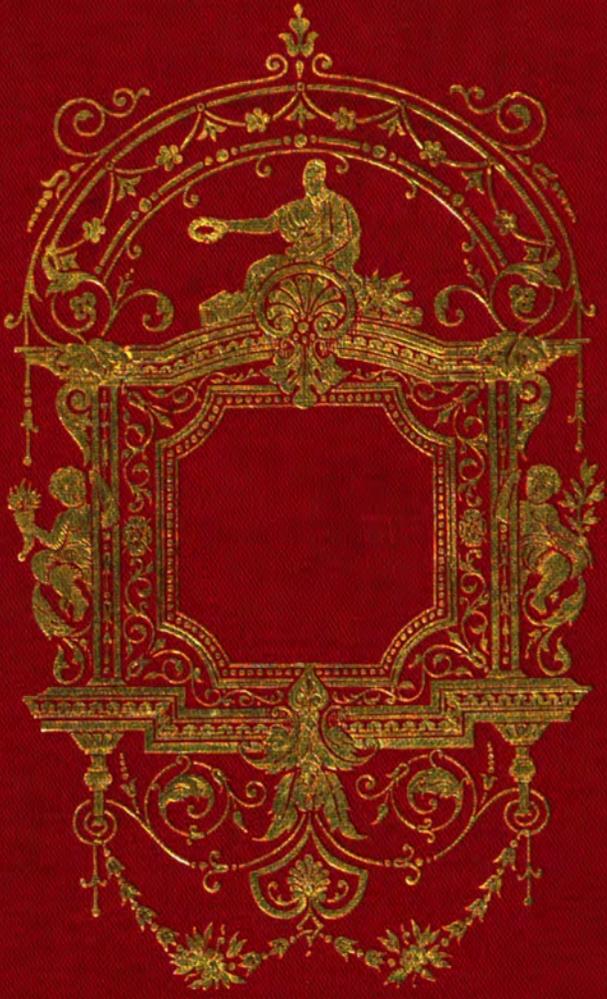


k-QL
394
D36
Biology
Library
Kofoid

UC-NRLF

C 2 790 440





Ex-libris

Charles

Atwood

Kofoid

B.M.C.



THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

k-QL394
D36

Biology
Library
Kofoid

M362887

LA

FORMAZIONE DELLA TERRA VEGETALE

PER L'AZIONE DEI LOMBRICI

LA FORMAZIONE
DELLA
TERRA VEGETALE
PER L'AZIONE DEI LOMBRICI

CON OSSERVAZIONI INTORNO AI LORO COSTUMI

DI

CARLO DARWIN

Prima Traduzione italiana col consenso dell'Autore

del Professore

MICHELE LESSONA

Direttore del Museo Zoologico di Torino

OPERA ADORNA DI INCISIONI INTERCALATE NEL TESTO

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

1882

*La Società intende riservarsi i diritti di riproduzione sulla presente traduzione
dell'opera di CARLO DARWIN in Italia.*

PREFAZIONE DEGLI EDITORI

La traduzione del volume del signor Darwin che ora pubblichiamo fu impresa mentre l'Autore era in vita e nissun indizio presagiva che fosse così imminente la sua fine.

Questo fu l'ultimo lavoro che Egli scrisse; ma si può dire che l'argomento importante che esso tratta fu uno dei primi di cui si sia l'Autore occupato.

Fin dall'anno 1837 il signor Darwin aveva fatto una pubblicazione intorno alla formazione della Terra vegetale, e durante tutta la sua vita aveva proseguito poi a fare osservazioni, ricerche, studi in propoeito.

Lo accoglimento favorevole che fece l'Italia alle altre traduzioni del Darwin da noi pubblicate ci conforta a sperare che sarà bene accolta anche questa, degna per ogni rispetto di prender posto insieme colle altre.

PREFAZIONE DEL TRADUTTORE

Nei giornali, nelle accademie, nei convegni fra le persone colte in ogni parte del mondo incivilito si parla ora di CARLO DARWIN. La sua morte avvenuta in questi giorni ha commosso tutti. Si ricercano più che mai i volumi del naturalista inglese e si tien d'etro alle varie fasi di quella esistenza intellettuale.

Carlo Darwin, siccome ognuno sa, uscito dalle scuole, incominciò la sua vita di naturalista con un grande viaggio intorno al mondo, che durò cinque anni e gli porse modo di fare osservazioni tanto varie quanto numerose e importanti.

Durante quel viaggio il Darwin era venuto nel pensiero, secondo certe sue osservazioni, che le forme attuali delle specie degli animali potessero essere diverse da quelle dei loro antenati, e aveva incominciato a meditare intorno alla origine delle specie. Ma questo argomento egli intendeva bene come non si potesse investigare colla sola meditazione, ma bensì coll'osservare e anche collo sperimentare.

In ciò egli spese tutto quanto il suo tempo dopo che fu ritornato dal viaggio, e i due volumi intorno alla origine delle specie e alla origine dell'uomo esprimono più direttamente il frutto del suo lavoro.

Ma nella lunga sua vita interamente consacrata a tali ricerche egli condusse pure a compimento molti altri importanti lavori, i quali, mentre si collegano sempre coll'argomento principale, lasciano vedere fatti nuovi e importantissimi che in vari rami segnano un progresso nella scienza.

Il libro di cui ora si pubblica la traduzione è l'ultimo che il Darwin diede alle stampe, e contiene ricerche ed osservazioni che egli aveva fatto ancora poco prima di morire. Ma nello stesso tempo si espongono in questo volume osservazioni e ricerche fatte pure oltre a quarant'anni

prima. Fin dall'anno 1837 il Darwin leggeva alla Società geologica di Londra un suo scritto intorno alla formazione della terra vegetale. Fin da quel tempo egli aveva incominciato a studiare l'opera dei lombrici, tanto efficace a modificare la superficie del suolo. Da quel tempo in poi si occupò sempre di questo argomento, se ne occuparono con lui e sotto la sua direzione i suoi figli e alcuni suoi amici.

L'arte dell'osservare, la ricerca del vero al di fuori di ogni idea preconcepita, il modo di disporre le cose per la osservazione e per gli esperimenti, la diligenza nel condurre minutissimamente le osservazioni e la potenza della mente nel dedurre le conclusioni, tutti questi meriti che si trovano in ogni lavoro di Carlo Darwin, brillano naturalmente anche in questo.

Poco s'era badato prima ai lombrici, animali, a malgrado del loro numero e della loro diffusione, negletti in generale dai naturalisti. Il Darwin tenne conto scrupolosamente degli studi di alcuni moderni intorno a questi animali, ma poi colle sue ricerche spinse avanti incomparabilmente più che non fosse stato fatto mai le cognizioni intorno a questo ramo della zoologia.

Egli esamina la struttura e le funzioni dei vermi, i loro sensi, la loro intelligenza, la loro vita per la quale viene profondamente modificata e resa atta a mantener la vegetazione la superficie del suolo. Parla dell'opera dei vermi nello sgretolare le rocce, nel denudare la terra, e nel conservare i ruderi antichi. Egli dice che forse non vi sono altri animali, o certo son pochi, che abbiano avuto come i vermi una parte tanto importante nella storia del mondo.

Così viene a scorgersi come meritino ogni studio questi animali che pure hanno una struttura assai poco complicata. Altri animali anche più semplici hanno compiuto un'opera ancora più grandiosa, ma questa nelle regioni dei tropici, e sono i polipi del corallo, che il Darwin studiò nel suo viaggio e intorno ai quali scrisse un volume che fu primo a far conoscere ai naturalisti e acclamare il suo nome.

INTRODUZIONE

Soggetto del presente volume è la parte che i lombrici hanno avuto nella formazione dello strato di terra vegetale che copre tutta la superficie della crosta terrestre in ogni contrada discretamente umida. Generalmente questo strato di terra ha un colore nericcio e pochi centimetri di spessore. Differisce pochissimo nell'aspetto nei varii paesi, sebbene posi sopra sottosuoli diversi. La finezza uniforme delle particelle di cui è composto è uno dei suoi lineamenti caratteristici, e ciò si può osservare benissimo in qualunque paese ghiaioso, là dove un campo arato di fresco si unisce immediatamente a un altro rimasto a lungo intatto pel pascolo, e dove la terra vegetale è allo scoperto sui lati di un fosso o di una buca. Questo fatto può parere insignificante, ma vedremo che ha un certo interesse; e la massima « de minimis lex non curat », non si applica alla scienza. Anche Elia de Beaumont, il quale generalmente trascura i piccoli mezzi e i loro effetti accumulati, osserva (1): « La couche très-mince de la terre végétale est un monument « d'une haute antiquité, et par le fait de sa permanence, un objet digne d'occuper le géologue, et capable de lui fournir des remarques intéressantes ». Quantunque lo strato superficiale di terra vegetale in complesso sia senza dubbio della più remota antichità, tuttavia per ciò che riguarda la sua permanenza avremo ragione di credere, come si vedrà in seguito, che le particelle che lo compongono sono nel maggior numero dei casi rimosse in un grado non piccolo, e sono sostituite da altre dovute alla disintegrazione dei materiali sottostanti.

Siccome io doveva tenere nel mio studio per molti mesi dei lombrici entro a vasi pieni di terra, presi interesse ad essi; e volli sapere fino a qual punto operavano scientemente, e quale fosse la forza mentale da essi dimostrata. Mi premeva tanto più d'imparare qualche cosa intorno a ciò, che pochissime osservazioni di questo genere erano state fatte, per quanto io mi sappia, sopra animali tanto bassi

(1) *Leçons de géologie pratique*, tom. 1, 1815, p. 140.

DARWIN, *La formazione della terra vegetale, ecc.*

nella serie degli organismi e tanto miseramente forniti di organi di senso, quanto sono i vermi della terra.

Nel 1837 lessi un breve scritto alla Società geologica di Londra (1) « Sulla formazione della terra vegetale », in cui dimostravo che piccoli frammenti di marna bruciata, di cenere, ecc., di cui si era cospersa la superficie di parecchi prati, furono trovati dopo pochi anni alla profondità di qualche centimetro sotto alle zolle, ma formanti ancora uno strato. Questo apparente sprofondarsi dei corpi che stanno alla superficie dipende, come mi venne suggerito dapprima dal signor Wedgwood di Maer Hall nel Staffordshire, dalla grande quantità di terra finissima portata continuamente alla superficie dai lombrici in forma di rigetti. Questi prodotti di scarto vengono prima o dopo sparsi sulla superficie e finiscono per coprire ogni oggetto che rimane su questa. Perciò fui indotto a concludere che tutta la terra vegetale che copre l'intera campagna ha attraversato molte volte e attraverserà molte volte ancora, il canale intestinale dei vermi di terra. Quindi il nome di « terra animale » sarebbe per molti rispetti più acconcio di quello usato comunemente di « terra vegetale ».

Dieci anni dopo la pubblicazione di quella mia Memoria, il D'Archiac, evidentemente influenzato dalle dottrine di Elia de Beaumont, scrisse intorno alla mia « singulière théorie », e le fece l'obbiezione che essa si potrebbe applicare soltanto ai « prati bassi e umidi », e che « le terre arate, i boschi, i prati alti non presentano nessuna prova di questo modo di vedere » (2). Ma il D'Archiac deve aver ragionato in seguito a un convincimento interno e non in seguito alla osservazione, perchè i lombrici abbondano in un grado straordinario negli orti ove il terreno è sempre zappato, sebbene in quel suolo smosso essi depongano generalmente i loro rigetti in tutte le cavità aperte o entro ai loro antichi buchi, anzichè alla superficie del suolo. Von Hensen calcola che vi è il doppio dei lombrici negli orti, di quello che ve ne sia in un campo di grano (3). Rispetto alle « prairies élevées », non so come vada la cosa in Francia, ma in nessuna parte dell'Inghilterra io ho veduto il terreno tanto fittamente coperto di questa sorta di rigetti quanto nei pascoli comuni, all'altezza di parecchie centinaia di piedi al disopra del mare. Anche nei boschi, se si tolgono via le foglie cadute in autunno, tutta la superficie si trova cospersa di questi rigetti. Il dott. King, soprintendente del giardino botanico di Calcutta, al quale sono debitore di molte osservazioni intorno ai lombrici, mi informa di aver trovato, presso a Nancy in Francia, il terreno delle foreste dello Stato sopra molti ettari coperto di uno strato spugnoso, composto di foglie secche e di innumerevoli rigetti di vermi. Egli fu presente ad una lezione

(1) *Transactions Geolog. Soc.*, vol. v, p. 505. Letto il 1° novembre 1837.

(2) *Histoire des progrès de la géologie*, tom. 1, 1847, p. 224.

(3) *Zeitschrift für Wissenschaft. Zoologie*, B. xxviii, 1877, p. 361.

del professore dell' « *Aménagement des forêts* », il quale, insegnando ai suoi scolari, fermava la loro attenzione su questo fatto come « un bell'esempio della « coltivazione naturale del terreno; perchè un anno dopo l'altro i rigetti che « vengono alla superficie coprono le foglie morte; essendo il risultamento di ciò « un ricco *humus* di grande spessore ».

Nell'anno 1869 il signor Fish (1) respinse le mie conclusioni rispetto alla parte che possono aver avuto i lombrici nella formazione del terreno vegetale, semplicemente adducendo la loro supposta incapacità a fare tanto lavoro. Egli osserva che « considerando la loro debolezza e la loro mole, il lavoro che si dice abbiano « fatto è immenso ». Qui abbiamo un esempio di quella inettezza a calcolare gli effetti di una causa ricorrente, inettezza che sovente ha ritardato il progresso della scienza, come anticamente nel caso della geologia, e più recentemente in quello del principio di evoluzione.

Quantunque mi sembri che queste varie obiezioni abbiano poco peso, tuttavia determinai di fare molte osservazioni dello stesso genere di quelle già pubblicate, e affrontare il problema da un'altra parte; cioè, pesare tutti i rigetti espulsi in un dato tempo in uno spazio misurato, invece di osservare la profondità a cui gli oggetti lasciati alla superficie erano sepolti dai vermi. Ma alcune delle mie osservazioni sono divenute quasi superflue, per la pubblicazione di una bellissima Memoria del Von Hensen, che ho già menzionato, e che comparve nel 1877. Prima di entrare in particolari rispetto a questi rigetti, sarà bene dare qualche ragguaglio intorno ai costumi dei lombrici presi da osservazioni mie proprie e da quelle di altri naturalisti.

(1) *Gardeners' Chronicle*, aprile 17, 1869, p. 418.



CAPITOLO I.

COSTUMI DEI LOMBRICI

Natura dei luoghi ove dimorano — Possono vivere lungamente sott'acqua — Notturni — Girano la notte — Sovente stanno presso alle aperture delle loro buche, e sono distrutti così in gran numero dagli uccelli — Struttura — Non hanno occhi, ma possono distinguere la luce dalle tenebre — Si ritirano in fretta quando sono illuminati da una luce viva, non per un'azione riflessa — Potenza di attenzione — Sensitivi al caldo e al freddo — Interamente sordi — Sensitivi alle vibrazioni e al tatto — Piccola potenza olfattiva — Gusto — Facoltà mentali — Natura del cibo — Onnivori — Digestione — Le foglie prima di essere inghiottite sono inumidite da un liquido della natura della secrezione pancreaticca — Digestione extra stomacale — Ghiandole calcifere, loro struttura — concrezioni calcari che si formano nel paio di ghiandole anteriore — La sostanza calcare, in origine una escrezione, serve in seguito a neutralizzare gli acidi generati durante il processo digestivo.

I lombrici o vermi di terra sono distribuiti in tutto il mondo sotto la forma di pochi generi, i quali esternamente si somigliano fra loro moltissimo. Le specie inglesi di *Lumbricus* non ebbero mai un'accurata monografia; ma possiamo giudicare del loro numero probabile da quelle che abitano i paesi vicini. Nella Scandinavia vi sono otto specie, secondo Eisen (1), ma due di queste di rado scavano il terreno, e una sola abita i luoghi umidi o anche vive sott'acqua. Abbiamo qui da fare soltanto con quelle specie che portan su la terra alla superficie in forma di rigetti. Hoffmeister dice che le specie di Germania non sono bene conosciute, ma dà lo stesso numero di Eisen, unitamente ad altre varietà più fortemente distinte (2).

I lombrici sono abbondanti in Inghilterra in molte località differenti. Si vede una quantità straordinaria dei loro rigetti sui pascoli comunali e nelle ondulazioni cretacee del terreno tanto da coprire quasi tutta la superficie, ove il suolo è povero e l'erba corta e sottile. Ma sono quasi altrettanto numerosi in certi giardini pubblici di Londra, ove l'erba cresce bene e il terreno pare ubertoso. Anche

(1) *Bidrag till Skandinaviens Oligoogaeofauna*, 1871.

(2) *Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer*, 1845.

in qualche campo i lombrici sono più numerosi in certi punti che non in altri, senza nessuna differenza visibile nella natura del terreno. Abbondano nei cortili presso alle case; e si può citare un caso in cui essi scavarono il terreno di una cantina molto umida. Ho veduto dei lombrici in una torbiera umida; ma sono sommamente rari, o mancano quasi nella torba più asciutta, bruna e fibrosa, la quale è tenuta in tanto conto dai nostri giardinieri.

Non si trovano quasi lombrici nei solchi asciutti, sabbiosi o ghiaiosi, ove crescono soltanto le eriche, le ginestre, le felci, l'erba grossolana, il musco ed i licheni. Ma in molte parti d'Inghilterra, in ogni luogo ove un sentiero attraversa un'ericaia, la sua superficie si copre di una fina e corta erbuccia. Non so se questo mutamento della vegetazione dipenda da ciò che le piante più alte muoiono pel passaggio continuo dell'uomo e degli animali su quei sentieri, o se il terreno venga casualmente concimato da ciò che lasciano cadere gli animali (1). Sovente si vedono questi rigetti dei vermi in quei sentieri erbosi. In una ericaia di Surrey, che fu esaminata con attenzione, nei punti ove il sentiero era molto in pendenza si osservavano pochissimi di questi rigetti; ma sulle parti molto più piane, ove uno strato di terra fina era stato trascinato giù dalla pioggia dalle parti più scoscese, e si era accumulato a uno spessore di pochi centimetri, i rigetti dei lombrici abbondavano. Questi punti parevano eccessivamente pieni di vermi di terra, cosicchè erano stati costretti a estendersi a una certa distanza dai sentieri erbosi, e qui i loro rigetti erano stati sparsi fra l'erica; ma oltre a questo limite, non si trovava uno solo di questi rigetti. Io credo che sia necessario alla loro esistenza uno strato, anche sottile, di terra fina, la quale conserva probabilmente a lungo un po' di umidità; e la semplice compressione del terreno sembra essere in certo grado favorevole ad essi, perchè sovente abbondano nelle passeggiate coperte di ciottoli, e nei sentieri che attraversano i campi.

Durante certe stagioni dell'anno sotto ai grossi alberi si trovano pochi rigetti dei vermi di terra, e questo, da quanto pare, dipende da ciò che le innumerevoli radici degli alberi hanno assorbito tutta l'umidità, perchè si possono vedere questi stessi punti coperti di rigetti dopo le lunghe piogge d'autunno. Quantunque molte macchie e molti boschi alberghino un certo numero di vermi, tuttavia in una foresta di faggi alti e antichi, nel parco di Knole, ove il terreno sotto ad essi era privo di ogni vegetazione, non si poteva trovare un solo di questi rigetti sopra un grande tratto, anche durante l'autunno. Nondimeno, questi rigetti erano abbondantissimi nei viali e nelle radure coperte d'erba che penetravano in

(1) Vi è qualche ragione per credere che la pressione favorisca effettivamente il crescere delle erbe, perchè il professore Buckman, il quale fece molte osservazioni su questo argomento nei giardini sperimentali del Collegio reale di agricoltura, osserva (*Gardeners' Chronicle* 1854, p. 619): « Un'altra circostanza nella coltivazione delle erbe nella forma distinta, o in piccole chiazze, è la impossibilità di premerle con dei rulli o calpearle fortemente, senza di che nessun pascolo può continuare bene ».

quella foresta. Sui monti della Galles del Nord e sulle Alpi i lombrici, come mi venne detto, sono rari in molti punti; e questo può forse dipendere dallo essere troppo vicina la roccia sottostante, nella quale i lombrici non possono seppellirsi durante l'inverno per ripararsi dal gelo. Il dott. Mac Intosh, tuttavia, trovò dei rigetti di lombrici all'altezza di 500 metri sul Schiehallion in Scozia. Sono numerosi sopra alcune colline presso a Torino all'altezza di 600 a 1000 metri sopra il livello del mare, e ad una grande altezza sui monti Nilgiri nell'India meridionale e nell'Imalaia.

I lombrici debbono considerarsi come animali terragnoli, sebbene siano per un certo rispetto semi-acquatici, come altri membri della grande classe degli anellidi a cui appartengono. Il Perrier trovò che riesciva loro fatale lo esporli per una notte sola all'aria asciutta di una stanza. D'altra parte egli tenne vivi dei grossi lombrici per quasi quattro mesi, tenendoli interamente sommersi nell'acqua (1). Durante l'estate, quando il terreno è asciutto, essi si affondano a una notevole profondità e cessano dal lavorare, come fanno pure nell'inverno quando il suolo è gelato. I lombrici hanno costumi notturni, e la notte si possono vedere brulicare in gran numero, ma consuetamente tengono la coda sempre dentro alle loro buche. Espandendo questa parte del loro corpo, e aiutandosi delle setole, brevi e pieghevoli, di cui il loro corpo è munito, essi si tengono così fortemente attaccati al terreno che si rompono quando si vuole svellerli da quello (2). Di giorno rimangono nelle loro buche, tranne nella stagione dello accoppiamento, quando quelli che dimorano nelle buche vicine espongono la maggior parte dei loro corpi per un'ora o due nel primo mattino. Gli individui ammalati, che sono generalmente intaccati dalla larva parassita di una mosca, debbono eccettuarsi, perchè vanno vaganti intorno durante il giorno e muoiono alla superficie.

Dopo una pioggia dirotta che segue dopo un tempo di lunga siccità, si osserva un numero straordinario di lombrici morti sul terreno. Il Galton m'informò che in una tale circostanza (marzo 1881), i lombrici morti erano in media uno per ogni due passi e mezzo in lunghezza e quattro passi in larghezza in un viale di Hyde-Park, largo quattro passi. Egli contò non meno di 45 lombrici morti in un punto lungo sedici passi. Dai fatti menzionati sopra non è probabile che quei vermi possano essere stati annegati, perchè se fossero stati annegati sarebbero morti nelle loro buche. Credo che essi fossero già ammalati, e la loro morte fu soltanto affrettata dalla inondazione del terreno.

È stato sovente detto che in circostanze ordinarie i lombrici sani non escono

(1) Avrò occasione sovente di citare la bellissima Memoria del Perrier, *Organisation des Lombriciens terrestres* negli *Archives de Zoolog expér.*, tom. III, 1874, p. 372, C. F. Morren (*De Lumbrici terrestres* ecc., 1829, p. 14), trovò che i vermi sopportavano una immersione di quindici e venti giorni in estate, ma che in inverno morivano quando si faceva questo sperimento.

(2) MORREN, *De Lumbrici terrestres* ecc., 1829, p. 67.

mai, o raramente, al tutto dalle loro buche nella notte; ma questo è un errore, come da lungo tempo sapeva il White di Selborne. Al mattino, dopo che ha piovuto molto, lo strato di fango o di finissima sabbia che copre le passeggiate ghiaiose è spesso segnato evidentemente dal loro passaggio. Osservai questo dall'agosto al maggio, questi mesi compresi, e probabilmente ciò segue negli altri due mesi dell'anno quando sono umidi. In questi casi s'incontrano pochissimi vermi di terra morti.

Il 31 gennaio del 1881 dopo un gelo lungo e insolitamente severo, con molta neve, appena venne lo sgelò, si vedevano i viali cospersi di queste innumerevoli tracce. In una occasione, si contarono cinque tracce in uno spazio di sei centimetri e mezzo quadrati. Talora si possono seguire queste tracce, che vanno o vengono dall'apertura delle buche nei viali ghiaiosi, per distanza di 2 o 3 fino a 15 metri. Non vidi mai due tracce condurre alla stessa buca; nè è probabile, da quello che vedremo ora dei loro organi di senso, che un lombrico possa ritrovare la propria buca dopo che l'ha abbandonata. Da quanto pare escono dalle loro buche in un viaggio di scoperta, e così trovano nuovi luoghi da abitare.

