sulla Drosera, 148;
» » sulla Dionea, 204.
Cobalto, cloruro di, azione sulla Drosera, 125.
Cobra, veleno del, » » 140.
Cohn, prof., sull'Aldrovanda, 215;
» sui tessuti contrattili nelle piante, 243;
» sui movimenti degli stami delle Composite, 173;
» sull'Utricularia, 265.
Colchicina, azione sulla Drosera, 139.
Colla di pesce, soluzione di, azione sulla Drosera, 56.
Condrina, sua digestione fatta dalla Drosera, 76.
Cotone fulminante, non digerito dalla Drosera, 84.
Cristallina, sua digestione fatta dalla Drosera, 80.
Cromico, acido, azione sulla Drosera, 25.
Curaro, azione sulla Drosera, 139.
Curtis, dott., sulla Dionea, 202.

D

Darwin Francesco, sugli effetti d'una corrente galvanica indotta sulla Drosera, 28;
» sulla digestione dei grani di clorofilla, 84;
» sull'Utricularia, 296.
Delpino, sull'Aldrovanda, 215;
» sull'Utricularia, 265.
Dentina, sua digestione fatta dalla Drosera, 72.
Digestione di varie sostanze fatta dalla Dionea, 202;
» di varie sostanze fatta dalla Drosera, 59;
» » » Drosophyllum, 227;
» » » Pinguicula, 255;
» origine della facoltà della, 241.
Digitalina, azione sulla Drosera, 138.
Dionaea muscipula, esiguità delle radici, 193;
» struttura delle foglie, 193;
» sensitività dei filamenti, 194;
» suo assorbimento, 200;
» muscipula, sua secrezione, 199;
» sua digestione, 202.

Digitized by Google

Dionaea effetti sulla, del cloroformio, 204;
» maniera di pigliar gl'insetti, 205;
» trasmissione dell'impulso motore, 209;
» ri-tensione dei lobi, 212.
Direzione dei tentacoli incurvati della Drosera, 166.
Dohrn, dott., sui crostacei rizocefali, 239.
Donders, prof., piccola quantità d'atropina che attacca l'iride del cane, 116.
Drosera anglica, 187;
» binata o dicotoma, 190.
» capensis, 188;
» filiformis, 189;
» heterophylla, 192;
» intermedia, 188;
» rotundifolia, struttura delle foglie, 7;
» » effetti sulla, dei fluidi nitrogenati, 53;
» » effetti del calore sulla, 38, 47;
» » sua facoltà di digerire, 59;
» » rovescio delle foglie non sensitivo, 158;
» » trasmissione dell'impulso motore, 160;
» » sommario generale, 177;
» » spathulata, 189.
Droseracee, osservazioni conclusionali sulle, 191;
» loro sensitività confrontata con quella degli animali, 245.
Drosophyllum, struttura delle foglie, 223;
» sua secrezione, 224;
» suo assorbimento, 226;
» sua digestione, 227;

E

Ematina, sua digestione fatta dalla Drosera, 81.
Erica tetralix, peli glandulari dell', 235.
Esosmosi, dai rovesci delle foglie di Drosera, 159.
Etere, effetti dell', sulla Drosera, 149;
» » sulla Dionea, 204.
Euforbia, processo d'aggregazione nelle radici dell', 45.

F

Fayrer, dott., sulla natura del veleno del cobra, 140;
» sull'azione del veleno del cobra sul protoplasma animale, 142;
» sulla paralizzazione dei centri nervosi fatta dal veleno del cobra, 153.
Fermento, natura del, nella secrezione della Drosera, 65.
Ferro, cloruro di, azione sulla Drosera, 125.
Fibrina, sua digestione fatta dalla Drosera, 69.
Fibro-cartilagine, » » 71.
Fibro-elastico, tessuto, non digerito dalla Drosera, 82.
Fibrosa, base dell'osso, sua digestione fatta dalla Drosera, 73.
Fluidi, nitrogenati, effetti dei, sulla Drosera, 53.
Foglie di Drosera, dorso delle, non è sensitivo, 158.
Fournier, sugli acidi che producono movimenti negli stami di Berberis, 132.
Frankland, prof., sulla natura dell'acido nella secrezione della Drosera, 88.