Il Morren afferma (1) che i lombrici stanno sovente per alcune ore quasi immobili in parte sotto, entro e vicino alle aperture delle loro buche. Notai talora lo stesso fatto coi vermi di terra tenuti entro a vasi in casa; cosicchè guardando giù entro ai loro buchi, si potevano vedere le loro teste. Se si toglie ad un tratto la terra o i rigetti da loro emessi sopra le loro buche, si vede l'estremità posteriore del corpo del lombrico ritirarsi rapidamente. Questa abitudine di stare presso alla superficie è una immensa causa di distruzione per essi. Ogni mattina, durante certe stagioni dell'anno, i tordi ed i merli sopra tutti i prati di una regione tiran fuori dai loro buchi un numero sorprendente di vermi di terra; e non potrebbero far ciò se questi non si trovassero vicino alla superficie. Non è probabile che i lombrici si comportino in tal modo pel gusto di respirare aria fresca, perchè, come abbiamo veduto, possono vivere a lungo sotto acqua. Credo che si trattengano vicino alla superficie per avere un po' di calore, specialmente al mattino; e vedremo in seguito che spesso essi tappezzano l'apertura delle loro buche di foglie, per impedire, da quanto pare, che il loro corpo si trovi troppo al contatto colla terra umida e fredda. Si dice che durante l'inverno chiudano interamente le loro buche.

Struttura. -- Su questo argomento poco vi è da dire. Il corpo di un grosso lombrico si compone di 100 a 200 anelli o segmenti quasi cilindrici, ognuno munito di minutissime setole. Il sistema muscolare è bene sviluppato.

I lombrici procedono strisciando tanto in avanti quanto all'indietro, e aiutandosi della coda, tenuta ferma, possono rientrare con somma velocità nelle loro

(1) *De Lumbrici terrestris ecc.*, p. 14.

buche. La bocca è collocata nella parte anteriore del corpo, ed è provvista d'una piccola sporgenza (lòbo o labbro, come venne chiamata in vario modo) che esso adopera per far presa. Internamente, dentro alla bocca, è una poderosa faringe, che si vede nel diagramma (fig. 1), che viene spinta fuori quando l'animale mangia, e questa parte corrisponde, secondo il Perrier, alla proboscide protrattile di altri anellidi. La faringe conduce nell'esofago, sopra ogni lato del quale nella parte inferiore si trovano tre paia di grosse ghiandole, che secernono una quantità sorprendente di carbonato di calcio. Queste ghiandole calcifere sono notevolissime, perchè non si conosce nulla di somigliante in nessun altro animale. Discuteremo del compito che hanno trattando del processo digestivo. In moltissime specie l'esofago si allarga in una ingluvie davanti al ventriglio. Quest'ultimo organo è tappezzato da una membrana liscia, spessa e chitinoso, ed è circondato da muscoli longitudinali deboli e da muscoli trasversali robusti. Il Perrier vide questi muscoli in un'azione energica, e, come egli osserva, la triturazione del cibo deve essere principalmente fatta da quest'organo, perchè i lombrici non hanno nè mandibole, nè denti di sorta. Si trovano generalmente nel ventriglio e negli intestini di questi vermi dei granelli di sabbia e delle pietruzze del diametro di $\frac{1}{8}$, a un po' più di $\frac{1}{4}$, di centimetro. Siccome è certo che i lombrici inghiottono molte pietruzze, indipendentemente da quelle inghiottite nello scavare le loro buche, è probabile che servano, come le pietre da macina, per triturare il cibo.

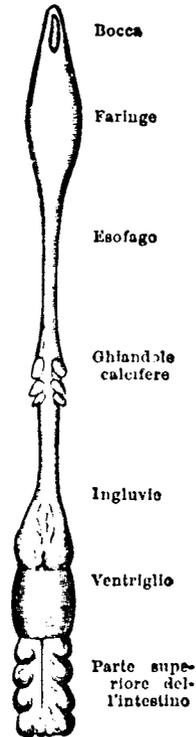


Figura 1.

Diagramma del canale alimentare di un lombrico o verme di terra (*Lumbricus*) copiato da Ray Lankester in *Quart. Journ. of Microscop. Soc.*, vol. xv, N. S. tavola VII.

Il ventriglio si apre nello intestino, che si prolunga in linea retta all'apertura dell'estremità posteriore del corpo. L'intestino presenta una struttura singolare, la tifosolide, o, come la chiamavano gli anatomici antichi, di un intestino dentro a un intestino; il Claparède (1) ha dimostrato che esso consiste in una spessa involuzione longitudinale delle pareti dell'intestino mercè la quale si viene ad acquistare una estesa superficie assorbente.

Il sistema circolatorio è bene sviluppato. I lombrici respirano per la pelle, poichè non hanno organi respiratorii speciali. I due sessi sono riuniti nello stesso individuo, ma due individui compiono lo accoppiamento. Il sistema nerveo è molto bene sviluppato; e i due gangli cerebrali quasi confluenti sono collocati molto vicino alla estremità anteriore del corpo.

(1) *Histolog. Untersuchungen über die Regenwürmer, Zeitschrift für Wissenschaftl. Zoologie*, B. xix, 1869, p. 611.

Sensi. — I lombrici mancano di occhi, e dapprima credetti che fossero interamente insensibili alla luce, perchè quelli ch'io teneva prigionieri erano da me ripetutamente osservati al lume di una candela, e altri all'aperto con una lanterna, e tuttavia si spaventavano di rado. quantunque siano animali timidissimi. Altre persone non hanno avuto nessuna difficoltà a studiarli di notte cogli stessi mezzi (1).

Nondimeno, Hoffmeister afferma (2) che i lombrici, eccettuati pochi individui, sono sommamente sensitivi alla luce, ma egli osserva che nel maggior numero dei casi è necessario un certo tempo perchè l'azione della luce si faccia sentire. Queste asserzioni m'indussero ad osservare durante molte notti di seguito dei lombrici tenuti entro vasi protetti dalle correnti d'aria mercè lastre di vetro. Mi accostavo a quei vasi adagio, per non cagionare nessuna vibrazione del pavimento. Quando in queste circostanze i lombrici venivano illuminati da una lanterna cieca, la quale aveva delle striscie di vetro rosso cupo e turchino, che intercettavano la luce cosiffattamente che appena si poteva distinguere i lombrici, questi non parevano disturbati per nulla da quella luce, per quanto lungamente rimanessero esposti ad essa. Quella luce, da quanto potevo giudicare, era più forte di quella della luna piena. Il suo colore non pareva far grande differenza nell'effetto. Allorchè venivano illuminati da una candela, o anche da una fiamma brillante di una lampada a petrolio, non parevano dapprima disturbati. Non sembravano neppure accorgersi quando la luce posava su di essi o si allontanava. Nondimeno, certe volte si comportavano in modo differente, perchè appena la luce si posava sopra ad essi, si ritiravano nelle loro buche con una velocità istantanea. Ciò seguiva forse una volta ogni dieci o dodici volte. Quando non si ritiravano subito, sovente sollevavano le estremità del loro corpo dal suolo, come la loro attenzione fosse destata, o come se provassero sorpresa; oppure muovevano il corpo da una parte all'altra come se sentissero il contatto di qualche oggetto. Parevano sgomentati dalla luce; ma io dubito se così fosse veramente il caso, perchè in due occasioni, dopo di essersi ritirati lentamente, rimasero per un tempo lungo colla loro estremità anteriore sporgente un poco dalla apertura delle loro buche; in quella posizione potevano fare in un momento una pronta e completa ritirata.

Quando si concentrava la luce di una candela per mezzo di una grossa lente sulla estremità anteriore, essi generalmente si ritiravano all'istante, ma questa luce concentrata non aveva effetto che una volta forse sopra una mezza dozzina di tentativi. Una volta si concentrò così la luce sopra a un lombrico che stava sott'acqua in un piattino, ed esso istantaneamente fuggì nel suo buco. In ogni caso la durata della luce, a meno che fosse sommamente debole, faceva una grande

(1) Per esempio, il Bridgman e il Newmann (*The Zoologist*, vol. VII, 1847, p. 2576), e alcuni amici i quali fecero delle osservazioni sui lombrici per conto mio,

(2) *Familie der Regenwürmer*, 1845, p. 18.

differenza nell'effetto; perchè i lombrici lasciati esposti innanzi a un lume a petrolio o a una candela si rintanano nelle loro buche dopo cinque o quindici minuti; e se si illuminano i vasi prima che i lombrici siano usciti dai loro buchi, essi non si fanno più vedere.

Dai fatti sopra menzionati è chiaro che la luce disturba i lombrici per la sua intensità e per la sua durata. Solo l'estremità anteriore del corpo, ove sta il ganglio cerebrale, è disturbata dalla luce, come afferma Hoffmeister, e come osservai in molti casi. Se quella parte rimane all'ombra, mentre le altre parti sono in piena luce, non si ottiene nessun effetto. Siccome questi animali non hanno occhi, dobbiamo supporre che la luce passi per la pelle, e in certo modo ecciti il ganglio cerebrale. Sembrava dapprima probabile che il modo differente in cui erano offesi nelle varie occasioni potrebbe essere spiegato, sia col grado di estensione della loro pelle e la sua conseguente trasparenza, sia con qualche speciale incidenza della luce; ma non potei scoprire nessun rapporto di tal fatta. Una cosa era evidente, cioè, che quando i lombrici stavano trascinando foglie entro alle loro buche o mangiandole, e anche in quei bravi intervalli in cui interrompevano il loro lavoro, essi o non si accorgevano della luce o non ci badavano; e questo segniva anche quando la luce era concentrata sopra ad essi per mezzo di una grossa lente. Così pure, mentre erano accoppiati, rimanevano per un'ora o due fuori delle loro buche, pienamente esposti alla luce del mattino; ma pare, da ciò che dice Hoffmeister, che una forte luce faccia separare talora individui accoppiati.

Quando un lombrico è illuminato ad un tratto e fugge come un coniglio nella sua tana — per usare l'espressione adoperata da un mio amico — siamo da principio indotti a considerare questo atto come un'azione riflessa. L'irritazione del ganglio cerebrale sembra faccia contrarre certi muscoli in modo inevitabile, indipendentemente dalla volontà e dalla consapevolezza dell'animale, come se fosse un automa. Ma l'effetto differente prodotto dalla luce in differenti occasioni, e specialmente il fatto che un lombrico quando è occupato in un modo o nell'altro, e negli intervalli di questo suo lavoro, qualunque sia la serie di muscoli e di gangli che possano essere in azione, non pone mente spesso alla luce, si oppongono alla opinione che questa fuga repentina dipenda da una semplice azione riflessa.

Negli animali superiori, quando sono assorti da qualche oggetto tanto profondamente da non sentire l'impressione che altri oggetti debbono produrre sopra ad essi, noi attribuiamo ciò all'intensità della loro attenzione, e l'attenzione implica la esistenza di una intelligenza. Ogni cacciatore sa che egli può accostarsi molto più facilmente agli animali quando questi stanno pascolando, o sono in lotta, o stanno facendo l'amore, che non quando sono disoccupati. Questo paragone fra gli atti di un animale superiore con uno tanto basso nella scala quanto

un lombrico può sembrare molto astruso, perchè noi così prestiamo al lombrico l'attenzione e qualche potenza mentale; nondimeno non veggo una ragione per mettere in dubbio la convenienza di questo paragone.

Sebbene non si possa dire che i vermi di terra posseggano la facoltà della vista, la loro sensitività per la luce li rende atti a distinguere il giorno e la notte; e così sfuggono all'estremo pericolo di rimaner preda di molti animali diurni. Tuttavia, questo loro ritirarsi nelle loro buche durante il giorno pare divenuto un'azione abituale, perchè i lombrici tenuti in vasi coperti di lastre di vetro sulle quali si erano distesi dei fogli di carta nera, e posti innanzi ad una finestra al nord-est, rimanevano durante il giorno nelle loro buche e ne uscivano ogni notte; e continuavano a far così per una settimana. Senza dubbio un poco di luce poteva essere penetrata tra le lastre di vetro e la carta nera; ma sappiamo, per le molte prove fatte coi vetri colorati, che i lombrici sono indifferenti a una luce debole.

I lombrici sembrano meno sensitivi a un calore raggiato moderato che non a una luce brillante. Opino così perchè ho tenuto un ferro per attizzare il fuoco riscaldato al calore rosso vicino ad alcuni lombrici, a una distanza che produceva nella mia mano un grado sensibile di calore. Uno di essi non ci fece attenzione; un secondo si rintanò nel suo buco, ma non in fretta; il terzo e il quarto fuggirono con maggiore speditezza; il quinto fuggì velocemente. La luce di una candela, concentrata da una lente e passante per una lastra di vetro che intercettava buona parte dei raggi calorifici, produceva generalmente una fuga molto più veloce che non il ferro riscaldato. I lombrici sono sensitivi ad una bassa temperatura, come si può dedurre dal non venir fuori dai loro buchi durante il gelo.

I lombrici non posseggono il senso dell'udito. Non fanno il menomo movimento alle note acute di un zufolo di metallo, che siano ripetutamente fatte vibrare vicino ad essi; nè alle note più profonde e più forti di un contrabasso. Sono indifferenti ai gridi quando si faccia attenzione a che l'aria del fiato non li colpisca. Quando erano collocati sopra a un tavolino vicino alle corde di un pianoforte, che si suonava il più fortemente possibile, essi rimanevano perfettamente tranquilli.

Quantunque siano indifferenti alle ondulazioni dell'aria che possiamo udire noi, sono sommamente sensibili alle vibrazioni di ogni oggetto solido. Quando i recipienti contenenti due lombrici che erano rimasti al tutto indifferenti al suono del pianoforte venivano messi su questo strumento, e si suonava la nota *mi* nella chiave di basso, entrambi si rintonavano immediatamente nelle loro buche. Dopo un certo tempo tornavano fuori, e allora suonando la nota *la* sopra la linea in chiave di violino fuggivano di nuovo. In questi casi un'altra sera un lombrico si rintanò nel suo buco al suono di una nota acutissima battuta una volta sola, e l'altro lombrico quando si suonava la nota *mi* in chiave di violino. In questi

casi i lombrici non toccavano le pareti dei recipienti che stavano nelle scodelle; cosicchè le vibrazioni, prima di giungere al loro corpo, dovevano passare dalla tavola armonica del pianoforte, attraverso alla scodella, al fondo del vaso e alla terra umida non molto compatta sulla quale giacevano colla coda nelle loro buche. Sovente mostravano di sentire quando il vaso in cui dimoravano, o la tavola sulla quale era posato il recipiente, era per caso lievemente urtato; ma si mostravano meno sensitivi a questi urti che non alle vibrazioni del pianoforte; e la loro sensitività agli urti variava molto nei varii tempi. Si è detto sovente che se si batte il suolo o si fa in altro modo tremare, i lombrici credono di essere inseguiti da una talpa e abbandonano le loro buche. Io calpestai il terreno in molti luoghi ove i lombrici abbondavano, ma nessuno di essi venne fuori. Quando, tuttavia, si scava il terreno con una zappa e si smuove violentemente sotto a un lombrico, esso esce in fretta dal suo buco.

Tutto il corpo di un lombrico è sensibile al contatto di un oggetto. Un lieve soffio di aria fatto colla bocca lo fa fuggire all'istante. Le lastre di vetro poste sopra i vasi non erano perfettamente connesse, e soffiando per le strettissime fessure rimaste fra quelle i lombrici si rintanavano rapidamente. Talora si accorgevano di un mutamento nell'aria prodotto dall'essere state tolte via in fretta le lastre di vetro. Quando un lombrico comincia a uscire dalla sua buca, generalmente muove la estremità anteriore più distesa del suo corpo da una parte all'altra in tutte le direzioni, da quanto pare adoperandolo come organo di tatto, e vi è qualche ragione per credere, come vedremo nel prossimo capitolo, che essi possano acquistare una nozione generale della forma di un oggetto.

Di tutti i loro sensi, quello del tatto, comprendendo con questo nome la percezione di una vibrazione, sembra quello che è più altamente sviluppato.

Da quanto pare il senso dell'olfatto si limita nei lombrici alla percezione di certi odori, ed è debolissimo. Essi rimanevano al tutto indifferenti al mio alito, finchè io soffiava sopra ad essi dolcemente. Feci questa prova, perchè sembrava possibile che essi venissero così avvertiti dello avvicinarsi di un nemico. Essi mostrarono la stessa indifferenza al mio alito mentre io masticava del tabacco, e mentre tenevo in bocca una pallina di cotone spiumacciato e impregnato di poche gocce di profumo di mille fiori o di acido acetico. Presi delle palline di cotone inzuppate nel succo del tabacco e nel profumo di mille fiori e nel petrolio, e tenendole con delle pinze le feci passare su e giù a cinque o sei centimetri di distanza da alcuni lombrici, ma non mostrarono di accorgersene. In uno o due casi, però, quando si impregnava la pallottolina di acido acetico, i lombrici parevano un poco inquieti, e ciò derivava probabilmente dalla irritazione delle loro pelli.

La percezione di questi odori non naturali non servirebbe per nulla ai lombrici, e siccome quegli esseri tanto timorosi darebbero certamente qualche

segno di una impressione ignota qualsiasi, possiamo concludere che essi non sentivano quegli odori.

Il risultamento fu diverso quando si adoperarono foglie di cavolo e pezzi di cipolla, cose che i lombrici divoravano con molto gusto. Per nove volte affondai nella terra dei miei vasi dei pezzetti di foglie fresche o putrefatte di cavolo e dei bulbi di cipolla alla profondità di 6 millimetri circa, ed essi furono sempre scoperti dai lombrici. Un pezzetto di cavolo fu trovato e tolto via nello spazio di due ore; tre furono presi nel mattino seguente, cioè dopo una notte sola; due altri dopo due notti, e il settimo pezzo dopo tre notti. Due pezzi di cipolla furono trovati ed esportati dopo tre notti. Pezzi di carne cruda, fresca, di cui i lombrici sono ghiotti, furono sotterrati, e non vennero scoperti in quarantotto ore, durante il qual tempo si imputridirono.

La terra sopra a questi varii oggetti veniva generalmente pigiata solo lievemente, per modo da non impedire la emissione dell'odore. Tuttavia in due casi la superficie era bene inumidita, e diveniva così in certo modo compatta. Dopo che i pezzetti di cavolo e di cipolla erano stati tolti via, guardai sotto ad essi per vedere se i lombrici fossero venuti per caso di sotto in su, ma non v'era traccia di scavi, e due volte gli oggetti sepolti erano ridotti in bricioli che non furono per nulla spostati. Naturalmente è possibile che i lombrici mentre si muovevano sulla superficie del terreno, colla coda piantata entro alla buca, abbiano messo la testa nei luoghi ove quegli oggetti erano sepolti; ma non li ho mai veduti operare in quel modo. Due volte feci seppellire dei pezzi di foglie di cavolo e di cipolla sotto della sabbia ferruginosa finissima, che veniva pigiata lievemente e bene inumidita, per modo da divenire molto compatta, e questi pezzi non furono mai scoperti dai lombrici. Una terza volta la stessa qualità di sabbia non venne nè pigiata, nè adacquata, e i pezzi di cavolo furono trovati e portati via dopo la seconda notte. Questi varii fatti dimostrano che i lombrici hanno qualche po' di olfatto, e che in tal modo possono scoprire dei cibi che hanno odore e che essi apprezzano molto.

Si può supporre che tutti gli animali i quali si nutrono di varie sostanze abbiano il senso del gusto, e questo è certamente il caso rispetto ai lombrici. Questi animali sono molto ghiotti di foglie di cavolo; e sembra che possano anche distinguere le varietà differenti; ma questo può dipendere forse da certe differenze nella loro tessitura. Undici prove fatte con pezzi di foglie di cavolo fresche di una varietà verde comune e della varietà rossa che si sogliono mettere in aceto dimostrarono che essi preferivano la qualità verde, la rossa essendo interamente asciata in disparte o appena rosicata. Tuttavia, in due altri casi sembravano preferire la rossa. Foglie mezzo guaste della varietà rossa e foglie fresche della verde erano egualmente rosicate. Quando si davano loro insieme delle foglie di barbaforte (cibo prediletto) e di cipolla, queste ultime erano evidentemente le prefe-

rite. Quando si davano pure insieme foglie di cavolo, di vite vergine (*Ampelopsis*), di pastinaca (*Pastinaca*) e di sedano (*Apium*), quelle del sedano erano le prime mangiate. Ma quando si davano loro insieme foglie di cavolo, di rapa, di barbabietola, di sedano, di ciliegie selvatiche e di carote, queste due ultime specie, specialmente quelle della carota, erano preferite a tutte le altre, comprese quelle di sedano. Dopo molte prove riusciva evidente che le foglie delle ciliegie selvatiche erano molto preferite a quelle del tiglio e del nocciuolo (*Corylus*). Secondo il Bridgman le foglie mezzo putrefatte del *Phlox verna* sono specialmente gustate dai lombrici (1).

Certi pezzi di foglie di cavolo, di rapa, di barbaforse e di cipolla furono lasciate nei vasi per 22 giorni, ed erano tutte state intaccate e si dovevano rinnovare; ma durante tutto questo tempo le foglie di una artemisia e della salvia mangereccia, del timo e della menta, miste alle foglie sopra menzionate, furono neglette, salvo quelle della menta, che solo occasionalmente e leggerissimamente fu intaccata. Queste ultime quattro specie di foglie non differiscono nella struttura tanto da poter riuscire sgradevoli ai lombrici; hanno tutte un sapore forte, ma lo stesso sapore hanno le prime quattro qualità di foglie menzionate; e la grande differenza nel risultamento deve attribuirsi ad una preferenza dei lombrici per un sapore piuttosto che non per un altro.

Facoltà mentali. — Vi è poco da dire intorno a questo particolare. Abbiamo veduto che i lombrici sono timidi. Si può dubitare se soffrano tanto dolore quando sono feriti quanto sembrano dimostrare i loro contorcimenti. Giudicando dall'avidità che mostrano per certe qualità di nutrimento, debbono godere il piacere di mangiare. La loro passione amorosa è abbastanza forte per vincere in essi per un certo tempo il terrore che hanno per la luce. Vi è in essi forse un barlume di senso di socievolezza, perchè non sono disturbati quando strisciano a vicenda sul loro corpo, e talora stanno giacenti vicini. Secondo Hoffmeister, passano l'inverno sia isolati sia rinvoltolati a palla con molti altri in fondo alle loro buche (2). Quantunque i lombrici difettino in grado così eminente di parecchi organi di senso, questo non deve necessariamente escludere l'intelligenza, come sappiamo da casi simili a quelli di Laura Bridgman; e abbiamo veduto che quando la loro attenzione è svegliata, essi trascurano le impressioni alle quali avrebbero altrimenti badato; e l'attenzione indica la presenza di un certo grado d'intelligenza. Essi sono parimenti eccitati certe volte molto più facilmente di certe altre. Compiono poche azioni istintivamente, vale a dire, tutti gli individui, compresi i giovani, compiono quelle azioni quasi nello stesso modo. Ciò è dimostrato dal modo in cui le specie di *Perichæta* emettono i loro rigetti, per modo da costrurne

(1) *The Zoologist*, vol. VII, 1849, p. 2576.

(2) *Familie der Regenwürmer*, p. 13.

delle piccole torri; parimente dal modo con cui le buche del lombrico comune sono tappezzate e lisciate con terra fina e sovente con pietruzze, e l'apertura delle buche con foglie. Uno dei loro istinti più potenti è quello di turare la bocca delle loro buche con vari oggetti; e dei lombrici anche giovanissimi fanno lo stesso. Ma un certo grado d'intelligenza sembra, come vedremo nel prossimo capitolo, rivelarsi in questo lavoro, — risultamento che mi ha recato maggior sorpresa che non qualunque altro rispetto ai lombrici.

Cibo e digestione. — I lombrici sono onnivori. Essi inghiottono una quantità enorme di terra, dalla quale estraggono tutta la sostanza digeribile che può contenere; ma ritornerò su questo argomento. Consumano pure un gran numero di foglie semi-putrefatte di tutte le sorta, eccettuate alcune poche che hanno un sapore cattivo o sono troppo coriacee per essi; mangiano anche picciuoli di foglie, gambetti e fiori guasti. Ma consumano pure foglie fresche, come scopersi dopo ripetute prove. Secondo il Morren (1) essi mangerebbero pure particelle di zucchero e di liquirizia; e i lombrici che tenni in osservazione tiravano dentro alle loro buche dei pezzetti di amido asciutto, e un grosso pezzo di questo era stato bene arrotondato agli angoli per via del liquido che usciva dalla loro bocca. Ma siccome solevano trarre particelle di pietra molle, come calcare, entro alle loro buche, mi venne il dubbio che essi non adoperassero l'amido come nutrimento. Parecchie volte piantai dei pezzetti di carne cruda o arrostita sopra a lunghi spilli alla superficie del suolo entro ai miei vasi, e ogni notte si vedevano i lombrici strapparli, coi margini dei pezzetti nella bocca, per modo che una grande parte ne era mangiata. Sembra anche che preferissero il grasso crudo alla carne cruda o a qualunque altra sostanza che loro si desse, e molto ne veniva consumato. Sono cannibali, perchè avendo io posto in due vasi le due metà di un lombrico morto, queste furono tirate giù nelle buche e rosicate; ma da quanto ho potuto giudicare, preferiscono la carne fresca alla putrida, e in ciò io non sono d'accordo con Hoffmeister.

Leone Frédéricq afferma (2) che il liquido digestivo dei lombrici è della stessa natura della secrezione pancreatica degli animali superiori; e questa conclusione concorda perfettamente col genere di cibo che consumano i lombrici. Il succo pancreatico emulsifica il grasso, e abbiamo veduto appunto ora con quanto gusto i lombrici divoravano il grasso; esso scioglie la fibrina, e i lombrici mangiano carne cruda; esso trasforma l'amido in zucchero di uva con meravigliosa velocità, e dimostreremo ora che il liquido digestivo dei lombrici opera sull'amido (3). Ma vivono principalmente di foglie semi-secche; e queste non servi-

(1) *De Lumbrici terrest-is ecc.*, p. 19.

(2) *Archives de Zoologie expérimentale*, tom. VII, 1878 p. 394.

(3) Sulla azione del fermento pancreatico, vedi *A Text-Book of Physiology*, per Michele Foster, 2^a ed., p. 198-203, 1878. — Pag. 227 della traduzione italiana del prof. Michele Lessona, edita dal Vallardi di Milano, 1882.

rebbero loro a nulla, a meno che possano digerire la cellulosa che forma le pareti delle cellule; perchè ognuno sa che tutte le altre sostanze nutrienti sono quasi tutte estratte dalle foglie, poco prima che queste cadano. Tuttavia, ora è cosa certa che la cellulosa, sebbene poco o nulla intaccata dalla secrezione gastrica degli animali superiori, è intaccata da quella del pancreas (1).

Le foglie semi-guaste o fresche che i lombrici sogliono divorare sono trascinate nelle bocche delle loro buche ad una profondità di 2 a 7 centimetri, e allora vengono inumidite con un liquido da essi secreto. È stato affermato che questo liquido serva ad affrettarne lo infracidimento; ma per due volte tirai fuori dalle buche dei lombrici un buon numero di foglie e le tenni per molte settimane in una atmosfera umidissima sotto a una campana di vetro nel mio studio; e le parti che erano state inumidite dai lombrici non marcivano più presto delle altre. Quando si davano delle foglie fresche la sera ai lombrici tenuti in prigionia e si esaminavano di buon'ora al mattino, quindi non molte ore dopo che erano state trascinate nelle tane, il liquido di cui erano inumidite presentava una reazione alcalina, quando si faceva la prova colla carta di tornasole. Questo fatto si era riprodotto nel caso delle foglie di sedano, di cavolo e di rapa. Certe parti delle stesse foglie che non erano state inumidite dai lombrici furono pestate con alcune gocce di acqua distillata, e il succo così estratto non era alcalino. Tuttavia certe foglie, che erano state tirate dentro alle tane all'aria aperta, in un periodo anteriore ignoto, vennero provate, e, sebbene fossero ancora umide, di rado mostravano una traccia di reazione alcalina.

Il liquido, di cui le foglie sono bagnate, opera sopra ad esse mentre sono fresche o quasi fresche, in modo notevole; perchè le uccide e le scolora in poco tempo. Così l'apice di una foglia di carota fresca, tirata entro a una tana, si trovò dopo dodici ore che aveva preso una tinta bruna scura. Le foglie di sedano, di rapa, di acero, di olmo, di tiglio, quelle sottili dell'edera, e talora quelle di cavolo erano intaccate nello stesso modo. L'estremità di una foglia del *Triticum repens*, attaccata ancora a una pianta strisciante, era stata tirata in un buco, e quella parte era di color bruno scuro e morta, mentre il rimanente della foglia era fresca e verde. Parecchie foglie di tiglio e di olmo tirate fuori da buche fatte all'aria aperta si trovarono alterate in grado differente. Il primo mutamento sembra essere quello che le venature divengono di un colore rosso arancione cupo. Le cellule a clorofilla più vicine perdono più o meno del loro colore verde, e finalmente il loro contenuto diviene bruno. Le parti alterate in tal modo si mostrano sovente quasi nere alla luce riflessa; ma quando si guardano col microscopio per trasparenza lasciano passare minute macchie di luce, ciò che non

(1) SCHMULEWITSCH, *Action des Suc digestifs sur la Cellulose*, Bullet. de l'Académie Imp. de Saint-Petersbourg, tom. XXV, p. 549, 1879.

segue nelle parti delle stesse foglie alterate. Tuttavia questi effetti mostrano semplicemente che il liquido che secernono i lombrici è molto dannoso e velenoso alle foglie; perchè quasi gli stessi effetti venivan prodotti in uno o due giorni sopra varie sorta di foglie giovani non solo col succo pancreatico artificiale, preparato con o senza timolo, ma più prontamente con una soluzione di timolo per se stesso. Una volta le foglie del *Corylus* (nocciuolo) erano molto scolorite per essere rimaste per diciotto ore nel succo pancreatico senza timolo affatto. Le foglie giovani e tenere, quando si bagnano colla saliva dell'uomo durante un tempo piuttosto caldo, si mostrano nel modo stesso come col liquido pancreatico, ma non con tanta speditezza. In ogni caso le foglie sovente s'infiltravano del liquido.

Le foglie larghe di una pianta d'edera che cresceva sopra a un muro erano tanto coriacee che non potevano essere rosicate dai lombrici, ma dopo quattro giorni erano alterate in modo speciale da una secrezione emessa dalla loro bocca. La superficie superiore delle foglie, sulle quali i lombrici avevano strisciato, come fu dimostrato dal sucidume che si erano lasciato dietro, erano segnate di linee serpeggianti, da una catena continua o interrotta di macchie bianchiccie e talora a mo' di stella del diametro di circa 2 millim. L'aspetto che presentavano somigliava singolarmente a quello di una foglia, che fosse stata scavata dalla larva di un minutissimo insetto. Ma mio figlio Francesco, dopo di aver fatto delle sezioni e di averle studiate, non potè trovare nessun punto ove le pareti delle cellule fossero state rotte o l'epidermide fosse stata compenetrata. Quando la sezione passava per le gocce bianchiccie, i granuli di clorofilla si vedevano più o meno scoloriti, e alcune delle cellule a palizzata e della mesofilla non contenevano più che una sostanza granulare sbriciolata. Questi effetti vanno attribuiti alla trasudazione della secrezione che passa per la epidermide e va nelle cellule.

La secrezione con cui i lombrici inumidiscono le foglie opera nello stesso modo sui granellini di amido entro alle cellule. Mio figlio esaminò alcune foglie di frassino e molte di tiglio, che erano cadute dagli alberi ed erano state in parte trascinate nelle buche dei lombrici. Si sa che nelle foglie cadute i granellini amilacei si conservano nelle cellule all'entrata degli stomi o stomatiche. Ora in parecchi casi l'amido era in parte o interamente scomparso da queste cellule, nei punti inumiditi dalla secrezione; mentre era benissimo conservato nelle altre parti delle stesse foglie. Talora l'amido era sciolto in una o in due cellule stomatiche soltanto. In un caso il nucleo era scomparso, insieme ai granuli amilacei. Lo avere semplicemente sotterrato le foglie di tiglio nella terra umida per nove giorni non produsse la distruzione dei granuli amilacei. D'altra parte, lo avere immerso delle foglie fresche di tiglio e di ciliegio per diciotto ore nel liquido pancreatico artificiale, fece sciogliere i granellini d'amido nelle cellule stomatiche come pure nelle altre cellule.

Da ciò che la secrezione di cui sono inumidite le foglie è alcalina, e dal suo operare tanto sui granuli amilacei quanto sul contenuto protoplasmico delle cellule, noi possiamo dedurre che essa non somiglia nella sua natura alla saliva (1), ma alla secrezione pancreatica; e noi sappiamo da Frédéricq che una secrezione di questo genere si trova nell'intestino dei lombrici. Siccome le foglie tirate dentro alle buche sono sovente secche e accartocciate, è necessario, perchè possano esser disintegrate dalle bocche prive di denti dei lombrici, che vengano prima inumidite e rese più morbide; e le foglie fresche, per quanto fine e tenere possano essere, sono trattate nello stesso modo, probabilmente per abitudine. L'effetto di questo è che sono parzialmente digerite prima di essere introdotte nel canale alimentare. Non so se sia stato citato un altro caso di digestione extra-stomacale. Il serpente boa inumidisce colla saliva la sua preda, ma egli fa questo soltanto per renderla più lubrica. Forse si può trovare una analogia più vicina nelle piante come la *Drosera* e la *Dionea*; perchè qui la sostanza animale è digerita e convertita in peptone non dentro ad uno stomaco, ma sulla superficie delle foglie.

Ghiandole calcifere. — Queste ghiandole (vedi la Fig. 1), se giudichiamo dalla loro mole o dalla copia di vasi sanguigni di cui sono fornite, debbono essere importantissime per l'animale. Ma sono state suggerite tante teorie intorno alla loro funzione quanti sono gli osservatori che le hanno studiate. Sono in tre paia, che nel lombrico comune sboccano nel canale alimentare allo innanzi dell'ingluvie; ma nell'*Urochaeta* e in alcuni altri generi, stanno posteriormente all'ingluvie (2). Le due paio posteriori sono formate da lamelle, le quali, secondo Claparède, sono diverticoli dall'esofago (3). Queste lamelle sono rivestite di uno strato cellulare polposo, colle cellule esterne libere in numero infinito. Se si punge e si sprema una di queste ghiandole, ne esce una sostanza bianca polposa, composta di quelle cellule libere. Esse sono minutissime e variano in diametro da 2 a 6 millim. Hanno nel centro una sostanza granulosa finissima; ma somigliano a goccioline di olio che Claparède e altri trattarono dapprima con etere. Questo non produce effetto alcuno; ma si sciolgono con effervescenza nell'acido acetico, e quando si aggiunge dell'ossalato di ammoniaca alla soluzione si forma un precipitato bianco. Perciò possiamo concludere che esse contengono carbonato di calcio. Se le cellule vengono immerse in un po' di acido, si fanno più trasparenti, vanno dileguandosi, e in breve non si vedono più; ma se si aggiunge molto acido, scompaiono istantaneamente. Dopo che se ne è disciolto un numero grandissimo, rimane un residuo fioccoso, che consta, da quanto pare, delle deli-

(1) Claparède mette in dubbio che i lombrici secernino la saliva; vedi *Zeitschrift für Wissenschaft. Zoologie*, B. XIX. 1869, p. 601.

(2) PERDIER *Archives de Zoologie expériment.*, luglio 1874, p. 416-419.

(3) *Zeitschrift für Wissenschaft. Zoologie*, B. XIX. 1869, p. 603-606.

cate pareti cellulari rette. Nel paio di ghiandole posteriori il carbonato di calcio contenuto nelle cellule talora si aggrega in piccoli cristalli romboedrici o in concrezioni, che stanno fra le lamelle; ma io vidi una volta sola questo fatto, e Claparède soltanto pochissime volte.

Le due ghiandole anteriori differiscono un poco nella forma dalle quattro posteriori, per essere più ovali. Differiscono anche molto più per contenere in generale alcune piccole concrezioni di carbonato di calcio, o due o tre più grandi, o una sola molto più grossa di queste concrezioni, del diametro di $1 \frac{1}{4}$ millim. Quando una ghiandola contiene solo poche e piccole concrezioni, o, come segue talora, nessuna affatto, facilmente viene trascurata. Le concrezioni grosse sono rotonde od ovali, ed esternamente quasi lisce. Se ne trovò una che riempiva non solo tutta la ghiandola, come spesso è il caso, ma anche il collo; cosicchè aveva la forma di un fiaschetto. Quando queste concrezioni si rompono si vede che hanno una struttura più o meno cristallina. Come escano dalle ghiandole è un mistero; ma che esse escano è cosa certa, perchè spesso si trovano nell'ingluvie, negli intestini, e nei rigetti dei lombrici, tanto in quelli tenuti in prigionia quanto in quelli che vivono allo stato naturale.

Claparède non dice gran che della struttura delle due ghiandole anteriori, e suppone che la sostanza calcarea di cui sono fatte le concrezioni derivi dalle quattro ghiandole posteriori. Ma se si mette nell'acido acetico e poi si dissecca una ghiandola anteriore contenente soltanto piccole concrezioni, o se si fanno delle sezioni di questa ghiandola senza che sia trattata coll'acido, si vedono chiaramente delle lamelle simili a quelle che esistono nelle ghiandole posteriori e rivestite della sostanza cellulare, unitamente a un gran numero di cellule calcifere libere che si sciolgono prontamente nell'acido. Quando una ghiandola è completamente piena di una sola concrezione grossa, non vi sono cellule libere, poichè sono state tutte consumate nel formare la concrezione. Ma se si scioglie una concrezione così fatta, o un tantino più grossa, nell'acido, rimane molta materia membranosa, che sembra essere composta dei residui delle lamelle che erano prima in attività. Dopo la formazione e la espulsione di una grossa concrezione, nuove lamelle debbono in certo modo svilupparsi. In una sezione fatta da mio figlio, il processo era da quanto pare incominciato, quantunque la ghiandola contenesse due concrezioni piuttosto grosse, perchè presso alle pareti erano intersecati parecchi tubetti ovali, che erano foderati di cellule calcifere libere. Un grande allargamento in una direzione di parecchi tubi ovali darebbe origine alle lamelle.

Oltre alle cellule calcifere libere nelle quali non era visibile alcun nucleo, altre cellule libere e piuttosto più grandi furono viste in tre casi; e queste contenevano un nucleo distinto e un nucleolo. L'acido acetico aveva soltanto sopra ad esse questa azione di rendere il nucleo più distinto. Una piccolissima

concrezione venne esportata fra due delle lamelle entro a una ghiandola anteriore. Era incorporata nella sostanza cellulare polposa, con molte cellule calcifere libere, unitamente ad una moltitudine di cellule nucleate libere più grosse, e queste ultime non erano alterate per nulla dall'acido acetico, mentre le prime erano da esso disciolte. Da questo e da altri fatti fui indotto a sospettare che le cellule calcifere si sviluppino dalle cellule più grosse nucleate; ma non fu accertato come questo si compia.

Quando una ghiandola anteriore contiene parecchie concrezioni minute, alcune di queste hanno generalmente un profilo angolare o cristallino, mentre la maggior parte di esse sono rotonde con una superficie irregolare a mo' delle more. Le cellule calcifere aderivano in molte parti a queste masse rotonde, e si poteva scorgere la loro graduata scomparsa mentre erano ancora ad esse attaccate. Era in tal modo evidente che quelle concrezioni si formano dalla calce contenuta entro alle cellule calcifere libere. Siccome le concrezioni più piccole crescono in mole, esse vengono a toccarsi e si uniscono, racchiudendo così le lamelle che non funzionano più; e con questi stadi si può tener dietro alla formazione delle concrezioni più grosse. Non si conosce ancora perchè questo processo segua regolarmente nelle due ghiandole anteriori; e solo raramente nelle quattro ghiandole posteriori. Il Morren dice che queste ghiandole scompaiono durante l'inverno; e io vidi alcuni esempi di questo fatto, e altri in cui tanto le ghiandole anteriori quanto le posteriori erano in quella stagione tanto raggrinzate e vuote che si potevano appena distinguere.

Rispetto alla funzione delle ghiandole calcifere, è probabile che dapprima servano come organi di escrezione, e in seguito vengano in aiuto alla digestione. I lombrici consumano molte foglie cadute; ed è cosa nota che la calce va accumulandosi nelle foglie finchè cadono dalla pianta madre, invece di essere riassorbite nel gambo o nelle radici, come varie altre sostanze organiche e inorganiche (1). Le ceneri di una foglia di acacia contengono, come si è dimostrato, fino a 72 per cento di calce. I lombrici perciò sarebbero soggetti a sovraccaricarsi di questa terra, a meno che vi fosse qualche mezzo speciale per la sua escrezione; e le ghiandole calcifere sono bene acconce a questo scopo. I lombrici che vivono nella terra che sta sopra al calcare hanno sovente i loro intestini pieni di questa sostanza e i loro rigetti sono quasi bianchi. È evidente in questo caso che la provvista di sostanza calcarea dev'essere sovrabbondante. Nondimeno in parecchi lombrici raccolti nei suddetti luoghi le ghiandole calcifere contenevano un numero eguale di cellule calcifere libere, e la stessa quantità di concrezioni, e altrettanto grandi, quanto le ghiandole di quelli che vivevano ove era poca o punta calce;

(1) DE VRIES, *Landwirth. Jahrbücher*. 1881, p. 77.

e questo dimostra che la calce è una escrezione, e non una secrezione versata nel canale alimentare per qualche scopo speciale.

D'altra parte, le seguenti considerazioni rendono probabilissimo che il carbonato di calcio, che si escreta dalle ghiandole, aiuta il processo digestivo in circostanze ordinarie. Le foglie, mentre inacidiscono, generano grande copia di varie sorta di acidi, che furono compresi tutti col nome di acidi dell'*humus*. Nel capitolo quinto ritorneremo su questo particolare, e qui debbo dire soltanto che questi acidi operano fortemente sul carbonato di calcio. Le foglie mezzo imputridite che sono inghiottite in tanta copia dai lombrici debbono essere, però, dopo che sono state inumidite e triturate nel canale alimentare, atte a produrre così fatti acidi. Nel caso di parecchi lombrici si trovò che il contenuto del canale alimentare era evidentemente acido, come dimostrava la carta di laccamuffa. Questa acidità non può attribuirsi alla natura del liquido digerente, perchè il liquido pancreatico è alcalino; e abbiám veduto che la secrezione la quale esce dalla bocca dei lombrici allo scopo di preparare le foglie ad essere consumate è parimente alcalina. Quell'acidità non si può guari attribuire all'acido urico, poichè i contenuti della parte superiore dell'intestino erano spesso acidi. In un caso il contenuto dell'ingluvie era lievemente acido, e quello della parte superiore dell'intestino era più chiaramente acido. In un altro caso il contenuto della faringe non era acido, quello dell'ingluvie lo era un tantino, mentre le sostanze contenute nell'intestino erano distintamente acide a una distanza di 5 centim. sotto all'ingluvie. Anche negli animali superiori erbivori ed onnivori il contenuto dell'intestino crasso è acido. « Tuttavia, ciò non deriva da nessuna secrezione acida della membrana mucosa; la reazione delle pareti intestinali è nel crasso e nel tenue alcalina. « Quindi questa acidità deve aver origine da fermentazioni acide che si producono nel contenuto medesimo.... Si dice che nei carnivori il contenuto del ceco sia alcalino, e naturalmente il grado di fermentazione deve dipendere molto dalla natura del cibo » (1).

Nei lombrici non solo il contenuto degli intestini è generalmente acido, ma anche la sostanza dei loro rigetti. Furono fatte delle prove con trenta qualità di rigetti presi in vari luoghi, e eccettuati tre o quattro, gli altri furono trovati acidi; e le eccezioni osservate possono essere derivate da che quei rigetti non erano stati emessi di recente; perchè alcuni che dapprima erano acidi, il giorno seguente, dopo che erano stati seccati e poi inumiditi, non erano più acidi; e ciò probabilmente veniva dacchè gli acidi dell'*humus*, come tutti sanno, si scompungono agevolmente. Cinque qualità di rigetti freschi dei lombrici che vivevano nel terreno proprio sopra la creta erano di un colore bianco e contenevano molta

(1) FOSTER, *A Text-Book of Physiology*, 2^a ediz., 1878, p. 243 — Traduzione italiana, Milano, Vallardi, 1882, pag. 275-276.

copia di sostanza calcarea; e questi non erano per nulla acidi. Ciò dimostra con quanta efficacia il carbonato di calcio neutralizzi gli acidi intestinali. Quando si tenevano i lombrici entro a vasi pieni di sabbia ferruginosa fina, era evidente che l'ossido di ferro, di cui i granellini di silice erano coperti, era stato disciolto e rimosso da essi nei rigetti.

Il liquido digestivo dei lombrici somiglia, nella sua azione, come già abbiamo fermato, alla secrezione pancreaticca degli animali superiori; e in questi ultimi « la digestione pancreaticca è essenzialmente una digestione alcalina, non compendosi l'azione se non vi è presente un alcali; e l'attività di un succo alcalino è arrestata dall'acidificazione, e intralciata dalla neutralizzazione » (1). Perciò sembra probabilissimo che le innumerevoli cellule calcifere, che sono emesse dalle quattro ghiandole posteriori del canale alimentare dei lombrici, servano a neutralizzare più o meno completamente gli acidi colà generati dalle foglie semi-infracidite. Abbiamo veduto che quelle cellule venivano istantaneamente disciolte da una piccola quantità di acido acetico, e siccome non bastano sempre a neutralizzare il contenuto anche solo della parte superiore del canale alimentare, la calce forse si aggrega formando delle concrezioni nel paio di ghiandole anteriori, per modo che alcune siano portate giù nelle parti posteriori dell'intestino, ove queste concrezioni sarebbero trascinate fra il contenuto acido. Le concrezioni che si trovano negli intestini e nei rigetti sovente hanno un aspetto di logoramento, ma non si può dire se questo dipenda da un certo attrito o da una corrosione chimica. Claparède crede che esse siano formate per lo scopo di operare come pietre da macina, e così agevolino la triturazione del cibo. Possono avere per questo una certa utilità; ma io sono interamente concorde con Perrier, che questo deve avere una importanza secondaria, vedendo che ciò si ottiene già dalle pietruzze che generalmente s'incontrano nell'ingluvie e negli intestini dei lombrici.

(1) FOSTER, *ibid.*, p. 200 — Traduzione italiana, p. 229.

CAPITOLO II.

COSTUMI DEI LOMBRICI

(Continuazione).

Modo in cui i lombrici ghermiscono gli oggetti — Loro facoltà di succiamento — Loro istinto di ricoprire la bocca delle loro buche — Pietruzze amucchiate sopra alle buche — Vantaggi ottenuti da questa pratica — Intelligenza dimostrata dai lombrici nel modo in cui ricoprono le loro buche — Varie sorta di foglie e altri oggetti in tal modo adoperati — Triangoli di carta — Sommario delle ragioni per credere che i lombrici mostrino un po' d'intelligenza — Mezzi coi quali scavano le loro buche, spingendo in là la terra e ingoiandola — La terra vien pure inghiottita per la sostanza nutriente che contiene — Profondità a cui scavano i lombrici, e costruzione delle loro buche — Queste buche sono tappezzate di rigetti e nelle parti superiori di foglie — La parte inferiore selciata di pietruzze e di semi — Modo in cui questi rigetti sono emessi — Frana delle vecchie buche — Distribuzione dei lombrici — Rigetti terriformi nel Bengala — Rigetti giganteschi sui monti Nilgiri — Rigetti emessi in tutti i paesi.