G

Galvanismo, corrente di, produce inflessione della Drosera, 28;
» effetti del, sulla Dionea, 212.
Gardner, sig., sull'Utricularia nelumbifolia, 296.
Garofani, olio di, azione sulla Drosera, 144.
Gelatina, impura, azione sulla Drosera, 55;
» pura, sua digestione fatta dalla Drosera, 75.
Genlisea africana, 301;
» filiformis, 301;
» ornata, struttura della, 298;
» » modo di far preda, 300;
Giusquiamo, azione sulla Drosera, 140.
Glandulari, peli, loro assorbimento, 234;
» » sommario sui, 236;
Glicerina, produce aggregazione nella Drosera 38.
» azione sulla Drosera, 144.
Globulina, sua digestione fatta dalla Drosera, 80.
Glutine, » » » 79.
Gomma, azione della, sulla Drosera, 54.
Gorup-Besanez, sulla presenza d'un solvente nei semi di veccia, 242.
Gramigne, decozione di, azione sulla Drosera, 58.
Grasso, non digerito dalla Drosera, 85.
Gray, Asa, sulle Droseracee, 6.
Groenland, sulla Drosera, 5.

H

Heckel, sullo stato degli stami di Berberis dopo l'eccitamento, 32.
Hofmeister, sulla pressione che arresta i movimenti del protoplasma, 44.
Holland, sig., sull'Utricularia, 265.
Hooker, dott., sulle piante carnivore, 5.

Digitized by Google

Hooker, dott., sulla facoltà di digerire della Nepente, 67;
» storia delle osservazioni sulla Dionea, 193;

I

Idrocianico, acido, effetti dell', sulla Drosera, 204.
Iosciamo, azione sulla Drosera, 140.

J

Johnson, dott., sul movimento di peduncoli dei fiori della Pinguicula, 255.

K

Klein, dott., sul carattere microscopico dell'osso a metà digerito, 72;
» sullo stato di fibro-cartilagine a metà digerita, 71;
» sulla grandezza dei micrococchi, 116.
Knight, sig., sull'alimentazione della Dionea, 202.
Kossmann, dott., sui crostacei rizocefali, 239.

L

Latte, produce aggregazione nella Drosera, 55;
» azione sulla Drosera, 55, 77;
» sua digestione fatta dalla Drosera, 76.
Legumina, » » » 78.
Lemna, aggregazione nelle foglie della, 46.
Libellula, presa dalla Drosera, 6.
Litio, sali di, azione sulla Drosera, 122.

M

Magnesio, sali di, azione sulla Drosera, 123.
Manganese, cloruro di, » » 125.
Marshall, sig. W., sulla Pinguicula, 248.
Mercurio, percloruro di, azione sulla Drosera, 123.
Mezzi di movimento nella Dionea, 209.
» » Drosera, 172.
Mirabilis longiflora, peli glandulari della, 235.
Moggridge, Traherne, sugli acidi che danneggiano i semi, 86.
Moore, dott., sulla Pinguicula, 262.
Morfina, acetato di, azione sulla Drosera, 139.
Motore, impulso, nella Drosera, 160;
» » nella Dionea, 209.
Movimenti delle foglie di Pinguicula, 249;
» dei tentacoli di Drosera, mezzi dei, 172;
» » di Dionea, 209.
Movimento, origine della facoltà di, 243.
Mucina, non digerita dalla Drosera, 82.
Muco, azione sulla Drosera, 85.
Müller, Fritz, sui crostacei rizocefali, 239.

N

Nepente, suo potere di digestione, 67.
Nickel, cloruro di, azione sulla Drosera, 125.
Nicotiana tabacum, peli glandulari, 236.
Nicotina, azione sulla Drosera, 138.
Nitrico, etere, » » 150.
Nitschke, dott., citazioni dei suoi scritti sulla Drosera, 5;
» sulla sensitività dei dorsi delle foglie di Drosera, 158;
» sulla direzione dei tentacoli incurvati nella Drosera, 166;
» sull'Aldrovanda, 216.
Nutrimento, vari mezzi di, nelle piante, 302.
Nuttall, dott., sulla tensione della Dionea, 212.