Nei recipienti in cui erano tenuti i lombrici si piantavano sul suolo delle foglie per poter la notte osservare il modo seguito da loro per impadronirsene. Essi cercavano sempre di tirare le foglie verso le loro tane; e le spezzavano o le suggevano a pezzetti, quando le foglie erano sufficientemente tenere. Generalmente abbocavano il margine di una foglia, tra il labbro superiore sporgente e l'inferiore; mentre la faringe spessa e forte veniva nel tempo stesso, come osserva Berrier, spinta avanti entro il loro corpo, tanto da presentare un punto di resistenza al labbro superiore. Nel caso di oggetti larghi e piani essi operavano in un modo al tutto differente. L'estremità anteriore aguzza del corpo, dopo di esser messa in contatto con un oggetto di tal fatta, veniva ritirata entro ai segmenti più vicini, cosicchè pareva troncata e diveniva grossa come il rimanente del corpo. Si vedeva questa parte gonfiarsi un tantino; e ciò, credo, è dovuto al fatto che la faringe vien spinta un poco allo innanzi. Poi, per un lieve regresso della faringe o pel suo espandersi, si produceva un vuoto fra l'estremità tronca e lubrica del corpo mentre era al contatto di qualche oggetto; e in tal modo i due aderivano fortemente insieme (1).

In questi casi si vedeva chiaramente che si produceva un vuoto quando un rosso lombrico posto sotto a una foglia di cavolo appassita cercava di trascinarla

(1) Claparède osserva (*Zeitschrift für Wissenschaft. Zoolog.*, B. XIX, 1869, p. 602), che la faringe per la sua struttura è atta al succiamento.

via; perchè la superficie della foglia proprio sopra all'estremità del corpo del lombrico ne venne profondamente intaccata. In un'altra occasione un lombrico lasciò andare ad un tratto una foglia piana, e si vide l'estremità anteriore del corpo foggiate a tazza. I lombrici si possono attaccare ad un oggetto posto sott'acqua nello stesso modo; e ne vidi uno che trascinava una fetta di cipolla sommersa.

I margini delle foglie fresche o quasi fresche fissate al terreno erano sovente roscati dai lombrici; e talora l'epidermide e tutto il parenchima da un lato era roscata interamente per un tratto notevole; essendo l'epidermide sola dalla faccia opposta lasciata interamente intatta. Le venature non erano intaccate, e le foglie erano così talora parzialmente convertite in scheletri. Siccome i lombrici non hanno denti e la loro bocca è composta di un tessuto molto molle, si deve supporre che essi consumino i margini e il parenchima delle foglie fresche succhiandole, dopo di averle ammorbidite con un liquido digestivo. Non possono intaccare le foglie robuste come quelle del cavolo cappuccio o le foglie grosse e dure dell'edera; sebbene una di queste ultime dopo infracidita sia stata divorata in certe parti e ridotta allo stato di scheletro.

I lombrici s'impadroniscono delle foglie e di altri oggetti non solo per cibarsene ma per coprire le aperture delle loro buche; e questo è uno dei loro istinti più potenti. Foglie e picciuoli di ogni sorta, alcuni peduncoli di fiori, sovente anche ramoscelli appassiti degli alberi, pezzetti di carta, piume, biocchi di lana e di crini di cavallo sono trascinati nelle loro buche per questo scopo. Io vidi fino a diciassette picciuoli di una *Clematis* che sporgevano dalla bocca di una buca, e dieci dall'apertura di un'altra. Alcuni di questi oggetti, come i picciuoli sopra menzionati, le piume, ecc., non erano mai roscati dai lombrici. In un viale ghiaioso del mio giardino trovai molte centinaia di foglie di un pino (*P. austriaca* o *nigricans*) trascinate per la base entro alle buche. Le superficie mercè cui queste foglie si articolano sui rami sono foggiate in modo speciale, quale è la articolazione tra le ossa delle gambe di un quadrupede; e se queste superficie fossero state menomamente roscate, il fatto sarebbe stato all'istante visibile, ma non vi era traccia di roscatura. Delle foglie ordinarie di dicotiledoni, tutte quelle che sono trascinate nelle buche non sono rose. Vidi fino a nove foglie di tiglio tirate nella stessa buca, e quasi nessuna di esse era roscata; ma queste foglie possono servire come una provvista di cibo avvenire. Quando le foglie cadute sono copiose, se ne raccolgono talora sulla bocca di una buca molto più di quello che non si adoperino, cosicchè rimane una piccola pila di foglie non adoperate come un tetto sopra a quelle che furono in parte trascinate dentro.

Una foglia quando viene tirata un tantino entro un buco cilindrico deve necessariamente prendere molte pieghe o grinze. Quando un'altra foglia è tirata dentro, ciò si fa esternamente alla prima, e così colle foglie susseguenti; e finalmente tutte si piegano e si stringono insieme. Talora il lombrico allarga l'apertura della

sua buca, o ne fa un'altra nuova vicino alla prima, come per tirar dentro un numero ancor più grande di foglie. Sovente o generalmente essi riempiono gli interstizi fra le foglie tirate dentro con terra umida e vischiosa che emettono dal loro corpo; e così le aperture delle loro buche sono sicuramente turate. Si veggono a centinaia cosiffatte buche turate in molti luoghi; soprattutto durante i mesi di autunno e sul principio dell'inverno. Ma, come vedremo in seguito, le foglie non sono tirate entro alle tane al solo scopo di servir di cibo o per turare le aperture di esse, ma anche per tappezzare la parte superiore dell'apertura.

Quando i lombrici non possono avere foglie, picciuoli, ramoscelli, e simili, coi quali turare le aperture delle loro buche, sovente le riparano con mucchi di pietruzze; e sovente si veggono nei viali ghiaiosi questi mucchi di ciottoli rotondi e lisci. Qui non può esser questione di cibo. Una signora, che prendeva interesse a conoscere gli usi dei lombrici, toglieva i mucchi di ciottoli dalla bocca delle varie tane e sbarazzava la superficie del suolo per lo spazio di qualche centimetro tutto intorno. Una sera uscì fuori con una lanterna, e vide i lombrici, colla coda fissata nelle tane, trascinare innanzi delle pietruzze, aiutandosi colla bocca, senza dubbio colla suzione. « Dopo due sere alcune di quelle buche avevano sopra a sé da 8 a 9 pietruzze; dopo quattro sere una aveva circa 30, e un'altra 34 pietre » (1). Una pietra che era stata tirata sopra un viale fino alla bocca di una tana pesava due once; e ciò dimostra quanto siano robusti i lombrici. Ma essi mostrano una forza maggiore nello spostare talora delle pietre in un viale ben calpestato; che essi facciano ciò si può riconoscere dalle cavità lasciate dalle pietre spostate che potevano riempirsi esattamente con quelle giacenti sulle bocche delle tane vicine, come ebbi campo di osservare io stesso.

Questo lavoro vien fatto ordinariamente durante la notte; ma vidi talora degli oggetti tirati nelle buche durante il giorno.

Quale vantaggio abbiano i lombrici dal turare le aperture delle loro tane con foglie e simili, o collo ammucciarvi sopra dei sassi, è cosa molto dubbiosa. Non fanno questo allorchè spingono fuori dalle loro buche molta terra; perchè i loro rigetti servono allora per coprirne l'apertura. Quando i giardinieri vogliono uccidere molti lombrici in un prato, cominciano necessariamente collo spazzare o raschiare i rigetti dalla superficie, per poter far penetrare l'acqua di calce nelle loro buche (2). Da ciò si può dedurre questo fatto, che le aperture sono turate con foglie, ecc., per impedire l'ingresso all'acqua durante una pioggia diretta; ma si potrebbe dire, per combattere questa idea, che pochi sassi rotondi e slegati non sono sufficienti a riparare le tane dalla invasione dell'acqua. Inoltre vidi

(1) *La Gardeners' Chronicle*, 28 marzo 1868, pag. 324, dà una relazione delle osservazioni di quella signora.

(2) *Gard. Mag.*, xvii, p. 216, di Londra, citato nel *Catalogue of the British Worms*, 1865, pag. 327.

moltissime buche nel margine erboso verticale dei viali, nel quale l'acqua non avrebbe potuto quasi penetrare, turate nello stesso modo che quelle che stanno sopra una superficie piana. Forse il turare le buche o lo ammucciarvi sopra delle pietruzze può servire a nasconderle alle scolopendre, le quali, secondo Hoffmeister (1), sono i peggiori nemici dei lombrici. O forse i lombrici quando sono così al riparo possono rimanere col capo vicino alla buca delle loro tane, cosa che, come sappiamo, essi amano di fare, e che costa la vita a molti di essi. Oppure quelle sorta di turaccioli arrestano l'ingresso dello strato d'aria più basso, reso freddo per raggiamiento notturno dal terreno e dall'erba circostante. Io propendo per questa ultima spiegazione; prima, perchè quando i lombrici erano tenuti nei vasi in una stanza riscaldata, nel qual caso l'aria fredda non poteva entrare nelle loro buche, esse le chiudevano malamente; o, in secondo luogo, perchè sovente rivestono la parte superiore delle loro buche di foglie, collo scopo, da quanto pare, di impedire che il loro corpo venga in stretto contatto colla terra fredda e umida. Ma il metodo di turare le buche può forse servire per tutti gli scopi sopra menzionati.

Qualunque ne sia il motivo, esso dimostra che i lombrici non amano di lasciare aperte le bocche delle loro buche. Nondimeno le riaprono la notte, sia che possano o no richiuderle dopo. Nel terreno zappato di fresco si veggono numerose buche aperte, perchè in questo caso i lombrici ciettano i loro rigetti nelle cavità lasciate nel terreno, o nelle buche antiche, invece di ammucciarli sopra all'apertura delle buche, e non possono raccogliere oggetti sulla superficie, coi quali proteggere quelle aperture. Così pure in un pavimento recentemente dissotterrato di una villa romana ad Abinger (che descriveremo in seguito) i lombrici ostinatamente aprivano le loro buche quasi ogni notte, quando queste erano state richiuse e bene calpestate, sebbene raramente riuscissero a trovare qualche pietruzza colla quale proteggerle.

Intelligenza dimostrata dai lombrici nel modo in cui turano le loro buche. — Se un uomo dovesse turare un piccolo buco cilindrico, con foglie, picciuoli o ramoscelli, egli li spingerebbe dentro per la loro estremità aguzza; ma se questi oggetti fossero sottilissimi in confronto della larghezza del buco, egli probabilmente li farebbe entrare per la parte più larga e più grossa. La sua guida sarebbe in questo caso l'intelligenza. Sembrava quindi naturale e utile di osservare con cura come i lombrici trascinino le foglie nelle loro buche; se le tiravano per la punta, per la base o per le parti mediane. Sembrava specialmente utile far questo nel caso di piante non indigene del nostro paese; perchè, quantunque l'uso di trascinare le foglie nei loro buchi sia senza dubbio istintivo nei lombrici, tuttavia l'istinto non poteva insegnar loro come fare nel caso di foglie intorno alle quali i loro

(1) *Familie der Regenwürmer*, p. 19.

progenitori non sapevano nulla. Inoltre, se i lombrici operavano soltanto per impulso ereditato invariato, essi si avrebbero trascinato dentro nelle loro buche ogni sorta di foglie, tutte nello stesso modo. Se non fossero dotati di un cosiffatto istinto definito, avremmo dovuto aspettarci che il caso fosse per determinare se la foglia fosse presa per la punta, per la metà o per la base. Escluse queste due alternative, rimaneva l'intelligenza sola; a meno che il lombrico in ogni caso cominciasse a provare molti metodi differenti, e seguisse quello solo che si mostrasse possibile o più facile; ma operare in questo modo e provare metodi diversi si accosta alquanto all'intelligenza.

Nel primo luogo si tirarono fuori dalle buche dei lombrici in vari posti 227 foglie appassite di varie specie di piante, per la massima parte d'Inghilterra.

Di queste, 181 erano state tirate dentro per la estremità o vicino a questa, per modo che il picciuolo sporgeva quasi ritto dalla bocca della tana; 20 erano state tirate dentro per la base; e 26 erano state prese verso la parte mediana, cosicchè queste erano state tirate trasversalmente ed erano molto grinzose. Quindi 80 per cento (adoperando sempre il numero più approssimativo) era stato tirato dentro per la cima, 9 per cento per la base o pel gambo, e 11 per cento trasversalmente o pel mezzo. Questo solo basta quasi a dimostrare che il caso non determina il modo in cui le foglie sono trascinate nelle buche.

Delle suddette 270 foglie, 70 consistevano in foglie cadute dal tiglio comune, che è quasi certo non sia indigeno dell'Inghilterra. Queste foglie sono acuminate presso alla punta, e sono molto larghe alla base con un gambo bene sviluppato. Sono sottili e flessibilissime quando sono mezzo appassite. Delle 70, 79 per cento erano state tirate dentro per la punta o vicino ad essa; 4 per cento, per la base o vicino ad essa; e 17 per cento trasversalmente o per la metà. Queste proporzioni concordano molto, per ciò che riguarda la punta, con quelle date prima. Ma la quantità percentuale di quelle tirate dentro per la base è più piccola, ciò che si può attribuire alla larghezza della parte basale delle foglie. Noi vediamo qui parimente che la presenza di un gambo, che si avrebbe potuto credere dovesse tentare i lombrici a servirsene come di un manico, ha poca o nessuna influenza nel determinare il modo in cui le foglie di tiglio sono tirate entro alle buche. La proporzione notevole, cioè, 17 per cento, di quelle trascinate dentro più o meno trasversalmente dipende senza dubbio dalla pieghevolezza di queste foglie semi-avvizzite. Il fatto che ne furono tirate dentro tante per la metà, e tanto poche per la base, rende improbabile che i lombrici cercassero dapprima di tirar dentro la massima parte delle foglie con uno o coll'altro di questi metodi, e che poi ne tirassero dentro 79 per cento per la punta; perchè è evidente che non avrebbero mancato di tirarle dentro per la base o per la metà.

Vennero studiate dopo le foglie di una pianta forestiera, che non erano più aguzze all'apice di quello che fossero verso la base. Così era per quelle di un *Labur-*

num (un ibrido tra il *Cytisus alpinus* e il *Laburnum*), perchè ripiegando la punta sulla metà della base, generalmente si adattavano esattamente; e quando vi era qualche differenza, questa consisteva nello essere la base un po' più stretta. Si poteva, quindi, aspettarsi a che un numero quasi eguale di queste foglie sarebbe per esser tirato dentro per la punta e per la base, o che vi fosse un po' di eccesso in favore di quest'ultima. Ma di 73 foglie (non comprese nelle prime 227) tirate fuori dalle buche dei lombrici, 63 per cento erano state trascinate dentro per la punta; 27 per cento per la base, e 10 per cento trasversalmente. Abbiamo veduto che erano trascinate dentro per la base una proporzione molto maggiore, cioè 27 per cento, di quella che per le foglie di tiglio, che sono larghe alla base, e di cui se ne erano portate dentro soltanto 4 per cento. Possiamo forse attribuire il fatto che una maggiore proporzione di foglie di *laburnum* non erano state tirate dentro dalla base, a ciò che i lombrici avevano acquistato l'abito di tirarle dentro per la punta e così scansavano i gambi. Invero il margine basale dello stelo in molte sorta di foglie forma un grande angolo col picciuolo; e se una foglia cosiffatta fosse tirata dentro pel picciuolo, il margine basale verrebbe repentinamente in contatto col terreno in ogni parte del buco, e renderebbe difficile l'ingresso della foglia.

Nondimeno i lombrici lasciano in disparte questa loro abitudine di non servirsi del picciuolo se questa parte presenta loro il mezzo più acconcio per tirar dentro le foglie nelle loro buche. Le foglie delle infinite varietà ibride del rododendro variano molto nella forma; alcune sono più strette verso la base e altre verso l'apice. Dopo che sono cadute le foglie davanti mentre seccano si accartocciano dai due lati della costa, talora lungo tutta la sua lunghezza, talora più alla base, talora più all'apice. Di 28 foglie cadute sopra uno strato di terra di torba nel mio giardino non meno di 23 erano più strette dal lato terminale della loro lunghezza; e questa strettezza era dovuta principalmente allo accartocciarsi dei margini. Di 36 foglie cadute sopra un altro strato, nel quale crescevano differenti varietà di rododendri, solo 17 erano più strette verso la base che non verso l'apice. Mio figlio Guglielmo, il quale fu il primo a farmi osservare questo fatto, raccolse 237 foglie cadute nel suo giardino (ove i rododendri crescono sul terreno comune) e di queste 65 per cento potevano essere state trascinate nelle loro buche più agevolmente per la base o pel picciuolo che non per punta; e questo dipendeva in parte dalla forma della foglia e in un grado minore dallo accartocciarsi dei margini; 27 per cento potevano essere trascinate dentro più facilmente per la punta che non per la base: e 8 per cento colla stessa facilità per la estremità opposta. La forma di una foglia caduta deve essere giudicata prima che una estremità sia stata trascinata nella buca, perchè dopo di ciò la estremità libera, sia la base o l'apice, si secca più in fretta che non l'estremità incorporata nel terreno umido; e i margini esposti della estremità libera tendono quindi ad accartocciarsi all'in-

dentro più di quanto non erano quando il lombrico s'era impadronito della foglia. Mio figlio trovò 91 foglie trascinate dai lombrici nelle loro buche, sebbene a non grande profondità; di queste 66 per cento erano state trascinate per la base o pel picciuolo; e 34 per cento per la punta. In questo caso, quindi, i lombrici fecero un ragionamento notevolmente giusto per scegliere il modo migliore di tirar dentro alle loro buche le foglie appassite di questa pianta forestiera; malgrado ciò essi debbono essere partiti dal loro consueto costume di lasciare in disparte il picciuolo.

Sui viali del mio giardino un gran numero di foglie di tre specie di pini (*P. austriaca*, *nigricans* e *sylvestris*) sono regolarmente tirate dentro alle aperture delle buche dei lombrici. Queste foglie consistono in due aghi notevolmente lunghi nelle due prime specie e corti nell'ultima specie, e sono unite da una base comune; ed è da questa parte che esse sono tirate dentro quasi invariabilmente nelle buche. Vidi soltanto due o tre eccezioni a questa regola coi lombrici in stato di natura. Siccome le foglie aghiformi dalle punte molto aguzze sono trascinate nella stessa buca, ogni ciuffo forma un perfetto *chevaux de frise*. In un caso molti di questi ciuffi erano spinti in su alla sera, ma al mattino seguente nuove foglie erano state spinte dentro, e le buche erano di nuovo bene protette. Queste foglie non possono venir tirate nelle buche un po' profondamente, se non per la base, poichè un lombrico non può tener fermi due aghi alla volta, e se uno solo fosse ghermito all'apice, l'altro si stringerebbe sul suolo e impedirebbe l'ingresso a quello afferrato. Ciò era manifesto nei due o tre casi menzionati sopra. Quindi onde i lombrici possano fare a dovere il loro lavoro, essi debbono trascinare nelle buche le foglie di pino per la base, ove i due aghi sono riuniti. Ma come siamo guidati in questo lavoro è una quistione molto dubbia.

Questa difficoltà indusse mio figlio Francesco e me a studiare i lombrici in prigionia per parecchie notti coll'aiuto di una luce incerta, mentre stavano trascinando entro alle loro buche le foglie dei pini sopra menzionati. Essi movevano la estremità anteriore del loro corpo qua e là sulle foglie, e varie volte quando venivano a urtare la punta aghiforme aguzza davano indietro ad un tratto come fossero punti. Ma non credo che fossero feriti, perchè sono indifferenti agli oggetti molto appuntiti, e inghiottiscono le spine delle rose e dei pezzettini di vetro. È anche poco probabile che le cime aguzze delle foglie aghiformi servano a dir loro che quella punta non è la parte buona da tirar giù; perchè tagliai le punte di molte foglie per una lunghezza di due o tre centimetri, e cinquantasette di queste foglie così trattate furono trascinate entro alle buche per la loro base, e non per la punta tagliata. I lombrici in prigionia ghermiscono sovente quelle foglie aghiformi pel mezzo, e le tirano verso l'apertura delle loro buche, e un lombrico tentò insensatamente di trascinarle nel buco facendole piegare. Talora raccolgono un numero di foglie sull'apertura delle loro buche

(come nel caso delle foglie di tiglio già menzionate) maggiore di quello che possa capirvi. In altre occasioni, però, essi si comportavano in modo affatto differente; perchè appena avevano toccato la base di una foglia di pino, la prendevano, ed essa veniva talora interamente ingolfata nelle loro buche, o la afferravano in un punto vicino alla base, e la foglia era allora speditamente trascinata o piuttosto spinta nelle loro buche. Parve a mio figlio e a me che i lombrici appena si accorgevano della foglia, la ghermissero nel modo acconcio. Vennero osservati nove esempi, ma in uno di essi il lombrico non riuscì a trascinare la foglia nella sua buca, come se ne fosse stato impedito dalla vicinanza di altre foglie. In un altro caso una foglia stava quasi ritta colle punte degli aghi in parte inserite in una buca, ma non si vedeva come era disposta; e allora il lombrico si alzava e ghermiva la base, che era trascinata nell'apertura della buca piegando tutta la foglia. D'altra parte, dopo che un lombrico s'era impadronito di una foglia, vidi in due occasioni che l'abbandonavano senza un motivo apparente.

Come abbiamo già osservato, l'abito di turare le aperture delle buche con vari oggetti è senza dubbio istintivo nei lombrici; e un lombrico giovanissimo, nato in uno dei miei vasi, trascinò per un piccolo tratto una foglia di abete di Scozia, un ago della quale era lungo e quasi tanto grosso quanto il suo corpo. Nessuna specie di pino è endemica in questa parte d'Inghilterra, ed è quindi incredibile che il modo acconcio di trascinare le foglie di pino nelle loro buche possa essere istintivo nei lombrici di questo paese. Ma siccome i lombrici sui quali furono fatte le suddette osservazioni erano stati presi scavando sotto o presso ad alcuni pini, piantati colà da una quarantina d'anni, era da desiderare di poter dimostrare che i loro atti non erano istintivi. In conseguenza, le foglie di pino furono sparse sul terreno in certi punti lontani dall'albero di pino, e 90 di esse vennero trascinare per le base nelle buche. Soltanto due erano state trascinare dentro per la punta, e queste non erano vere eccezioni, perchè una era stata tirata dentro per un breve tratto, e i due aghi dell'altra erano coerenti. Furono date altre foglie di pini a dei lombrici tenuti entro a vasi in una stanza riscaldata, e qui l'effetto fu differente; perchè di 42 foglie tirate nelle buche non meno di 16 erano state trascinare per la punta degli aghi. Tuttavia, questi lombrici operavano in modo trascurato o sbattuto, perchè le foglie sovente erano tirate dentro a piccola profondità; talora esse erano semplicemente ammucchiate sull'apertura delle buche, e talora nessuna era trascinata dentro. Credo che questo modo trascurato possa venire attribuito a ciò che l'aria della stanza era calda, e i lombrici in conseguenza non avevano voglia di turare fortemente le loro buche. Dei vasi abitati dai lombrici e coperti di una rete che lasciava passare l'aria fredda, furono lasciati all'aperto per parecchie notti, e allora 72 foglie vennero tirate dentro convenientemente per la loro base.

Dai fatti sopra menzionati si potrebbe forse dedurre che i lombrici acquistino

in certo modo una nozione generale della forma o della struttura delle foglie di pino, e capiscano essere necessario per essi afferrarle per la base ove i due aghi si riuniscono. Ma i fatti seguenti rendono questa idea molto dubbiosa. Cementai insieme l'apice di moltissime foglie aghiformi del *P. austriaca* con lacca sciolta nell'alcool, e le tenni per alcuni giorni, finchè credetti che avessero perduto qualunque odore o sapore; poi le feci spargere sul terreno ove non crescevano pini, vicino a certe buche dalle quali era stato tolto il turacciolo. Quelle foglie non potevano venir tirate dentro colla stessa facilità per nessuna estremità; e giudicando per analogia e più specialmente dal caso che citeremo ora delle foglioline della *Clematis montana*, io credeva che i lombrici avrebbero preferito l'apice. Ma il risulamento fu che di 121 foglie colle estremità cementate, che furono trascinate nelle buche, 108 erano tirate dentro per la base, e solo 13 per la punta. Pensando che i lombrici potevano forse essersi accorti e trovar sgradevole l'odore o il sapore della lacca, sebbene questo fosse poco probabile, specialmente dopo che le foglie erano lasciate all'aria durante parecchie notti, tuttavia legai insieme le punte degli aghi di molte foglie con uno spago sottile. Delle foglie trattate così, 150 furono tirate dentro nelle buche — 123 per la base e 27 per le estremità legate; cosicchè ne vennero tirate dentro per la base quattro o cinque volte più che non per la punta. È possibile che le estremità tagliate del filo colle quali erano legate abbiano tentato i lombrici a tirarne dentro un numero maggiore per le punte che non quando si usava la lacca, onde possiamo dedurre che non è la divergenza dei due aghi che induce i lombrici i quali vivono in istato di natura a trascinare per la base le foglie dei pini nelle loro buche, come non può essere neppure l'acutezza delle punte degli aghi che determina questo; perchè, come abbiamo veduto, molte foglie colle punte tagliate erano trascinate dentro per la base. Siamo così indotti a concludere, che le foglie di pino abbiano qualche cosa di particolare per essere attirate dai lombrici per la base, sebbene poche foglie comuni siano tirate dentro per la base e pel gambo.

Picciuoli. — Ci occuperemo ora dei picciuoli o gambi delle foglie composte, dopo che le foglioline sono cadute. Quelli della *Clematis montana*, che crescevano sopra a una veranda, erano trascinate di buon'ora in Gennaio in gran numero entro alle buche sopra un viale vicino, sopra un prato, o in una aiuola. Questi picciuoli variano in lunghezza da 6 a 10 centimetri, sono rigidi e di spessore quasi uniforme, tranne presso alla base ove s'ingrossano piuttosto repentinamente, essendo qui spessi quasi il doppio di quello che sono in qualunque altra parte. L'apice è alquanto aguzzo, ma in breve diviene appassito e facilmente si spezza. Di questi picciuoli 314 vennero tirati fuori dalle buche nei luoghi sopra menzionati; e si trovò che 76 per cento erano stati trascinati dentro per la punta, e 24 per cento per la base; cosicchè quelli tirati dentro per la punta erano un po' più del triplo di quelli tirati dentro per la base. Quelli estratti dal viale

ben battuto erano tenuti separati dagli altri; e di questi (59 in numero) erano stati tirati dentro per la punta quasi cinque volte tanto quelli per la base; mentre per quelli estratti dal prato o dall'aiuola, ove il suolo è più cedevole e ci voleva minor cura nel turare le buche, il rapporto di quelli tirati nelle buche per la punta (130) a quelli tirati dentro per la base (48) era un po' minore di tre ad uno. Era evidente che questi picciuoli erano stati tirati dentro alle buche per turarle, e non per servire di cibo, poichè nessuna estremità, per quello che potei vedere, era stata rosicata. Siccome parecchi picciuoli solevano turare la stessa buca, in un caso 10, e nell'altro 15, è possibile che i lombrici dapprima ne tirino dentro alcuni per la parte più grossa per risparmiarsi della fatica; ma in seguito ne tirino dentro una grande quantità per la parte aguzza, onde chiudere la buca più sicuramente.

I picciuoli caduti dei nostri frassini indigeni furono in seguito da noi studiati, e la regola da essi seguita rispetto a molti oggetti, vale a dire di tirarne una grande maggioranza nelle buche per la estremità aguzza, non era stata qui seguita; e questo fatto mi sorprese molto dapprima. Questi picciuoli variano in lunghezza da 12 $\frac{1}{2}$ a 20 centimetri; sono grossi e carnosì verso la base, e vanno facendosi lievemente aguzzi all'apice, che è un po' più largo e tronco ove in origine era attaccata la fogliolina terminale. Sotto ad alcuni frassini che crescevano in un prato, si tirarono fuori dalle buche dei lombrici sul principio di Gennaio 229 picciuoli, e di questi 51,5 per cento erano stati tirati dentro per la base, e 48,5 per cento per l'apice. Questa anomalia si spiegava facilmente però appena si esaminava la porzione grossa della base; perchè dei 103 picciuoli 78 avevano questa parte rosa dai lombrici, appunto sopra all'articolazione a mo' di ferro di cavallo. Nel massimo numero dei casi non era possibile ingannarsi intorno al rodimento; perchè i picciuoli intatti che furono esaminati dopo di essere stati esposti all'aria per altre otto settimane non erano disintegrati o marciti più vicino alla base che altrove. Quindi è evidente che la parte basale più spessa del picciuolo vien tirata dentro non solo per turare la bocca delle tane, ma anche per servire di cibo. Anche l'apice stretto troncato di qualche picciuolo era stato roscato; e così era rispetto a 6 di 37 che furono esaminati per questo riguardo. I lombrici, dopo di aver tirato dentro e roscato la porzione della base, sovente spingono fuori i picciuoli dalle loro buche, e allora ne tirano dentro altri freschi, sia per la base per nutrirsene, sia per l'apice per turare meglio la buca. Così, di 37 picciuoli introdotti per la punta, 5 erano stati previamente tirati dentro per la base, perchè questa parte era stata roscata. Parimente raccolsi una manata di picciuoli giacenti sul terreno vicino ad alcune buche turate, ove la superficie era cosparsa fittamente di altri picciuoli che sembravano non esser mai stati intaccati dai lombrici, e di 47 di questi 14 (cioè quasi un terzo), dopo di essere stati rosi alla base erano stati spinti fuori dalle buche e stavano ora sul terreno. Da

questi vari fatti possiamo concludere che i lombrici tirano dentro alcuni picciuoli di frassino per la base per scopo di nutrimento, e altri per la punta per turare la bocca delle loro buche nel modo più efficace.

I picciuoli della *Robinia pseudo-acacia* variano in lunghezza da 10 o 12 1/2 a quasi 30 centimetri; sono grossi vicino alla base prima che le parti più molli si siano infracidite, e finiscono in una punta molto sottile. Sono tanto flessibili che ne vidi alcuni piegati in due e tirati dentro in tal modo nelle buche dei lombrici. Sfortunatamente questi picciuoli non furono esaminati fino al Febbraio, e allora le parti più molli erano interamente infracidite, cosicchè era impossibile riconoscere se i lombrici avessero roso la loro base, sebbene questo sia abbastanza probabile.

Dei 121 picciuoli estratti dalle buche sul principio di Febbraio, 68 erano stati introdotti per la base, e 53 per l'apice. Il giorno 5 di Febbraio tutti i picciuoli che erano stati introdotti nei buchi sotto a una robinia, furono spinti fuori; e dopo un intervallo di undici giorni 35 picciuoli erano stati nuovamente tirati dentro, 19 per la base e 16 per l'apice. Riunendo insieme queste due quantità, 56 per cento furono tirati dentro per la base, e 44 per cento per l'apice. Siccome tutte le parti più molli erano da lungo tempo infracidite, possiamo esser certi, specialmente nell'ultimo caso, che nessuno dei picciuoli era stato introdotto per servire di cibo. Perciò in questa stagione i lombrici introducono questi picciuoli nelle loro buche indifferentemente per due estremità, dando una lieve preferenza alla base. Quest'ultimo fatto si può spiegare colla difficoltà che presenta lo scoperchiare una buca spingendo in su degli oggetti tanto sottili quanto sono le estremità superiori dei picciuoli. In appoggio a questa opinione si può dire che dei 16 picciuoli che erano stati tirati dentro per la estremità superiore, la porzione terminale più sottile di 7 era stata spezzata precedentemente per qualche accidente.

Triangoli di carta. — Furono fatti dei triangoli allungati di carta da scrivere, sfregata sulle due facce con grasso crudo affinchè non divenisse troppo debole rimanendo esposta la notte alla pioggia o alla rugiada. I lati di tutti i triangoli erano lunghi 75 millimetri, e le basi in 120 erano sempre 25 millimetri, e negli altri 183, 12 millimetri e mezzo. Questi ultimi triangoli erano molto stretti e molto acuminati (1). Come controllo delle osservazioni che daremo fra breve, simili triangoli in istato umido furono afferrati da un paio di pinze molto strette in differenti punti e in tutte le inclinazioni rispetto ai margini, e furono così tirate dentro a un breve tubo del diametro di una buca di lombrico. Il triangolo preso per l'apice entrava direttamente nel tubo, senza ripiegare i suoi margini, se era preso a una piccola distanza dall'apice, per esempio a dodici

(1) In questi stretti triangoli l'angolo del vertice è $9^{\circ} 34'$, e gli angoli basali $85^{\circ} 13'$. Nei triangoli più larghi l'angolo del vertice è $19^{\circ} 10'$ e gli angoli della base $80^{\circ} 25'$.

millimetri quel tratto si ripiegava dentro al tubo. Così seguiva rispetto alla base e agli angoli basali, sebbene in questo caso gli angoli presentassero, come doveva aspettarsi, una maggiore resistenza per essere introdotti. Se i triangoli erano afferrati presso alla metà il triangolo era ripiegato, rimanendo l'apice e la base fuori del tubo. Siccome i lati del triangolo erano lunghi 75 millimetri, l'effetto del loro essere tirati nel tubo o in una buca in vario modo, può dividersi convenientemente in tre categorie: quelli tirati dentro pel vertice o a 25 millimetri da esso; quelli tirati per la base o a 25 millimetri da essa; e quelli tirati dentro per un punto qualsiasi nei 25 millimetri di mezzo.

Onde vedere in qual modo questi triangoli di carta sarebbero ghermiti dai lombrici, ne feci dare alcuni inumiditi ai lombrici tenuti in cattività. Furono presi in tre modi differenti tanto i triangoli stretti, quanto i larghi: cioè pel margine, per uno dei tre angoli, il quale spesso veniva ingolfato nella loro bocca, e finalmente, pel succiamento applicato a una porzione qualsiasi della superficie piatta. Se si tirano delle linee parallele alla base e discoste 25 millimetri attraverso a un triangolo che ha i suoi lati lunghi 75 millimetri, lo si divide in tre parti di lunghezza eguale. Ora se i lombrici lo ghermiscono a caso indifferentemente per una parte qualsiasi, essi si impadroniranno del triangolo per la parte di divisione basale molto più sovente che non per ognuna delle due altre divisioni. Perché l'area della porzione basale sta alla porzione del vertice come 5 a 1, cosicchè la probabilità della prima di essere tirata dentro alla buca per succiamento sarà come 5 a 1, paragonata alla porzione del vertice. La base presenta due angoli e il vertice uno soltanto, cosicchè la prima avrebbe il doppio di probabilità di quella che ha il vertice (indipendentemente dall'ampiezza degli angoli) di essere ingolfata nella bocca di un lombrico. Bisogna, tuttavia, riconoscere che l'angolo apicale non viene spesso ghermito dai lombrici; essendo preferito il margine laterale ad una piccola distanza da quello. Credo così perchè ho osservato 40 volte sopra 46 casi che i triangoli erano stati tirati dentro nelle buche pel vertice, che la punta era stata ripiegata indietro entro alla buca per una lunghezza tra un millimetro e 25 millimetri. Finalmente, la proporzione tra i margini delle porzioni delle parti basale e apicale è come 3 a 2 per i triangoli larghi e di 2 1/2 a 2 per gli stretti. Da queste varie considerazioni si dovrebbe certamente aspettarsi, supponendo che i lombrici ghermiscono i triangoli a caso, che una proporzione molto più notevole sarebbe per essere trascinata nelle buche per la parte basale anzichè per la parte apicale, ma vedremo ora quanto differente fosse il risultamento.

Furono sparsi sul terreno in molti punti e per molte notti di seguito dei triangoli della grandezza sopra indicata presso alle buche dei lombrici, dalle quali erano stati tolti i picciuoli, i ramoscelli, le foglie, ecc., con cui erano turate. Tutti i 303 triangoli furono tirati dai lombrici nelle loro buche; altri

12 furono introdotti per le due estremità, ma siccome era impossibile giudicare da che parte erano stati afferrati, questi sono esclusi. Dei 303, 62 per cento erano stati introdotti pel vertice (adoperando questo termine per tutti quelli introdotti per la parte del vertice nella lunghezza di 25 millimetri); 15 per cento pel mezzo; e 23 per cento per la base. Se li avessero introdotti indifferentemente per qualunque punto, la proporzione delle parti apicale, media e basale sarebbe stata 33,3 per cento, per ognuna; ma, come abbiamo veduto sopra, dovevamo aspettarci a che una proporzione molto maggiore fosse per essere introdotta per la parte basale che non per un'altra parte qualsiasi. Come stanno le cose, erano introdotte pel vertice quasi il triplo di quelle che lo erano per la base. Se consideriamo i triangoli larghi, 59 per cento erano introdotti per l'apice, 25 per cento pel mezzo, e 16 per cento per la base. Dei triangoli stretti, 65 per cento erano introdotti pel vertice, 14 per cento pel mezzo, e 21 per cento per la base; cosicchè in questo caso quelli introdotti per l'apice erano più del triplo di quelli introdotti per la base. Possiamo da ciò concludere che il modo in cui i triangoli sono introdotti nelle buche non è opera del caso.

In otto casi due triangoli furono introdotti nella stessa buca, e in sette di questi casi, uno era stato introdotto pel vertice e l'altro per la base. Ciò pure indica che il risultamento non è determinato dal caso. I lombrici alle volte sembrano rivolgersi su se stessi mentre stanno tirando giù i triangoli, perchè di tutti i triangoli cinque erano stati avvoltolati in una spirale irregolare intorno alle pareti interne della buca. Dei lombrici tenuti entro a camere riscaldate introdussero 63 triangoli nelle loro buche; ma, come nel caso delle foglie dei pini, lavoravano con trascuratezza, perchè solo 44 per cento erano introdotti per l'apice, 22 per cento per la metà, e 33 per cento per la base. In cinque casi, due triangoli furono introdotti nella stessa buca.

Si può suggerire con molta apparente probabilità che i triangoli furono introdotti pel vertice in una proporzione tanto grande, non già perchè i lombrici scegliessero questa parte come la più favorevole al loro scopo, ma perchè non erano riusciti per le altre parti. Questa opinione è sostenuta dal modo in cui i lombrici in prigione si vedevano trascinare e introdurre i triangoli; ma allora essi lavoravano svogliatamente. Dapprima non mi accorsi dell'importanza di questo fatto, ma semplicemente notai che la base di quei triangoli che erano stati introdotti per l'apice, era generalmente pulita e non gualcita. In seguito feci maggiore attenzione a questo particolare. In primo luogo parecchi triangoli che erano stati introdotti per gli angoli basali o per la base, o un po' sopra alla base, e che erano così molto gualciti e insudiciati, vennero lasciati per alcune ore nell'acqua e vi furono bene scossi mentre vi erano immersi; ma non si tolse loro nè il sudiciume nè le crespe. Soltanto si poterono toglier via le pieghe più leggere, e ciò facendo passare i triangoli inumiditi fra le dita. A cagione del liquido vischioso del corpo

dei lombrici, il sudiciume non si poteva eliminare tanto facilmente. Possiamo perciò concludere che, se un triangolo, prima di essere introdotto pel vertice, fosse stato trascinato in una buca per la base anche con un grado di forza leggero, questa parte della base conserverebbe per lungo tempo le gualciture e rimarrebbe sucida. Si osservò la condizione di 89 triangoli (65 stretti e 24 larghi), che erano stati introdotti pel vertice, e le basi di 7 soltanto di essi erano interamente gualcite e nello stesso tempo generalmente sucide. Degli 82 triangoli non increspatis, 14 erano sucidi alla base; ma da questo fatto non segue che questi siano stati dapprima introdotti verso le buche per la base; perchè i lombrici talora coprivano grandi porzioni dei triangoli di limo, e questi quando erano trascinati per l'apice sul terreno si dovevano insudiciare; e durante il tempo piovoso sovente i triangoli erano insudiciati in una parte intera o sopra le due parti. Se i lombrici avessero trascinato i triangoli alla bocca dalle loro tane per la base tanto spesso quanto li trascinavano pel vertice, e allora si fossero accorti, senza cercare effettivamente d'introdurli nella loro buca, che l'estremità più larga non era bene acconcia per questo scopo — anche in questo caso una grande proporzione avrebbe avuto probabilmente le estremità basali insudiciate. Possiamo però dedurre — per quanto improbabile sia la deduzione — che i lombrici sono atti in qualche modo a giudicare quale sia la estremità migliore per la quale introdurre i triangoli di carta nelle loro buche.

I risultamenti delle osservazioni precedenti sul modo in cui i lombrici introducono varie sorta di oggetti nelle aperture delle loro buche possono essere riassunti nel modo seguente:

NATURA DELL'OGGETTO	Introdotti nelle buche pel vertice o presso a questo	Introdotti pel mezzo o presso a questo	Introdotti per la base o presso a questa
Foglie di varie sorta	80	11	9
Foglie di Tiglio, il margine basale della foglia largo, l'apice acuminato	79	17	4
Foglie di <i>Laburnum</i> , parte basale della foglia stretta quanto l'apice, e talora un po' di più	63	10	27
Foglie di Rododendro, parte basale della foglia sovente più stretta dell'apice	34	„	66
Foglie di Pino, composte di due aghi che sorgono da una base comune	„	„	100
Picciuoli di Clematite, alquanto aguzzi all'apice, ottusi alla base	76	„	24
Picciuoli di Frassino, l'estremità basale ingrossata vien sovente introdotta per servire di cibo	48,5	„	51,5
Picciuoli di Robinia, sommanente sottili, specialmente verso l'apice, per cui non sono molto adatti ad essere introdotti nelle buche	44	„	56
Triangoli di carta di due grandezze	62	15	23
Triangoli dei larghi soli	59	25	16
Triangoli degli stretti soli	65	14	21

Se consideriamo questi vari casi, non possiamo a meno di concludere che i lombrici dimostrano un certo grado d'intelligenza nel modo in cui turano le loro buche. Ogni oggetto speciale è ghermito in modo troppo uniforme, e in seguito a cause che possiamo generalmente comprendere, perchè l'effetto ne possa attribuirsi al semplice caso. Il fatto perchè ogni oggetto non sia stato introdotto per la sua estremità aguzza, si può spiegare per un risparmio di lavoro ottenuto introducendone alcuni per le estremità più grosse o più larghe. Senza dubbio i lombrici sono per istinto indotti a chiudere le loro buche; e si potrebbe supporre che per istinto sarebbero per cercare il mezzo migliore di operare in ogni caso speciale, indipendentemente dalla intelligenza. Vediamo quanto sia difficile giudicare se l'intelligenza venga in azione, perchè talora si potrebbe supporre che le piante operino in questo senso, per esempio quando si spostano le foglie di certe piante e queste tornano a rivolgersi verso la luce mercè movimenti sommamente complicati e per la via più breve. Negli animali, certi atti che paiono dovuti all'intelligenza, possono compiersi in seguito all'abito acquistato per eredità senza la menoma intelligenza, quantunque in origine fosse così acquistato. Ora l'abito può essere stato acquistato per la conservazione e l'eredità delle variazioni benefiche di qualche altra abitudine; e in questo caso il nuovo abito si sarà acquistato indipendentemente dall'intelligenza per tutto il corso del suo sviluppo. Non è *a priori* improbabile che i lombrici abbiano acquistato istinti speciali mercè uno di questi due mezzi. Nondimeno è incredibile che gli istinti si siano svolti rispetto agli oggetti, come, le foglie e i picciuoli di piante forestiere, al tutto ignoti ai progenitori dei lombrici che operano nel modo descritto. Neppure sono le loro azioni tanto invariabili od inevitabili quanto sono molti veri istinti.

Siccome i lombrici non sono guidati da istinti speciali in ogni caso particolare, sebbene posseggano un istinto generale, quello di turare la bocca delle loro buche, e siccome è esclusa l'azione del caso, la conclusione più probabile che viene in seguito a ciò sembra essere che essi tentano in varie maniere di trascinare dentro gli oggetti, e finiscono in un qualche modo per riuscire. Ma fa meraviglia vedere come un animale tanto inferiore nella serie degli esseri quanto un lombrico possa avere la capacità di operare così, mentre molti altri animali assai più elevati non posseggono questa capacità. Per esempio, si veggono le formiche trascinare invano un oggetto trasversalmente al loro corso, il quale avrebbero potuto tirare facilmente per lungo; sebbene dopo un certo tempo esse generalmente finiscano per operare nel modo migliore. Il Fabre afferma (1) che uno sphex — insetto che appartiene allo stesso ordine altamente dotato che le formiche — riempie il suo nido di grilli paralizzati, i quali sono invariabilmente

(1) Vedi la sua opera interessante: *Souvenirs entomologiques*, 1879, p. 168-177.

introdotti nella buca per le antenne. Quando si tagliavano queste rasenti al capo lo sphex li ghermiva pei palpi; ma quando anche questi erano tagliati, l'insetto abbandonava il tentativo di introdurre la preda nella sua buca. Lo sphex non aveva l'intelligenza necessaria per afferrare una delle sei zampe o l'ovopositore del grillo, che, come osseva il Fabre, avrebbero servito allo stesso scopo. Così pure se la preda paralizzata con un uovo ad essa attaccato vien tolta fuori della cella, lo sphex dopo di essere entrato e di averla trovata vuota, la richiude nel modo consueto colla stessa cura. Delle api che tentano di fuggire da una finestra per metà aperta rimangono per ore a ronzare contro ai vetri senza trovar modo di uscire. Anche un luccio continuò per tre mesi a battere e ammaccarsi contro le pareti di un acquario, tentando invano di abboccare dei piccoli pesciolini posti (1) in un altro scompartimento. Il Layard (2) vide un serpente cobra operare molto più saggiamente del luccio e dello sphex; esso aveva ingoiato un rospo che giaceva entro a una buca, e non poteva tirar via il capo; egli rigettò il rospo, il quale cominciò a trascinarsi via; il serpente lo riprese e lo rigettò di nuovo; ora però esso aveva imparato colla esperienza, perchè ghermì il rospo per una delle zampe e lo tirò fuori dalla buca. Gli istinti degli animali anche più elevati sono spesso seguiti in modo senza senso o senza scopo: un uccello tessitore continuerà ad intrecciare dei fili e delle pagliuzze attraverso alle sbarre della sua gabbia come se volesse fabbricarsi un nido; uno scoiattolo batterà delle noci sopra un pavimento di legno, come se le avesse sepolte allora nel terreno; un castore taglierà dei pezzi di legno e li porterà in giro, sebbene non vi sia acqua da fare una diga; e così in molti altri casi.

Il Romanes, il quale studiò specialmente la intelligenza degli animali, crede che si possa asserire con sicurezza che un animale ha intelligenza solo quando si vede un individuo trar profitto dalla propria esperienza. Con questa teoria il cobra dimostrava una certa intelligenza; ma questa sarebbe stata molto più evidente se in una seconda occasione esso avesse tirato fuori dal buco il rospo per una gamba. Per questo rispetto lo sphex era inferiore. Ora i lombrici tentano d'introdurre degli oggetti nelle loro buche prima in un modo, poi nell'altro, finchè finiscono per riuscire, essi traggono profitto, almeno, in ogni caso speciale, dalla esperienza.

Ma sono stati citati degli esempi che dimostrano che i lombrici non tentano insuetamente d'introdurre oggetti nelle loro buche in molti modi diversi. Così le foglie mezzo infracidite potevano per la loro flessibilità venire introdotte nelle buche per la parte mediana o per la base, e così se ne trovava in tale posizione un numero grandissimo nelle buche; tuttavia, la grande maggioranza veniva introdotta per l'apice o per un punto vicino all'apice. I picciuoli della clematite potevano essere introdotti tanto facilmente per la base quanto per l'apice; tut-

(1) MÖBIUS, *Die Bewegungen der Thiere*, ecc., 1873, p. 111.

(2) *Annals and Mag. of N. History*, serie II, vol. IX, 1852 p. 333.

tavia il triplo e anche il quadruplo erano introdotti per l'apice e non per la base. Si sarebbe potuto credere che il picciuolo delle foglie fosse per parere ai lombrici un manico molto comodo; tuttavia non ne fanno grande uso, tranne che quando la base della foglia è più stretta dell'apice. Un gran numero di picciuoli di frasinino furono introdotti per la base; ma questa parte serve ai lombrici di cibo. Nel caso delle foglie di pino i lombrici mostrano chiaramente almeno che non s'impadroniscono della foglia a caso; ma la loro scelta non sembra determinata dalla divergenza dei due aghi, e dal vantaggio conseguente o dalla necessità di introdurli nelle loro buche per la base. Rispetto ai triangoli di carta, quelli che furono introdotti per l'apice di rado avevano la base increspata o sucida; e ciò dimostra che i lombrici non avevano tentato sovente di introdurli nelle buche per quella parte.