O

Odore di pepsina, emanato dalle foglie di Drosera, 61.
Olio d'oliva, azione dell', sulla Drosera, 85, 54.
Oliver, prof., sull'Utricularia, 289.
Orina, azione della, sulla Drosera, 55.
Oro, cloruro d' » » 124.
Osso, sua digestione fatta dalla Drosera, 72.

P

Papaia, succo di, affretta la putrefazione, 274.
Particelle, minutezza delle, producenti inflessione nella Drosera, 22.
Pelargonio zonale, peli glandulari, 235.
Peli glandulari, loro assorbimento, 231;
» sommario sui, 236.
Pepsina, odore di, emanato dalle foglie di Drosera, 61;
» non digerita dalla Drosera, 83.
» sua secrezione negli animali eccitata solo dopo l'assorbimento, 86.
Peptogene, 87.
Pinguicula grandiflora, 262;
» lusitanica, 262;
» vulgaris, struttura delle foglie e delle radici, 247;
» vulgaris, numero d'insetti presi dalla, 248;
» » facoltà di movimento, 249;
» » sua secrezione ed assorbimento, 255;
» » sua digestione, 255;
» » effetti della secrezione su semi vivi, 258.
Piombo, cloruro di, azione sulla Drosera, 124.
Piselli, decozione di, azione sulla Drosera, 57.
Platino, cloruro di, azione sulla Drosera, 125.

Digitized by Google

Polline, sua digestione fatta dalla Drosera, 79.
Polypompholyx, struttura della, 298.
Potassio, sali di, cagionano aggregazione nella Drosera, 37;
» sali di, azione sulla Drosera, 120;
» fosfato di, non decomposto dalla Drosera, 121.
Price, sig. Giovanni, sull'Utricularia, 286.
Primula sinensis, peli glandulari della, 233;
» numero dei » 237.
Protoplasma, aggregazione del, nella Drosera, 29;
» aggregazione nella Drosera, cagionata da piccole dosi di carbonato d'ammoniaca, 97;
» un'azione riflessa, 65;
» aggregato, ri-dissoluzione del, 39;
» aggregazione del, in varie specie della Drosera, 87;
» aggregazione del, nella Dionea, 195;
» » nel Drosophyllum, 226;
» » nella Pinguicula, 249;
» » nell'Utricularia, 275.

R

Radici della Drosera, 15;
» processo d'aggregazione nelle, 45;
» assorbono carbonato d'ammoniaca, 95;
» della Dionea, 193;
» del Drosophyllum, 223;
» della Pinguicula, 248
Ralfs, sig., sulla Pinguicula, 262.
Rame, cloruro di, azione sulla Drosera, 125.
Ransom, dott., azione dei veleni sul tuorlo delle uova, 153.
Ri-tensione dei tentacoli, senza testa, della Drosera, 157;
» dei tentacoli, della Drosera, 175;
» » della Dionea, 208.
Roridula, 229.
Rubidio, cloruro di, azione sulla Drosera, 122.