Se i lombrici possono giudicare, sia prima di tirar un oggetto o dopo di averlo tirato fin presso alla bocca delle loro buche, come introdurlo meglio entro a queste, essi debbono acquistare una certa nozione della sua forma generale. Probabilmente essi l'acquistano toccandolo in molti punti colle estremità anteriori dei loro corpi, che servono di organo di tatto. Si può anche ricordare quanto perfetto divenga il senso del tatto in un uomo nato cieco e sordo, come sono i lombrici. Se questi animali hanno la facoltà di acquistare qualche nozione, per quanto grossolana, della forma di un oggetto e delle loro buche, come sembra vada la cosa, essi meritano di essere considerati come intelligenti; perchè allora operano quasi nello stesso modo in cui opererebbe un uomo messo nelle stesse circostanze.

Per riassumere, siccome il caso non determina il modo in cui gli oggetti sono introdotti nelle buche, e siccome non si può ammettere la esistenza di istinti specializzati per ogni caso particolare, la prima e più naturale supposizione sarebbe quella che i lombrici tentino tutti i mezzi finchè riescono con uno; ma molte apparenze si oppongono a questa supposizione. Rimane una sola soluzione, ed è che i lombrici, sebbene siano collocati molto in basso nella scala degli esseri organizzati, posseggono un certo grado d'intelligenza. Questo parrà a tutti molto improbabile; ma è molto dubbio che noi possediamo nozioni sufficienti intorno al sistema nerveo degli animali inferiori per giustificare la nostra naturale ripulsione a questa credenza. Rispetto alla piccola mole del ganglio cerebrale, ricorderemo che una quantità di nozioni ereditarie, con una certa facoltà di adattare i mezzi a un fine, si trovano radunate nel minutissimo cervello di una formica operaia.

Mezzi coi quali i lombrici si scavano le buche. — Questo si compie in due maniere; spingendo via la terra da tutte le parti, e inghiottendola. Nel primo caso il lombrico introduce l'estremità anteriore acuminata e sporgente del corpo in ogni piccolo crepaccio, o buca; e allora, come osserva il Perrier (1), esso spinge

(1) *Archives de Zoolog. expér.*, tom. III, p. 405.

avanti la faringe in questa parte, che per ciò si gonfia e spinge la terra da tutte le parti. Così la estremità anteriore serve di conio. Serve anche, come abbiamo veduto sopra, per la presa e pel succiamento, e come organo del tatto. Venne messo un lombrico sopra del terreno molle, ed esso vi si seppellì in due o tre minuti. Un'altra volta quattro lombrici scomparvero in quindici minuti tra le pareti del vaso e la terra, che era stata moderatamente premuta. Una terza volta tre lombrici grossi e uno piccolo furono messi entro a del terreno molle ben mescolato con sabbia fina e fortemente compressa, e tutti scomparvero, eccettuata la coda di uno, in trentacinque minuti. Una quarta volta sei grossi lombrici vennero messi nel fango argilloso mescolato con sabbia fortemente compressa, ed essi scomparvero in quaranta minuti, tranne la punta dell'estremità inferiore di due di essi. Per quanto si potè vedere, in nessuno di questi casi i lombrici inghiottirono la terra. Generalmente si affondarono nel terreno strisciando lungo le pareti del vaso.

Venne riempito un vaso di sabbia ferruginosa finissima, che fu premuta, adacquata, e così resa sommamente compatta. Un grosso lombrico messo sulla superficie di quel terreno non riuscì ad affondarvisi dentro per varie ore, e non vi si seppellì se non dopo venticinque ore e quaranta minuti. Esso riuscì nell'intento trangugiando la sabbia, come si vedeva dalla grande quantità rigettata dall'apertura, molto prima che il corpo intero fosse scomparso. Questa sorta di rigetti continuarono ad essere emessi dall'apertura durante tutto il giorno seguente.

Siccome certi autori hanno mostrato qualche dubbio sul fatto che i lombrici inghiottiscano la terra soltanto per scavarsi le proprie buche, così citerò alcuni altri casi. Venne lasciato un mucchio di fina sabbia rossa dello spessore di 23 pollici sul terreno per quasi due anni, e questa venne penetrata in molti punti dai lombrici; i loro rigetti si componevano in parte di sabbia rossiccia e in parte di terra nera attinta di sotto alla sabbia. Quella sabbia era stata scavata ad una notevole profondità, ed era di natura così povera che nessun'erba poteva crescerci sopra. È quindi molto improbabile che fosse stata ingoiata dai lombrici per servire di cibo. Parimente in un campo vicino alla mia casa i rigetti si componevano frequentemente di creta quasi pura, che si trova a poca profondità sotto alla superficie; e qui pure è molto improbabile che la creta sia stata inghiottita per quella poca sostanza organica che poteva esservi scolata dentro dal magro pascolo soprastante. Finalmente, un rigetto dei lombrici che avevano attraversato il cemento concreto sbriciolato che univa i mattoni con cui era selciata la navata ora rovinata dell'Abbadia di Beaulieu, venne lavato, per modo che ne rimaneva solo la materia più grossolana. Questa era composta di granelli di quarzo, di ardesia micacea, di altre rocce, di mattoni o di tegole, molti dei quali avevano un diametro di uno a due millimetri e mezzo. Nessuno potrà supporre che questi granelli venissero ingoiati per cibo, tuttavia formavano la metà del rigetto, perchè pesa-

vano 19 grani, mentre il rigetto intero pesava 33 grani. Ogniqualvolta un lombrico si affonda alla profondità di qualche piede nel terreno compatto, non smosso, deve aprirsi la via ingoiando della terra; perchè è incredibile che il terreno possa cedere da tutte le parti alla pressione della faringe spinta fuori del corpo del lombrico.

Che i lombrici inghiottano una grande quantità di terra per estrarne la poca materia nutriente che contiene e non per scavarsi le proprie buche, pare a me cosa certa. Ma siccome questa antica credenza è stata messa in dubbio da una persona tanto autorevole quanto è il Claparède, bisogna dare con qualche particolare delle prove in favore di essa. Non vi ha *a priori* nessuna improbabilità a questa credenza, perchè oltre ad altri anellidi, specialmente l'*Arenicola marina*, che spinge in su una cosiffatta profusione di rigetti sulle nostre sabbie marine, e che si crede viva di ciò che trova in essi, vi sono degli animali che appartengono alle classi più diverse, che non fanno buche, ma che consuetamente inghiottiscono grandi quantità di sabbia; cioè il mollusco *Onchidium* e molti echinodermi (1).

Se i lombrici inghiottiscono la terra soltanto per rendere più profonde le loro buche o per farne delle nuove, si vedrebbero i loro rigetti solo qualche volta; ma in molti punti si veggono nuovi rigetti ogni mattino, e la quantità di terra rigettata dalla stessa buca nei giorni seguenti è molto grande. Tuttavia i lombrici non fanno buche molto profonde se non quando il tempo è molto asciutto o intensamente freddo. Sul mio prato il terreno scuro vegetale ha uno spessore di circa 12 centimetri e copre un suolo argilloso di color chiaro o rossastro: ora quando i rigetti sono numerosi, solo pochissimi hanno colore chiaro, e non si può supporre che i lombrici facciano ogni giorno nuove buche in ogni direzione nello strato superficiale dell'*humus* dal colore scuro, a meno che non attingano un nutrimento di qualche sorta da esso. Osservai pure un caso strettamente analogo a questo in un campo vicino a casa mia, ove l'argilla rossa stava sotto alla superficie. Parimente in una parte delle ondulazioni o poggetti presso a Winchester il terreno vegetale che copre la creta si trovò avere soltanto da 7 $\frac{1}{2}$, a 10 centimetri di spessore; e i molti rigetti colà lasciati erano neri come l'inchiostro e non producevano effervescenza cogli acidi; cosicchè i lombrici debbono limitarsi a quello strato sottile di terra della superficie, di cui grandi quantità venivano giornalmente inghiottite. In un altro punto e in una distanza non grande i rigetti erano bianchi; e non posso spiegarmi perchè i lombrici siansi sepolti nel terreno cretaceo in certi punti piuttosto che in altri.

Furono lasciati due grossi mucchi di foglie a marcire nel mio giardino, e alcuni mesi dopo che erano state tolte le foglie, la superficie nuda, di un dia-

(1) Io affermo questo sull'autorità di Semper, *Reisen im Archipel der Philippinen*, th. II, 1877, p. 30.

metro di parecchi metri, rimase tanto fittamente coperta per alcuni mesi dei rigetti, che essi formavano quasi uno strato continuo; e la grande quantità di lombrici che erano vissuti colà deve essersi cibata durante tutto quel tempo della sostanza nutritiva contenuta nella terra nera.

Lo strato inferiore di un altro mucchio di foglie morte misto a un po' di terra venne esaminato con un forte ingrandimento, e il numero di spore di varia forma e mole che esso conteneva era meravigliosamente grande; e queste disfatte nel ventriglio dei lombrici erano largamente sufficienti a sostenerli. Ogniquale volta vi è alla superficie un gran numero di questi rigetti, poche o punte foglie son tirate dentro alle buche; per esempio, fu esaminata quotidianamente per lo spazio di parecchie settimane l'erbeta lungo un filare d'alberi della lunghezza di circa 200 metri, ed ogni mattino si trovavano nuovi rigetti; ma non una foglia sola era introdotta in quelle buche. Quei rigetti pel loro colore nero e per la natura del sottosuolo non potevano essere stati portati su da una profondità superiore a 15 o 20 centimetri. Di che cosa vissero per un tempo così lungo i lombrici se non di terra nera? D'altra parte, ogniquale volta viene introdotto nelle buche un gran numero di foglie, i lombrici sembrano nutrirsi principalmente di queste, perchè allora i rigetti di terra sono pochi alla superficie. Questa differenza nel modo di comportarsi dei lombrici nei differenti tempi spiega forse una asserzione del Claparède, cioè, che le foglie triturate e la terra si trovano sempre in parti distinte dei loro intestini.

Talora i lombrici sono numerosi in luoghi ove non possono trovare che poche o punte foglie morte o vive; per esempio, sotto il selciato di cortili bene spazzati, nei quali solo per caso vengono a cadere delle foglie portate dal vento. Mio figlio Orazio esaminò una casa, di cui un angolo era caduto; e trovò colà nella cantina, che era sommamente umida, molti rigetti di lombrici fra i sassi di cui era selciata la cantina; e in questo caso non è probabile che i lombrici possano avere avuto delle foglie.

Ma la prova migliore da me conosciuta, di lombrici che vivano almeno durante un tratto di tempo notevole esclusivamente della sostanza organica contenuta nella terra, mi venne data da alcuni fatti che mi furono comunicati dal dottore King. Presso a Nizza i grossi rigetti sono in numero straordinariamente grande, cosicchè se ne trovano da 5 a 6 in uno spazio di un piede quadrato. Si compongono di una terra fina, di color pallido, contenente materia calcarea, la quale dopo d'essere passata pei corpi dei lombrici e disseccata aderisce con grande forza. Ho ragione di credere che questi rigetti siano formati dalle specie del *Perichæta*, che si sono colà naturalizzate dall'Oriente (1). Sorgono a mo' di torricelle (vedi

(1) Il dott. King mi diede alcuni lombrici raccolti presso a Nizza, i quali egli crede abbiano costruito questi rigetti. Furono mandati al Perrier, il quale con somma gentilezza li esaminò e li

Fig. 2), colla cima sovente più larga della base, e talora ad una altezza superiore a 7 $\frac{1}{4}$, e frequentemente a 6 centimetri. Il più alto di questi cumuli di rigetti misurava 8 centimetri e aveva un diametro di 2 $\frac{1}{4}$ centimetri. Un piccolo passaggio cilindrico corre pel centro di ogni torricella, pel quale il lombrico sale per rigettare la terra che ha inghiottito, e accrescere così l'altezza. Una struttura di tal fatta non permette di introdurre facilmente delle foglie nelle buche dal terreno circostante; e il dottore King, il quale li esaminò accuratamente, non vide mai neppure un pezzetto di foglia introdotto in tal modo. Né si poteva scoprire traccia alcuna che i lombrici avessero strisciato sulle superfici esterne delle torri in cerca di foglie; e se avessero fatto questo è quasi certo che vi sarebbero rimaste le tracce del loro passaggio nella parte superiore ancora molle. Tuttavia, non segue da ciò che questi lombrici non introducano foglie nelle loro buche durante una qualche stagione dell'anno, nel qual tempo non costruiscono le loro torri.

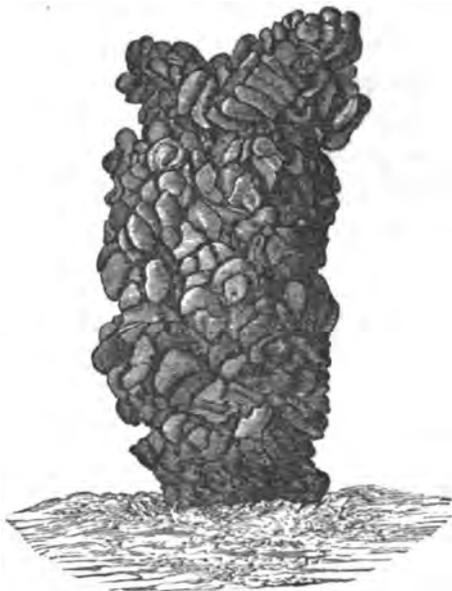


Fig. 2.
Rigetto torriforme presso vicino a Nizza, costruito di terra, emesso probabilmente da una specie di *Perichæta*; grandezza naturale, copiato da una fotografia

Dai fatti sopra menzionati non si può guari mettere in dubbio che i lombrici inghiottano la terra, non solo per lo scopo di farsi delle tane, ma anche per servir loro di cibo. Tuttavia Hensen conchiude dalle sue analisi sull'humus che i lombrici non potrebbero vivere della terra vegetale comune, sebbene egli ammetta che possano nutrirsi fino a un certo punto della terra di foglie (1). Ma abbiamo veduto che i lombrici mangiano avidamente la carne cruda, il grasso e i lombrici morti; e la terra ordinaria non può a meno di contenere molte uova, larve e piccoli esseri vivi e morti, spore di piante crittogame, e micrococchi, come quelli che originano il salnitro. Questi vari organismi, insieme a un po' di cellulosa dalle foglie e dalle radici non interamente marcite, possono spiegare la

determinò per me: erano il *Perichæta affinis*, indigeno della Cocincina e delle Filippine; il *P. Luzonica*, nativo di Luzon nelle Filippine; e il *P. Houletti*, che vive vicino a Calcutta. Il Perrier mi dice che le specie del *Perichæta* sono state naturalizzate nei giardini presso a Montpellier ed in Algeri. Prima che lo avessi ragione per sospettare che i rigetti torriformi di Nizza fossero stati formati dai lombrici non endemici nel paese, io mi meravigliavo di trovare quanto essi somigliassero ai rigetti mandati a me da Calcutta, ove si sa che abbondano le specie del *Perichæta*.

(1) *Zeitschrift für Wissenschaft. Zoolog.*, B. XXVIII, 1877, p. 364.

grande copia di terra inghiottita dai lombrici. È degno di essere qui riferito il fatto che certe specie di Utricularia, le quali crescono in certe parti umide dei tropici, sono fornite di ventose meravigliosamente costrutte per ghermire dei minutissimi animali sotterranei; e questi mezzi di presa non si sarebbero sviluppati tanto bene se un terreno così fatto non fosse stato popolato da molti animalucci di questa sorta.

Profondità a cui penetrano i lombrici. — Quantunque i lombrici sogliano vivere presso alla superficie, tuttavia essi scavano a una notevole profondità durante una lunga siccità o un forte freddo. Nella Scandinavia, secondo Eisen, e in Iscozia, secondo Lindsay Carnagie, le buche scendono alla profondità di 2^m,10, a 2^m,40, ma Hensen dice da 90 centimetri a 2^m,10. Quest'ultimo osservatore vide dei lombrici gelare a una profondità di 45 centimetri sotto alla superficie. Non ebbi campo di fare molte osservazioni di tal fatta da me stesso, ma incontrai spesso dei lombrici alla profondità di 90 centimetri o di 1^m,20. In un letto di sabbia sottile sovrastante al terreno crataceo, che non era mai stato smosso, un lombrico venne fatto in due pezzi alla profondità di 1^m,38, e un altro fu trovato in dicembre in fondo alla sua buca, alla profondità di 1^m,52 sotto alla superficie. Finalmente, nella terra presso a una antica Villa Romana, che era rimasta per molti secoli intatta, fu trovato un lombrico alla profondità di 1^m,65, e questo seguì verso la metà di agosto.

Le buche scendono perpendicolari, o più comunemente sono un po' oblique. Talora si dice che si diramino; ma per quanto io m'abbia veduto, questo non ha luogo, tranne nel terreno lavorato di fresco e presso alla superficie. Sono generalmente, e secondo me invariabilmente, tappezzate da uno strato sottile di terra fina, scura, rigettata dai lombrici; cosicchè debbono dapprima avere un diametro un po' più grande di quello che non sia il diametro terminale. Vidi parecchie buche nella sabbia non toccata così tappezzate a una profondità di 1^m,35; e altre presso alla superficie tappezzate pure nel suolo recentemente lavorato. Le pareti delle buche fatte di fresco sono sovente cosperse di pallottoline rotonde di terra rigettata, ancora molle e viscida; e queste, da quanto pare, sono sparse da tutte le parti dal lombrico mentre va su e giù per la sua buca. La tappezzeria così formata diviene molto compatta e liscia quando è quasi asciutta, e si adatta convenientemente al corpo del lombrico. I minutissimi peli ripiegati che sporgono in file sui due lati del corpo hanno così un eccellente punto di appoggio; e la buca diviene in tal modo adatta pel rapido muoversi dell'animale. Sembra anche che questa sorta di cemento rinforzi le pareti, e forse salva il corpo del lombrico dall'essere graffiato dalle asperità di esse. Credo questo perchè parecchie che attraversavano uno strato di cenere di carbone stacciata, sparsa sopra l'erbetta ad uno spessore di 37 millimetri, erano state incrostate così con uno spessore insolito. In questo caso i lombrici, giudicando dai rigetti, avevano spinto le ceneri da

parte senza inghiottirle. In un altro luogo delle buche, nello stesso modo tappezzate, attraversavano uno strato di cenere grossolana, dello spessore di 8^{cent.},7. Così vediamo che le buche dei lombrici non sono semplici scavi, ma si possono piuttosto paragonare a gallerie rivestite con cemento.

L'apertura della buca è pure spesso tappezzata di foglie; e questo è un istinto diverso da quello di turarle, e non sembra sia stato finora notato. Molte foglie dell'Abete di Scozia o Pino (*Pinus sylvestris*) furono date ai lombrici tenuti in prigione in due vasi; e quando dopo varie settimane la terra venne rotta con cura, le parti superiori di tre buche oblique si trovarono inondate per una lunghezza di 17^{cent.},5, 10^{cent.} e 8^{cent.},7 di foglie di pino, insieme ai frammenti di altre foglie che erano state date ai lombrici per cibo. Dei pezzettini di vetro e di mattoni, sparsi sulla superficie del suolo, erano collocati fra gl'interstizi delle foglie di pino, e questi interstizi erano pure spalmati coi rigetti viscosi dei lombrici. Quelle strutture così formate aderivano tanto bene che riuscii a staccarne una con pochissima terra attaccata. Consisteva in una scatoletta cilindrica lievemente incurvata, l'interno della quale si poteva vedere attraverso a dei buchi nei lati e alle due estremità. Le foglie di pino erano state introdotte tutte per la base, e le punte aguzze degli aghi erano state spinte nell'intonaco di terra rigettata. Se ciò non fosse stato fatto bene, le punte acute delle foglie aghiformi avrebbero impedito il regresso del lombrico nella buca; e queste strutture sarebbero parse delle trappole armate di punte di filo di ferro, tali da render facile ad un animale l'ingresso, difficile o impossibile l'egresso. L'abilità dimostrata da questi lombrici è degna di nota ed è tanto più notevole in quanto che il *Pinus sylvestris* non è indigeno di questo paese.

Dopo di aver esaminato queste buche fatte dai lombrici in prigione, osservai quelle che erano in una aiuola vicino ad alcuni pini. Queste erano state tutte turate nel modo consueto con foglie di questo albero, introdotte per un tratto lungo da due centimetri e mezzo a 3 centimetri; ma l'apertura di molte di esse erano pure tappezzate con quelle foglie, miste con frammenti di altre sorta di foglie ad una profondità di 10 o 12 centimetri. I lombrici stanno sovente, come abbiamo già detto, per molto tempo vicino alla bocca delle loro tane, da quanto pare per scaldarsi; e le strutture a mo' di cesta formate dalle foglie debbono riparare i loro corpi dal contatto della terra fredda e umida. La superficie netta e quasi lucida delle superfici delle foglie di pino induce a credere che i lombrici vi rimangano consuetamente sopra.

In generale, o molto spesso, le buche le quali si sprofondano molto nel terreno terminano allargandosi un tantino e formando una cameretta. Qui, secondo Hoffmeister, uno o parecchi lombrici svernano avvoltolati a palla. Il sig. Lindsay Carnage mi disse (1838) di avere esaminato molte buche di lombrici in una cava di pietre in Scozia, ove l'argilla e la terra vegetale era stata esportata di

fresco, e rimaneva così una piccola montagnola verticale. In molti casi la stessa buca si allargava un poco in due o tre punti uno sotto all'altro; e tutte le buche terminavano in una camera piuttosto larga, ad una profondità di 17^{cent.},5 o di 20 centimetri dalla superficie. Queste camere contenevano molti pezzettini aguzzi di pietra e gusci di semi di lino. Dovevano anche contenere semi interi, perchè nella primavera seguente il Carnagie vide delle piante verdi spuntar fuori da alcuna delle camere intersecate. Io trovai ad Abinger nel Surrey due buche che terminavano con simili camerette a una profondità di 90 centimetri a 1 metro, erano intonacate o selciate di ciottolini, grossi circa come un seme di senapa; e in una di quelle camerette era un seme guasto di avena, colla sua buccia. Hensen parimente afferma che il fondo delle buche è ricoperto di pietruzze; e ove i lombrici non possono procurarsi di queste, cercano dei semi, da quanto pare, di pere, essendone stati portati in una sola buca quindici, di cui uno era germogliato (1). Vediamo così quanto un botanico possa esser tratto in errore volendo sapere quanto tempo i semi profondamente sepolti possano rimanere vivi, se egli raccogliesse della terra da una grande profondità, supponendo che potesse contenere solo dei semi rimasti lungamente sepolti. È probabile che tanto le pietruzze quanto i semi siano portati giù dalla superficie colla terra inghiottita; perchè trovai un numero straordinario di perline di vetro, di frammenti di mattoni e di vetro che erano stati certamente portati giù dai lombrici tenuti entro a dei vasi; ma alcuni possono essere stati portati colla bocca. L'unica supposizione che posso fare sulla ragione per cui i lombrici ricoprono i loro quartieri d'inverno di pietruzze e di semi è che lo facciano per impedire che il loro corpo attorcigliato venga in intimo contatto col terreno freddo circostante; e questo contatto intralocerebbe forse la loro respirazione che si fa per la pelle soltanto.

Un lombrico, dopo di avere inghiottito della terra, sia per farsi una tana sia per nutrirsi, viene in breve alla superficie per svuotare il suo corpo. La terra rigettata è interamente mescolata colle secrezioni intestinali e così diviene viscida. Seccandosi s'indurisce. Osservai dei lombrici durante l'atto della eiezione, e quando la terra era in istato molto liquido veniva emessa a spruzzi, e quando era più solida con un moto peristaltico lento. Non viene rigettata indifferentemente da tutte le parti, ma con una certa cura, prima da una parte poi dall'altra; adoperandosi la coda quasi a mo' di cazzuola. Appena è formato un mucchietto, il lombrico sembra scansare, per maggior sicurezza, di tirar fuori la coda; e la sostanza terrosa viene spinta in su per la massa molle precedentemente deposta. L'apertura della stessa buca viene per questo scopo adoperata durante un tempo un po' lungo. Nel caso dei rigetti torriformi (vedi Fig. 2) presso a Nizza, e delle torri simili sebbene più alte del Bengal (che descriveremo e di cui daremo la

(1) *Zeitschrift für Wissenschaft. Zoolog.*, B. xxviii, 1877, p. 356.

figura in seguito), essi dimostrano un grado notevole di maestria nel costruirli. Il dottore King osservò pure che il passaggio che risale in mezzo a queste torri raramente corre nella stessa linea precisa della buca sottostante, cosicchè un sottile oggetto cilindrico come il calamo di un'erba non potrebbe dalla torre scendere nella buca; e questo mutamento di direzione serve probabilmente in qualche modo di protezione. Quando un lombrico viene alla superficie per rigettare la terra, la coda sporge fuori, ma quando raccoglie foglie deve sporgere il capo. Perciò i lombrici debbono avere la facoltà di rigirarsi entro ai loro stretti canali; e questo appare a noi molto difficile da compiere.

I lombrici non emettono sempre i loro rigetti sulla superficie del terreno. Quando possono trovare una cavità, come quando si affondano nel terreno smosso di fresco, o tra gli steli delle piante in fila, essi depongono i loro rigetti in questi luoghi. Così pure ogni cavità sotto a una grossa pietra che sta sulla superficie del terreno è in breve riempita di questi rigetti. Secondo Hensen le buche antiche servono di consueto a questo scopo; ma per quanto mi serva la mia esperienza, questo non è il caso, eccettuato per quelle che si trovano presso alla superficie nel terreno lavorato di fresco. Io credo che Hensen possa essere stato tratto in errore dalle pareti delle buche antiche, intonacate di terra nera, che sono cadute o crollate; perchè rimangono così delle strisce nere, e queste sono evidenti quando attraversano un suolo dal colore chiaro, e possono essere scambiate per buche interamente riempite.

È certo che le buche antiche coll'andar del tempo crollano; perchè, come vedremo nel capitolo seguente, la terra fina rigettata dai lombrici, se fosse sparsa in modo uniforme, formerebbe in molti punti nel corso di un anno uno strato dello spessore di 5 millimetri; cosicchè in nessun modo questa grande quantità non si deposita entro alle buche vecchie e fuori d'uso. Se le buche non crollassero, tutto il terreno sarebbe dapprima fittamente cosperso di buchi della profondità di 25 centimetri, e in cinquant'anni rimarrebbe uno spazio cavo non sostenuto della profondità di 25 centimetri. I buchi rimasti per lo infracidirsi delle radici degli alberi successivamente formate debbono parimente crollare coll'andar del tempo.

Le buche dei lombrici sono verticali o un tantino oblique, e ove il terreno è tutto argilloso non è difficile credere che le pareti scivoleranno allo innanzi durante un tempo molto umido. Quando, però, il terreno è sabbioso o misto a pietruzze, esso non può guarir essere abbastanza viscoso per rinchiudersi anche nelle piogge più forti; ma qui può venire in giuoco un altro agente. Dopo molta pioggia il terreno si gonfia, e siccome non può espandersi lateralmente, la superficie si solleva; durante il tempo asciutto torna ad abbassarsi. Per esempio, una larga pietra posta sulla superficie di un campo scese di 3,33 mm. quando il tempo era asciutto tra il 9 di Maggio e il 13 di Giugno, e si sollevò di 1,91 mm.

tra il 7 e il 19 di Settembre, essendo caduta molta pioggia durante quest'ultimo periodo di tempo. Durante i geli e i disgeli i movimenti erano più grandi del doppio. Queste osservazioni vennero fatte da mio figlio Orazio, che pubblicherà in seguito una relazione dei movimenti di quella pietra durante le successive stagioni umide ed asciutte, e degli effetti del suo essere minata dai lombrici. Ora quando il terreno si gonfia, se esso è penetrato dai buchi cilindrici, come le buche dei lombrici, le pareti di queste tenderanno a cedere e ad essere spinte avanti; e il cedimento sarà maggiore nelle parti più profonde (supponendo che il complesso sia ugualmente umido) pel peso maggiore del terreno che gli sta sopra che è stato sollevato, che non nelle parti presso alla superficie. Quando il terreno si asciuga le pareti si restringeranno un poco e le buche si allargheranno un tantino. Tuttavia, il loro allargarsi, per la contrazione laterale del terreno, non sarà agevolato, ma alquanto contrastato, dal peso del terreno sovrastante.

Distribuzione dei Lombrici. — I lombrici si trovano in tutte le parti del mondo, e alcuni dei generi hanno un'area di abitazione enorme (1). Essi abitano le isole più solitarie; sono copiosi in Islanda, e si sa che esistono nelle Indie occidentali, a Sant'Elena, a Madagascar, alla Nuova Caledonia e a Taiti. Nelle regioni Antartiche i lombrici della Terra Kerguelen furono descritti da Ray Lankester; e io ne trovai nelle Isole Falkland. Finora non si sa come siano giunti in quelle isole solitarie. Muoiono facilmente quando toccano l'acqua salsa, e non sembra probabile che dei lombrici giovani o le capsule delle loro uova possano essere state portate colla terra che aderisce ai piedi o al becco degli uccelli terragnoli. Inoltre la Terra di Kerguelen non è ora abitata da nessun uccello terragnolo.

In questo volume dobbiamo occuparci principalmente colla terra rigettata dai lombrici, e io ho spigolato pochi fatti su questo argomento rispetto ai paesi lontani. I lombrici emettono grande copia di rigetti negli Stati Uniti. A Venezuela i rigetti, emessi probabilmente da specie dello *Urochæta*, sono comuni nei giardini e nei campi, ma non nelle foreste, come sentii dire dal dott. Ernst di Caracas. Egli raccolse 156 rigetti in un cortile della sua casa, che aveva un'area di 200 metri quadrati. Variavano nella mole da un centimetro cubo a cinque centimetri cubi, e misuravano tre centimetri cubi. Erano quindi di piccola mole in confronto di quelli che si trovano sovente in Inghilterra; perchè sei grossi rigetti presi in un campo vicino alla mia casa misuravano 16 centimetri cubi. Parecchie specie di lombrici sono comuni in Santa Caterina nel Brasile meridionale, e Fritz Müller mi informò « che in molte parti delle foreste e dei pascoli, tutto il terreno, alla profondità di un quarto di metro, appare come se fosse passato ripetutamente per gli intestini dei lombrici, anche nei punti ove non si scorgono rigetti alla superficie ». Si trova qui ma molto rara una specie gigantesca, di cui le buche

(1) PERRIER, *Archives de Zool. expér.*, tom. III, p. 378, 1874.

hanno talora anche due centimetri di diametro, e che da quanto pare scendono a grande profondità nel terreno.

Nel clima asciutto della Nuova Galles del Sud non avrei creduto che i lombrici fossero comuni; ma il dott. G. Krefft di Sydney, al quale mi rivolsi, dopo di aver fatto molte ricerche presso agli ortolani ed altri, e dopo le sue proprie osservazioni, mi fece sapere che i rigetti sono abbondanti. Me ne mandò alcuni presi dopo una pioggia dirotta, e si componevano di pallottoline, del diametro di quasi 4 mm.; e la terra scura sabbiosa di cui erano formate aderiva ancora molto tenacemente.

Il defunto Giovanni Scott del Giardino botanico vicino a Calcutta fece molte osservazioni per me sui lombrici che vivono nel clima caldo e umido del Bengal. I rigetti abbondano quasi in ogni luogo, nelle giungle e nell'aperta campagna, in maggior grado, credo, che non in Inghilterra. Dopo che l'acqua si è prosciugata dai campi di riso allagati, tutta la superficie diviene piena di rigetti — fatto che sorprese molto lo Scott, mentre non sapeva come i lombrici possano vivere sotto acqua. Recano molto danno nel Giardino botanico, « perchè alcuni dei nostri praticelli non si possono tenere in ordine se non si ripassano ogni giorno con un rullo; se non si toccano per pochi giorni si coprono di grossi rigetti ». Questi somigliano molto a quelli descritti come abbondanti presso



Fig. 8.

Rigetto in forma di torre, emesso probabilmente da una specie di *Perichæta* dal Giardino botanico di Calcutta grandezza naturale, inciso da una fotografia.

a Nizza; e probabilmente sono l'opera di una specie di *Perichæta*. Si rizzano come torri, con un passaggio aperto nel centro.

Diamo qui (fig. 3) una figura, tratta da una fotografia che rappresenta uno di questi rigetti. Il più grande che ricevetti misurava in altezza cent. 8,75 e in diametro cent. 3,37; un altro aveva un diametro di 18 millimetri e un'altezza di cent. 6,8. Nell'anno seguente lo Scott ne misurò parecchi dei più grandi; uno aveva un'altezza di 15 centimetri e quasi 37 millimetri in diametro: due altri

erano alti centimetri 12,50 e del diametro rispettivamente di centimetri 5,5 e 6,2. Il peso medio dei 22 rigetti da me ricevuti era di 35 grammi; e uno di essi pesava 44,8 grammi. Tutti questi rigetti erano stati emessi in una notte o due. Ove il terreno è asciutto al Bengal, come sotto i grossi alberi, si trovano in gran numero dei rigetti di forma differente: questi si compongono di piccoli corpi ovali o conici, della lunghezza di un millimetro scarso o di due millimetri. Evidentemente sono rigettati da lombrici di una specie distinta.

Il periodo durante il quale i lombrici vicino a Calcutta mostrano una tale straordinaria attività dura poco più di due mesi soltanto, cioè, durante la stagione fredda dopo le piogge. In quel tempo si trovano generalmente a 25 centimetri



Fig. 4.

Un rigetto dai monti Nilgiri nell'India meridionale: di grandezza naturale, preso da una fotografia.

sotto alla superficie. Durante la stagione calda si affondano molto di più, e allora si trovano arrotolati e da quanto pare svernanti. Lo Scott non li vide mai a una profondità superiore a 5 centimetri e mezzo, ma senti dire che erano stati trovati alla profondità di metri 1,20. Nelle foreste si trovano rigetti freschi anche durante la stagione calda. I lombrici del giardino botanico, durante la stagione fresca e asciutta, trascinano molte foglie e molti ramoscelli nelle aperture delle loro buche, come i lombrici d'Inghilterra; ma raramente operano in questo modo durante la stagione delle piogge.

Lo Scott vide dei rigetti di lombrici sulle alte montagne di Sikkim nell'India settentrionale. Nell'India meridionale il dott. King trovò in un luogo, sull'altipiano del Nigiri, ad una altezza di 2100 metri, « buona copia di rigetti », che sono interessanti per la loro grossa mole. I lombrici che li fanno si vedono solo durante la stagione piovosa, e si dice siano lunghi da 31 a 37 centimetri, e grossi come il dito mignolo della mano. Questi rigetti furono raccolti dal dottore King dopo un periodo di 110 giorni senza pioggia di sorta; e debbono essere stati emessi durante i monsoni di nord-est o più probabilmente i monsoni di sud-est che li precedono; perchè la loro superficie era alquanto disintegrata ed erano stati compenetrati da molte sottilissime radici. Diamo qui il disegno (fig. 4) di uno che sembra aver conservato meglio la sua mole e il suo aspetto primiero. Malgrado qualche perdita per la disintegrazione, cinque dei più grossi di questi rigetti (dopo essere stati ben prosciugati dal calore del sole) pesavano ognuno grammi 89,5; e il più grande pesava grammi 123,14! Le convoluzioni

avevano un diametro superiore a 25 millimetri; ma è probabile che abbiano ceduto un poco mentre erano molli; e allora i loro diametri si sono accresciuti. Alcuni si erano accasciati per modo che ora non erano più che una pila di ciambelle piatte confluenti. Tutti eran fatti di una terra fina di color chiaro, ed erano meravigliosamente duri e compatti, e ciò per la sostanza animale colla quale le particelle terrose erano state cementate. Non si scioglievano neppure dopo d'essere rimasti un certo tempo sott'acqua. Quantunque fossero stati sollevati sulla superficie di un terreno ghiaioso, essi contenevano pochissimi frammenti di roccia, di cui il più grosso aveva un diametro di mm. 2,75.

Il dott. King vide a Ceylan un lombrico lungo circa 60 centimetri e con un diametro di 12 millimetri; gli fu detto che era una specie comunissima durante la stagione umida. Questi lombrici debbono emettere dei rigetti grandi almeno quanto quelli dei Monti Nilgiri; ma il dott. King non ne vide nessuno durante la sua breve visita a Ceylan. Abbiamo citato fatti sufficienti per dimostrare che i lombrici lavorano molto nel tirar su la terra fina alla superficie in moltissime o in tutte le parti del mondo, e sotto ai climi più differenti

CAPITOLO III

QUANTITÀ DI TERRA FINA PORTATA ALLA SUPERFICIE DAI LOMBRICI

Rapporto in cui varî oggetti sparsi sulla superficie dei campi erbosi sono coperti dai rigetti dei lombrici — Il seppellirsi di un sentiero selciato — Lento abbassamento di grosse pietre lasciate sulla superficie — Numero di lombrici che vivono entro a un dato spazio — Peso della terra rigettata da una buca, e da tutte le buche entro a un dato spazio — Spessore dello strato di terra vegetale che formerebbero i rigetti sopra a un dato spazio in un dato tempo quando venissero sparsi uniformemente — Lento rapporto in cui può crescere la terra vegetale ad una grande spessezza — Conclusione.

Veniamo ora al soggetto più immediato di questo volume, cioè alla quantità di terra che è portata su dai lombrici dal di sotto alla superficie, e che poi viene sparsa più o meno interamente dalla pioggia e dal vento. Si può fare il calcolo di questa quantità in due modi: col rapporto in cui gli oggetti che stanno alla superficie vanno sotterrandosi, e più accuratamente pesando la quantità portata su in un dato tempo. Cominceremo col primo metodo, siccome fu il primo che venne seguito.

Presso a Maer Hall nello Straffordshire venne sparso un fitto strato di calce viva verso l'anno 1827, sopra a bel tratto di buon pascolo, che non era stato fino ad allora arato. Si praticarono in questo terreno degli scavi quadrati sul principio di ottobre del 1837, e le sezioni mostrarono uno strato di zolle erbose, formate da un intreccio di radici e di erbe, dello spessore di 12 millimetri, sotto al quale, a una profondità di 5 cent., 12 millim. (o a 7 cent. e mezzo dalla superficie) si vedeva chiaramente uno strato di calce in polvere o in pezzetti che si estendevano tutto intorno alle pareti verticali delle buche.

Il terreno sotto allo strato di calce era o di natura ghiaiosa o arenosa, e differiva notevolmente nell'aspetto dal terreno vegetale e fino di colore oscuro che gli stava sopra. In quello stesso campo era stata sparsa nell'anno 1833 e nell'anno 1834 della cenere di carbone, e quando si scavarono le suddette fosse, vale a dire dopo un tratto di tempo di 3 o 4 anni, le ceneri formavano una linea di macchie nere intorno alle buche, alla profondità di 25 millimetri sotto alla superficie,

parallelo allo strato di calce e sopra ad esso. Sopra a un altro punto di questo campo era stata pure sparsa della cenere, solo sei mesi prima degli scavi, e questa in parte era ancora alla superficie e in parte stava fra le radici delle erbe; e qui vidi il principio del processo di sotterramento, perchè dei rigetti di lombrici erano stati ammassati sopra a parecchi dei frammenti più piccoli. Dopo un intervallo di anni 4 ¹/₂, quel terreno fu nuovamente esaminato e si trovarono allora i due strati di calce e di cenere quasi dappertutto ad una profondità maggiore di prima di quasi 25 millimetri, diciamo 20 millimetri. Quindi del terriccio dello spessore medio di millimetri 5,7 era stato annualmente portato su dai lombrici, ed era stato sparso sulla superficie di quel campo.

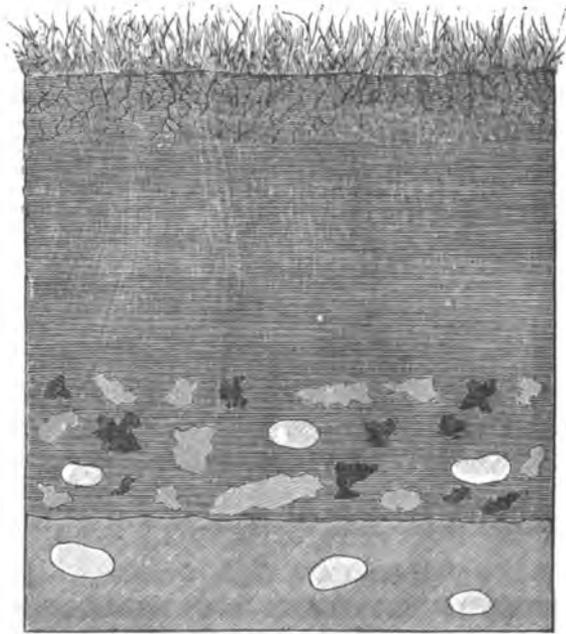


Fig. 5.

Sezione, ridotta alla metà della sua grandezza naturale, della terra vegetale di un campo, prosciugato e bonificato quindici anni prima; A, zolle erbose; B, terra vegetale senza pietre; C, terra vegetale con frammenti di marna bruciata, ceneri e ciottoli di quarzo; D, sotto-suolo di sabbia torbifera nera con ciottoli di quarzo.

Furono sparse sopra a un altro campo delle ceneri ^A di carbone, in un tempo di cui non posso accertare positivamente la data, ma tanto fittamente che formavano, nell'ottobre del 1837, uno strato dello spessore di cent. 2,50 alla profondità di cent. 7,50 dalla superficie. Quello strato era tanto continuo, che il terreno vegetale scuro sovrastante si riuniva col sotto-suolo di argilla rossa solo ^C per le radici delle erbe; e quando queste furono rotte, il terreno vegetale e l'argilla rossa si divisero. In un terzo campo, sul quale si erano sparse delle ceneri di car-

bone e della marna bruciata parecchie volte in tempi ignoti, furono fatti degli scavi nel 1842, e si potevano seguire le tracce dello strato di cenere alla profondità di cent. 7,62, sotto al quale, alla profondità di cent. 22,68 dalla superficie, era una linea di ceneri insieme a marna bruciata. Sui lati di una cavità erano due strati di ceneri, a cent. 5 ed a cent. 7,68 sotto alla superficie, e sotto a questi, alla profondità in certi punti di cent. 22,68 e in altre parti di cent. 25,12, erano frammenti di marna bruciata. In un quarto campo due strati di calce, uno sull'altro, si potevano distintamente rintracciare, e sotto ad essi era uno strato di cenere e di marna bruciata alla profondità di cent. 25 a 27 sotto alla superficie.

Un pezzo di terreno incolto, paludoso, venne chiuso, prosciugato, arato, erpicato e coperto di un fitto strato di cenere e di marna bruciata nell'anno 1822. Venne poi seminato di semi di erbe, e ora produce un pascolo discretamente buono ma grossolano. Si fecero degli scavi in questo terreno nel 1837, ossia 15 anni dopo la sua bonificazione, e vediamo nel diagramma della Fig. 5, ridotto a metà della grandezza naturale, che lo strato di zolle erbose era spesso 12 millim. e sotto a questo era uno strato di terra vegetale dello spessore di cent. 5,12. Questo strato non contiene frammenti di sorta; ma sotto ad esso è uno strato di terra, dello spessore di 37 millimetri, pieno di frammenti di marna bruciata, molto evidenti pel loro colore rosso, uno dei quali presso il fondo era lungo 25 millimetri, e altri frammenti di ceneri uniti con pochi ciottoli di quarzo bianco. Sotto a questo strato, e alla profondità di cent. 10,12 dalla superficie, s'incontrava il suolo originario nero, torboso e sabbioso, con pochi ciottoli di quarzo. Perciò qui i frammenti di marna bruciata e di cenere erano stati ricoperti nel corso di 15 anni da uno strato di terra vegetale finissima, dello spessore di soli cent. 5,12, non comprese le zolle erbose. Sei anni e mezzo dopo venne nuovamente esaminato quel campo, e i frammenti si trovarono a cent. 10 o cent. 12,5 sotto alla superficie. Cosicché in questo intervallo di 6 anni e mezzo circa 27 millimetri di terra vegetale era stata aggiunta allo strato della superficie. Mi sorprende come nello spazio di 21 anni e mezzo non sia stata portata su maggior copia di terra, perchè nel terreno torboso e nero sottostante erano molti lombrici. Tuttavia è probabile che anticamente, quando la terra era incolta, i lombrici fossero scarsi, e il terreno si sarebbe allora accumulato lentamente. La media dell'aumento di spessore per tutto quel periodo è di millimetri 4,75.

Sono degni di essere ricordati due altri casi. Nella primavera del 1835 un campo che per molto tempo era rimasto come un pascolo magro ed era tanto paludoso che sotto il piede tremava leggermente, venne coperto di un fitto strato di sabbia rossa, cosicché tutta la superficie pareva dapprima di un rosso vivace. Quando si fecero gli scavi in quel campo dopo un intervallo di due anni e mezzo, la sabbia formava uno strato dello spessore di 18 millimetri sotto alla superficie. Nel 1842 (vale a dire 7 anni dopo che la sabbia era stata sparsa sopra a quel campo) si fecero nuovi scavi, e ora la sabbia rossa formava uno strato distinto, cent. 5 sotto alla superficie o 37 millimetri sotto all'erbetta, cosicché, in media, millimetri 5,25 di terra vegetale era stata portata alla superficie. Immediatamente sotto allo strato di sabbia rossa si estendeva il sottostrato originario di torba nera e di sabbia.

Un prato, parimente non molto discosto da Maer Hall, era stato anticamente coperto di un fitto strato di marna, e lasciato per molti anni come pascolo; venne poi arato.

Un mio amico fece fare tre fossi in questo campo 28 anni dopo che era

stata sparsa la marna (1), e si rintracciarono frammenti di marna a una profondità, misurata con cura, di cent. 30 in certi punti e di 35 cent. in altri punti. Questa differenza nella profondità dipendeva da ciò che lo strato era orizzontale, mentre la superficie era composta di rialzi e di fossi, essendo stato arato il campo. Il fittavolo mi assicurò che quel terreno non era mai stato smosso a una profondità superiore a 15 o 20 centimetri, e siccome i frammenti formavano uno strato orizzontale non interrotto da 30 a 35 centimetri sotto alla superficie, questi devono essere stati sepolti dai lombrici mentre il terreno era a pascolo prima di essere arato, perchè altrimenti sarebbero stati sparsi alla rinfusa dall'aratro per tutto lo spessore del suolo. Quattro anni e mezzo dopo feci fare tre scavi in quel campo, nel quale erano state piantate ultimamente delle patate, e lo strato di frammenti di marna si trovava ora cent. 32,5 sotto il piano dei fossi, e quindi, probabilmente, a cent. 38,5 sotto al livello generale del campo. Bisogna, tuttavia, osservare che lo spessore del terreno sabbioso nericcio, che era stato portato dai lombrici sopra ai frammenti di marna nel corso di 32 anni e mezzo, avrebbe dovuto misurare meno di cent. 38,5 se il campo fosse rimasto sempre come pascolo, perchè il terreno in questo caso sarebbe stato più compatto. I frammenti della marna posavano quasi sopra a un sottostrato intatto di sabbia bianca e di ciottoli di quarzo; e siccome questo avrebbe avuto poca attrattiva pei lombrici, la terra vegetale sarebbe cresciuta in seguito molto lentamente per l'azione di essi.

Citeremo ora alcuni fatti dell'azione dei lombrici, sopra a terra molto differente dalla sabbia asciutta o dai pascoli paludosi sopra descritti. La formazione cretacea si estende tutto intorno alla mia casa nel Kent; e la sua superficie, essendo stata esposta per un periodo immenso all'azione dissolvente della pioggia, è sommamente irregolare, essendo rotta e compenetrata da molte cavità profonde a mo' di pozzi (2). Durante la dissoluzione della creta, la materia insolubile,

(1) Questo fatto è riferito nel poscritto di una mia Memoria nelle *Transact. Geolog. Soc.* (vol. v, pag. 505), e contiene un grave errore, perchè nella relazione ricevuta scambiai la cifra 30 per 80. L'agricoltore, inoltre, disse prima che egli aveva coperto di marna il campo trenta anni prima, ma ora è cosa certa che questo venne fatto nel 1809, cioè ventotto anni prima del primo esame fatto dall'amico mio. L'errore, per ciò che riguarda la cifra 80, fu corretto da me in un articolo del *Gardener's Chronicle*, 1844, p. 218.