S

Sachs, prof., effetti del calore sul protoplasma, 47;
» sulla dissoluzione dei composti proteici nei tessuti delle piante, 240.
Sali ed acidi vari, effetti di, sull'azione successiva dell'ammoniaca, 146.
Saliva, azione sulla Drosera, 55.
Sanderson, Burdon, sulla coagulazione dell'albume pel calore, 52.
Sanderson, Burdon, sugli acidi che sostituiscono il cloridrico nella digestione, 88;
» sulla digestione di base fibrosa dell'osso, 73;
» sulla digestione di glutine, 79;
» » di globulina, 80;
» » di clorofilla, 84;
» sull'effetto differente del sodio e del potassio sugli animali, 126.
» sulle correnti elettriche nella Dionea, 212.
Saxifraga umbrosa, peli glandulari della, 231.
Schiff, sull'acido cloridrico che discioglie albume coagulato, 59;
» sulla maniera di digerire albume, 64;
» sui cambiamenti nella carne durante la digestione, 68;
» sulla coagulazione del latte, 77;
» sulla digestione di caseina, 77;
» » di muco, 82;
» sul peptogene, 87.
Schloesing, sull'assorbimento di nitrogeno fatto dalla Nicotiana, 236.
Scott, sig., sulla Drosera, 5.
Secrezione della Drosera, resoconto generale della, 177;
» della Drosera, sua facoltà antisettica, 14;
» » diventa acida dopo l'eccitamento, 59;
» della Drosera, natura del suo fermento, 65:
» della Dionea, 199,
» del Drosophyllum, 224;
» della Pinguicula, 255.
Semi, vivi, subiscono influenza dalla Drosera, 85.
» » subiscono influenza dalla Pinguicula, 258.
Sensitività, localizzazione della, nella Drosera, 157;
» della Dionea, 194;
» della Pinguicula, 240
Sintonina, sua azione sulla Drosera, 70.
Smalto, sua digestione fatta dalla Drosera, 72.
Sodio, sali di, azione sulla Drosera, 118, 119:
» » producono aggregazione nella Drosera, 37.
Solforico, etere, azione sulla Drosera, 149;
» » » Dionea, 204.
Sondera eterofilla, 192.
Sorby, sig., sulla materia colorante della Drosera, 7.
Spettroscopio, sua forza confrontata con quella della Drosera, 114.

Digitized by Google

Stagno, cloruro di, azione sulla Drosera, 124.
Stein, sull'Aldrovanda. 215.
Stricnina, sali di, azione sulla Drosera, 135.
Stronzio, sali di, azione sulla Drosera, 123.

T

Tait, sig., sul Drosophyllum, 223.
Taylor Alfredo, sulla scoperta di minute dosi di veleni, 114.
Tè, infusione di, azione sulla Dsosera, 54.
Teina, » » » 139.
Tentacoli di Drosera, si muovono quando se ne tagliano le glandule, 27;
» di Drosera, direzione della inflessione dei, 166;
» » mezzi di movimento, 172;
» » ri-tensione dei, 175.
Tessuti, coi quali vien trasmesso l'impulso nella Drosera, 168;
» coi quali vien trasmesso l'impulso nella Dionea, 209.
Tessuto areolare, sua digestione fatta dalla Drosera, 70;
» fibro-elastico, non digerito dalla Drosera, 82.
Traube, dott., sulle cellule artificiali, 147.
Treat, signora, sulla Drosera filiformis, 189;
» » sulla Dionea, 208;
» » sulla Utricularia, 273.
Trécul, sulla Drosera, 5, 8.
Trementina, azione sulla Drosera, 144.
Tuberi dell'Utricularia montana, 294.

U

Urea, non digerita dalla Drosera, 83.
Utricularia clandestina, 287;
» minor, 286.
Utricularia montana, struttura delle vesciche, 289;
» » animali presi dalla, 292;
» » suo assorbimento, 293;
» » tuberi della, servono da serbatoi, 294;
» neglecta, struttura delle vesciche, 265;
» » animali presi dalla, 271;
» » suo assorbimento, 275;
» » sviluppamento delle vesciche, 268;
» varie specie di, 265;
» vulgaris, 285.

V

Vasi nelle foglie di Drosera, 168;
» » di Dionea, 209.
Veleno del cobra e della vipera, loro azione sulla Drosera, 140.
Veratrina, azione sulla Drosera, 139.
Vogel, sugli effetti della canfora sulle piante, 142.

W

Warming, dott., sulla Drosera, 5;
» sulle radici dell'Utricularia, 266;
» sui tricomi, 240;
» sulla Genlisca, 298;
» sulle cellule parenchimatose nei tentacoli della Drosera, 171.
Wilkinson, Rev., sull'Utricularia 267.

Z

Ziegler, suo rapporto riguardo alla Drosera, 20;
» esperimenti di, nel tagliare vasi della Drosera, 169.
Zinco, cloruro di, azione sulla Drosera, 124.
Zucchero, soluzione di, azione sulla Drosera, 54;
» » produce aggregazione nella Drosera, 38.

Digitized by Google