(2) Questi pozzi sono sempre in via di formazione. Durante gli ultimi quaranta anni vidi e sentii parlare di cinque fatti, nei quali uno spazio circolare, del diametro di parecchi piedi, cadde ad un tratto, lasciando sul campo un buco aperto coi lati perpendicolari, della profondità di alcuni piedi. Questo seguiva in uno dei miei campi, mentre si stava spianandolo col rullo, e le parti posteriori del cavallo delle stanghe vi caddero dentro; ci vollero due o tre carri pieni di rottami per riempire la cavità. La frana ebbe luogo dove era una larga depressione, come se la superficie avesse ceduto in parecchi periodi antichi. Sentii parlare di una buca formatasi ad un tratto in fondo ad una piccola pozzanghera, dove si solevano lavare le pecore per molti anni, e nel quale buco un uomo che stava facendo quella operazione cadde con suo grande sgomento. L'acqua piovana su quel punto scende perpendicolarmente nel terreno, ma la creta è più porosa in certi punti che non in altri. Così il prosciugamento dalla creta soprastante si dirige in certi punti, ove è disciolta una maggiore quantità di

che comprende un gran numero di ciottoli non rotolati di tutte le grandezze, venne lasciata alla superficie e forma un letto di argilla rossa dura, piena di ciottoli, e generalmente dello spessore di metri 1,80 a metri 4,20.

Sull'argilla rossa, ove la terra era rimasta a lungo come pascolo, era uno strato dello spessore di pochi centimetri di terra vegetale di colore oscuro.

Venne sparsa una certa quantità di creta in pezzi, il 20 dicembre del 1842, sopra una porzione di un campo vicino alla mia casa, che era stato a pascolo certamente per 30 anni, probabilmente pel doppio o pel triplo di questo periodo. I frammenti di creta furono sparsi sul terreno collo scopo di osservare dopo qualche tempo a quale profondità sarebbero scesi. Alla fine di novembre 1871, vale a dire dopo un intervallo di 29 anni, venne praticato un fosso in mezzo a quella porzione del campo; e si potè seguire le tracce di una linea di nodoli bianchi ai due lati del fosso, alla profondità di cent. 17,5 dalla superficie. Perciò la terra vegetale (non comprese le zolle erbose) era stata qui spinta in su a millimetri 5,75 in media all'anno. Sotto alla linea dei noduli di calcare era in alcune parti pochissima terra fina libera da selci, mentre in altre parti ve ne era uno strato dello spessore di cent. 5,8. In quest'ultimo caso la terra vegetale era tutta dello spessore di centim. 22,13, e in quel punto un nodulo di creta e un ciottolo di selce, i quali dovevano essere anticamente alla superficie, si trovarono a quella profondità. Alla profondità di cent. 27,5 e di cent. 28 sotto alla superficie si estendeva l'argilla rossiccia intatta piena di selci. L'aspetto dei noduli di creta suddetti mi sorprese moltissimo dapprima, siccome essi somigliavano molto ai ciottoli logorati dall'acqua, mentre dei pezzi rotti di fresco avrebbero dovuto essere angolosi. Ma esaminando i noduli con una lente, essi non parevano più

materia calcarea di più che non altrove. Talora si formano anche degli stretti canali calcari nella creta solida. Siccome la creta si scioglie lentamente sopra a tutto il paese, ma più in alcune parti che non in altre, il residuo non disciolto — cioè, la massa sovrastante di argilla rossa con ciottoli, — si abbassa pure lentamente e tende a riempire i pozzi e le cavità. Ma la parte superiore dell'argilla rossa tiene insieme, aiutata probabilmente dalle radici delle piante, per un tempo assai più lungo che non nelle parti più basse, e così forma un tetto, che prima o dopo precipita giù, come nei cinque casi sopra menzionati. Il movimento discendente della creta può essere paragonato a quello di un ghiacciaio, ma è incomparativamente più lento; e questo movimento spiega un fatto singolare, cioè, che le selci molto allungate che sono incorporate nella creta in una posizione quasi orizzontale si trovano comunemente dritte quasi o interamente nella creta rossa. Questo fatto è tanto comune che i lavoranti mi accertarono che questa era la loro posizione naturale. Ne misurai una un po' all'ingrosso che era in posizione verticale, ed era lunga e grossa come il mio braccio. Queste selci prolungate devono venire in questa loro posizione ritta mercè lo stesso principio per cui un tronco d'albero rimasto in un ghiacciaio assume una posizione parallela alla linea del movimento. Le selci nella creta che forma quasi la metà della loro mole si rompono molto sovente, sebbene non siano rotolate o corrose; e questo si può attribuire alla loro mutua pressione, mentre tutta la massa si abbassa. Aggiungerò che il calcare qui sembra essere stato in origine coperto in alcune parti da uno strato sottile di sabbia fina con alcuni ciottoli di selce perfettamente rotondi, probabilmente dell'epoca Terziaria, perchè quella sabbia sovente riempie in parte i pozzi o le cavità più profonde nella formazione cretacea.

logorati dall'acqua, perchè la loro superficie era punteggiata da un logoramento diseguale, e delle punte acute, minutissime, formate di nicchi di conchiglie fossili rotte, sporgevano su quella. Era evidente che gli angoli di frammenti originari cretacei erano stati interamente disciolti, presentando essi una grande superficie all'acido carbonico disciolto nell'acqua piovana e a quello generato nel terreno contenente materia vegetale, quanto gli acidi dell'*humus* (1). Gli spigoli sporgenti, relativamente alle altre parti, dovrebbero pure essere stati abbracciati da un gran numero di radichette viventi, e queste hanno la facoltà di intaccare il marmo, come Sachs ha dimostrato. Così, nel corso di 29 anni, pezzi di calce angolari sepolti, furono convertiti in noduli bene arrotondati.

Un'altra parte di questo medesimo campo era coperta di musco, e siccome si pensava che della cenere bene stacciata avrebbe migliorato il terreno, se ne sparse sopra un fitto strato nel 1842 o nel 1843 e un altro strato alcuni anni dopo. Nel 1871 venne scavato un fosso, e molta cenere stava in una linea alla profondità di cent. 17,5 sotto alla superficie, con un'altra linea alla profondità di cent. 12,62 parallela a quella che stava sotto.

In un'altra parte di questo campo, che era stato anticamente separato, e che si credeva fosse stato un pascolo per più di un secolo, furono scavati dei fossi per vedere quanto fosse spesso lo strato di terra vegetale. Per caso il primo fosso fu praticato ove in un qualche periodo antico, certamente più di quarant'anni prima, una grande buca era stata riempita di terra rossa grossolana, di selci, di pezzi di creta e di ghiaia; e qui la terra vegetale aveva uno spessore soltanto di centimetri 10,3 a cent. 10,9. In un altro punto non mai toccato la terra vegetale variava molto nello spessore, cioè da cent. 15,12 a cent. 20,12; vi si trovarono sotto, in un punto, alcuni pochi frammenti.

Da questi vari fatti sembrerebbe che durante gli ultimi 29 anni la terra vegetale si sia ammucchiata sulla superficie in un rapporto annuo di millim. 5,50 a 5,75. Ma in questa località quando un campo arato è ridotto a pascolo, il terreno vegetale si accumula molto lentamente. Parimente, il rapporto deve farsi molto più lento dopo che si è formato uno strato di terra vegetale di un certo spessore; perchè i lombrici vivono allora principalmente presso alla superficie, e scavano in giù a una profondità molto maggiore, per portar su nuova terra dal profondo, solo durante l'inverno quando la stagione è molto fredda (in questo tempo i lombrici furono trovati in quel campo alla profondità di 65 centimetri) e durante l'estate, quando la stagione è molto asciutta.

Un campo che sta unito a quello sopra descritto ha da un lato un ripido pendio (cioè da 10 a 15°), quella parte fu arata per l'ultima volta nel 1841, venne poi erpicata e lasciata divenire terreno da pascolo. Per molti anni si ricoperse di

(1) S. W. JOHNSON, *How Crops Feed*, 1870, p. 139.

una vegetazione sommamente scarsa, ed era cospersa di tante selci piccole e grosse (alcune avevano la mole della testa di un bambino) che i miei figli diedero a quel campo il nome di « campo dei sassi ». Quando rotolavano giù dal pendio i sassi facevano uno strepito forte, urtandosi fra loro. Mi ricordo che dubitavo molto di vivere tanto da vedere quei grossi ciottoli coperti dalla terra vegetale e dall'erbetta. Ma i ciottoli più piccoli cominciarono a scomparire prima che fossero trascorsi molti anni, come pure i più grossi dopo un certo tempo; cosicchè dopo trent'anni (1871) un cavallo avrebbe potuto andare di galoppo sopra all'erbetta compatta da un capo all'altro del campo, senza battere un solo sasso col zoccolo. A chiunque si ricordava l'aspetto di quel campo nel 1842 la trasformazione doveva parere meravigliosa. Ciò era certamente l'opera dei lombrici, perchè, sebbene i rigetti non fossero frequenti per parecchi anni, tuttavia alcuni erano portati sopra di mese in mese, e questi gradatamente crebbero in numero a misura che il pascolo diveniva migliore. Nel 1871 fu scavato un fosso sul suddetto pendio, e si tagliò l'erba rasente alle radici, per poter misurare esattamente lo spessore delle zolle erbose e della terra vegetale. Le zolle erbose erano un tantino meno di 12 millimetri, e la terra vegetale, che non conteneva più sassi, era spessa cent. 5,12. Sotto a questo era uno strato di terra cretacea grossolana piena di selci, come quella di qualunque campo arato vicino. Questa terra grossolana si staccava facilmente dalla terra vegetale sovrastante quando se ne tirava su un pezzo. Il rapporto medio dello accumularsi della terra vegetale durante tutti i trent'anni fu soltanto di millimetri 2,075 all'anno (vale a dire, quasi cent. 2 e mezzo in dodici anni); ma il rapporto deve essere stato molto più lento dapprima, ed essere aumentato molto in seguito.

La trasformazione nell'aspetto di questo campo, che si era fatta sotto ai miei occhi, si rese in seguito molto più evidente, quando esaminai in Knole Park una fitta foresta di alte betulle, sotto alle quali non cresceva nulla. Qui il terreno era cosperso fittamente di grossi ciottoli nudi, e i rigetti dei lombrici mancavano quasi del tutto. Certe linee confuse e certe irregolarità della superficie indicavano che quella terra era stata coltivata qualche secolo fa. È probabile che un fitto bosco di giovani betulle crebbe tanto in fretta che non fu lasciato ai lombrici il tempo sufficiente a coprire i sassi coi loro rigetti, prima che il luogo fosse divenuto inetto alla loro esistenza. Comunque sia, il contrasto fra lo stato del campo ora impropriamente chiamato « campo dei sassi », ben fornito di lombrici, e lo stato presente del terreno sotto alle antiche betulle del parco di Knole, ove i lombrici mancavano, era evidente.

Nel 1843 venne coperto di ghiaia uno stretto sentiero che attraversava un mio prato, con ai lati delle pietre da far da riparo; ma i lombrici mandarono su molti rigetti e l'erbaccia crebbe fitta fra i sassi. Per molti anni il sentiero venne ripulito dalle erbe e spazzato; ma alla fine le erbacce e i lombrici la

vinsero, e il giardiniere cessò di spazzare, semplicemente falciando le erbacce ogni qualvolta egli falciava il prato. In poco tempo il sentiero divenne quasi coperto, e parecchi anni dopo non rimaneva traccia di esso. Avendo tolto, nel 1877, lo strato sottile di zolle erbose che lo ricopriva, si trovarono le piccole pietruzze al loro posto, coperte da 25 millimetri di terra vegetale.

Si possono menzionare qui due relazioni recentemente pubblicate intorno al fatto che delle sostanze sparse sulla superficie di un pascolo erano state sotterrate mercè l'azione dei lombrici. Il rev. H. C. Key fece fare un fosso in un prato, sul quale era stata sparsa molta cenere, come si credeva, diciotto anni prima; e sui lati tagliati ben perpendicolari del fosso, alla profondità di almeno quindici centimetri, si poteva vedere, per un tratto lungo 60 metri, « una fila di « ceneri distinta, molto uniforme e stretta, mista a piccoli carboni, parallela perfettamente alla superficie erbosa superiore » (1). Questo parallelismo e la lunghezza della sezione dà un interesse al fatto. In secondo luogo il Dancer (2) afferma che delle ossa stritolate furono sparse sopra a un campo; e « alcuni « anni dopo esse furono trovate a parecchi centimetri sotto alla superficie ad una « profondità uniforme ». Sembra che i lombrici si comportino nello stesso modo nella Nuova Zelanda che in Europa, perchè il prof. J. von Haast descrisse (3) una sezione presso alla costa, composta di micascisto, « coperta da metri 1,50 a 1,80 « di loess, sopra al quale erano stati accumulati circa 30 centimetri di terra « vegetale ». Fra il loess e la terra vegetale era uno strato di 7,5 a 15 centim. di spessore, composto di « ordigni, ciottole, schegge, croste, tutte fatte colla « roccia dura di basalto ».

È quindi probabile che gl'indigeni, in qualche antico periodo, abbiano lasciato quegli oggetti alla superficie e che in seguito siano stati coperti dai rigetti dei lombrici.

Gli affittavoli in Inghilterra sanno benissimo che ogni sorta di oggetto, lasciato alla superficie di un pascolo, dopo un certo tempo scompare, ossia, come sogliono dire, si apre una strada nel profondo. In qual modo la calce in polvere, la cenere e le pietre pesanti possano aprirsi una strada nel profondo, attraverso alla rete di radici di una superficie coperta d'erba, è una questione che probabilmente non si sono mai fatta (4).

(1) *Nature*, Novembre 1877, p. 28.

(2) *Proc. Phil. Soc.* di Manchester, 1877, p. 247.

(3) *Trans. of the New Zealand Institute*, vol. XII, p. 1880, p. 152.

(4) Il sig. Lindsay Carnagie, in una lettera (Giugno 1838) a sir C. Lyell, osserva che gli agricoltori scozzesi hanno paura di mettere la calce sul terreno arato quando si deve lasciarlo per pascolo, per la credenza che essa abbia una certa tendenza ad affondarsi. Egli aggiunge: « Alcuni anni or sono, nell'autunno, io feci spargere della calce sopra a una stoppia di avena; portandola così in contatto immediato colla sostanza vegetale morta, e assicurando il suo compiuto mescolarsi per mezzo di tutte le susseguenti operazioni del dissodamento. In conseguenza del pregiudizio citato sopra, si cre-

Lo affondarsi delle grosse pietre per l'azione dei lombrici. — Quando un sasso di grossa mole e di forma irregolare viene lasciato alla superficie del suolo, esso posa, naturalmente, sulle parti più sporgenti; ma i lombrici in breve riempiono coi loro rigetti tutte le cavità del lato più basso; perchè, come osserva lo Hensen, amano il riparo delle pietre. Appena le cavità sono piene, i lombrici rigettano la terra inghiottita al di là della circonferenza delle pietre; e così la superficie del terreno tutto intorno alla pietra viene ad alzarsi. Siccome le buche scavate direttamente sotto alla pietra dopo un certo tempo crollano, la pietra scende un tantino (1). Quindi accade talora che i massi che in qualche antico periodo sono rotolati giù da un monte roccioso o da un poggio sopra a un prato posto alla base di quelli, sono incorporati nel terreno, e, quando sono tolti via, lasciano impressa esattamente la loro superficie inferiore nel fino terreno vegetale sottostante. Se, però, una frana è di tale enorme dimensione che la terra sotto rimanga asciutta, questa terra non sarà abitata dai lombrici, e il masso non si affonda nel suolo.

Esisteva anticamente un forno da calce in un campo erboso presso a Leith Hill Place nel Surrey, e fu atterrato 35 anni prima della mia visita; tutti i rottami più piccoli erano stati portati via con un carro, eccettuate tre grandi pietre di arenaria quarzosa, le quali si credette potere adoperare col tempo. Un vecchio operaio si ricordava che erano state lasciate sopra a una superficie nuda coperta di calcinacci e rottami di mattoni, presso alle fondamenta della fornace; ma tutta la superficie circostante è ora coperta di erbetta e di terra vegetale. Le due più grandi di quelle pietre non furono mai mosse da quel tempo; nè questo si sarebbe potuto fare agevolmente, perchè quando volli farle spostare fu necessaria l'opera di due uomini con delle leve. Una di quelle pietre, e non era la più grossa, era lunga metri 1,60 e larga 42 centimetri e mezzo, e aveva uno spessore di centimetri 22,5 a cent. 25. La sua superficie inferiore era alquanto sporgente nel mezzo; e questa parte riposava ancora sopra i rottami di mattone e calcinacci, mostrando così la verità dell'asserto del vecchio lavorante. Sotto a quei rottami si trovò il terreno naturale sabbioso, pieno di frammenti di arenaria, ed esso non aveva ceduto che poco o nulla sotto il peso della pietra, come si sarebbe potuto aspettarsi se il sottosuolo fosse stato di argilla. La superficie del campo per un tratto di 22 centimetri circa intorno alla pietra gradatamente saliva in pendenza fino ad essa, e presso alla pietra era in molti punti 10 centimetri più alta del

deva che io avessi commesso un errore, ma il risultamento fu felicissimo, e la pratica venne *parzialmente* seguita. Io credo che in seguito alle osservazioni del sig. Darwin, il pregiudizio scomparirà ».

(1) Questa conclusione, la quale, come vedremo immediatamente, è pienamente giustificata, è di una certa importanza, in quanto che i pilastrini che gli agrimensori piantano nel terreno per segnare i loro livelli, possono coll'andar del tempo divenire regole false. Mio figlio Orazio si propone di accertarsi in avvenire fino a qual punto questo possa aver luogo.

terreno circostante. La base della pietra era sepolta di 2 centimetri e mezzo a 5 centimetri sotto al livello generale, e la superficie superiore sporgeva di circa 20 centimetri sopra a questo livello, o di circa 10 centimetri sopra al margine in pendio delle zolle erbose. Tolta via la pietra, si vedeva chiaramente che una delle sue estremità più a punta doveva dapprima essere rimasta a qualche centimetro sopra al terreno, ma la sua superficie era adesso allo stesso livello della zolla erbosa che la circondava. Quando fu esportata la pietra, rimase un modello preciso della sua faccia inferiore il quale formava una cavità crateriforme, di cui la superficie interna si componeva di terra vegetale nera finissima, eccettuato nei punti ove le parti più sporgenti posavano sui rottami. Diamo qui una sezione trasversale di questa pietra, unitamente al suo letto, disegnata dalle misure fatte dopo averla spostata, nella scala di 12 a 30 (fig. 6). Il margine coperto di erbetta che saliva fino alla pietra era composto di una terra vegetale fino dello spessore di cent. 15,5.



Fig. 6.

Sezione trasversale di una grossa pietra rimasta giacente sopra a un terreno erboso durante 35 anni. A A, livello generale del campo. I rottami sottostanti non sono stati rappresentati. Scala di 12 a 30.

Questo evidentemente era composto di rigetti dei lombrici, molti dei quali erano stati emessi recentemente. Tutta la pietra si era affondata in trentacinque anni, per quanto ho potuto giudicare, di circa 37 millim.; e questo deve essere di-

peso da ciò che i rottami posti sotto alle parti più sporgenti erano stati minati dai lombrici. Con questo rapporto la superficie superiore della pietra, se fosse rimasta tranquilla, sarebbe scesa al livello generale del campo in 247 anni; ma prima che questo fosse accaduto, un po' di terra può essere stata portata via dalla pioggia dai rigetti sul margine superiore dell'erbetta sopra alla superficie superiore della pietra.

La seconda pietra era più grande di quella descritta testè, cioè, metri 1,67 di lunghezza, 97 centimetri di larghezza e 37 cent. e mezzo di spessore. La superficie inferiore era quasi piatta, cosicchè i lombrici debbono in breve essere stati costretti a emettere i loro rigetti al di fuori della sua circonferenza. Nel complesso la pianta si era affondata di 5 centimetri nel terreno. Con questo rapporto ci sarebbero voluti 262 anni acciò la sua superficie si fosse affondata al livello generale del campo. Il margine in pendio coperto dallo strato di erbetta che stava intorno alla pietra era in quest'ultimo caso più largo, cioè era di 35 a 40 centimetri, e non vedo una ragione perchè fosse così largo. In molte parti questo margine non era tanto alto quanto nell'altro ultimo caso, cioè era di 5 a 5 centimetri e mezzo, ma in un punto saliva fino a cent. 12,62. La sua altezza media

accosto alla pietra era probabilmente di circa 7 centimetri e mezzo, e si assottigliava fino a perdersi. Se la cosa è tale, uno strato di terra fina, largo 37 cent. e mezzo e di 37 millim. di spessore medio, di una lunghezza sufficiente a circondare tutta quella lunga lastra, deve essere stato portato su principalmente dai lombrici da sotto alla pietra nel corso di 35 anni. Questa quantità può ampiamente bastare a spiegare lo affondarsi della pietra di 5 centimetri nel terreno; tanto più se teniamo a mente che buona parte della terra più fina sarà stata trascinata dalla pioggia dai rigetti emessi sul margine in pendio fino al livello del campo. Alcuni rigetti di data recente si vedevano accanto alla pietra. Nondimeno, scavando una larga fossa alla profondità di 45 centimetri ove era rimasta giacente la pietra, non si trovarono che due sole buche di lombrici; sebbene il terreno fosse umido e favorevole ai lombrici. Vi erano parecchie grosse colonie di formiche sotto alla pietra, ed è possibile che dopo lo stabilimento di quelle i lombrici siano diminuiti.

La terza pietra era grande solo la metà delle altre; e due ragazzi robusti insieme avrebbero potuto rotolarla. Io sono persuaso che essa era stata spostata in un tempo alquanto recente, perchè ora giaceva a una certa distanza dalle altre due in fondo a un piccolo pendio vicino. Posava sopra a terra fina, invece di posare sopra a rottami. Concordemente a questa conclusione, il margine della erbetta circondante sollevato era alto soltanto 25 millimetri in certe parti, e 5 centimetri in altre. Non vi erano colonie di formiche sotto a quella pietra, e, scavando una fossa ove essa giaceva, si trovarono parecchie buche di lombrici.

A Stonehenge alcune delle pietre druidiche esterne sono ora giacenti, essendo cadute in un periodo di tempo remoto e non conosciuto, e queste si sono affondate nel terreno ad una profondità moderata. Sono circondate da uno strato di zolle erbose in pendio, sul quale si vedono dei rigetti di lombrici. Rasente ad una di queste pietre cadute, che era lunga cent. 5,10, larga metri 1,80, e spessa cent. 82, venne scavata una buca; e qui la terra vegetale aveva almeno lo spessore di cent. 22,17. A questa profondità si trovò una selce, e un po' più in su sopra una delle sponde della buca un frammento di vetro. La base della pietra si trovava a circa cent. 22,17 sotto al livello del terreno, e la sua superficie superiore era a cent. 45,5 sopra al terreno.

Venne scavata parimente una fossa accanto a una seconda grossa pietra, la quale cadendo s'era rotta in due pezzi; e questo deve essere seguito molto anticamente, se si giudica dall'aspetto logorato dei suoi margini rotti. La base era sepolta alla profondità di cent. 25, come si riconobbe facendo passare orizzontalmente un'asta di ferro nel suolo sotto ad essa. La terra vegetale che formava il margine in pendio coperto di zolle erbose intorno alla pietra, sul quale si vedevano molti rigetti di data recente, aveva uno spessore di cent. 25, e buona parte di questa terra vegetale deve essere stata portata su dai lombrici di sotto

alla sua base. Ad una distanza di quasi 8 metri dalla pietra la terra vegetale aveva uno spessore di cent. 12,17 (con un pezzo di pino alla profondità di 10 centimetri), e questa posava sopra selci e frammenti di creta che non avrebbero ceduto facilmente alla pressione o al peso della pietra.

Venne fissata orizzontalmente una verga diritta (coll'aiuto di un traguardo, attraverso a una terza pietra caduta, che era lunga metri 2,32; e il contorno delle parti sporgenti e del terreno circostante venne in tal modo riconosciuto, come dimostra il diagramma unito (fig. 7) sopra una scala di 12 a 300. Il margine

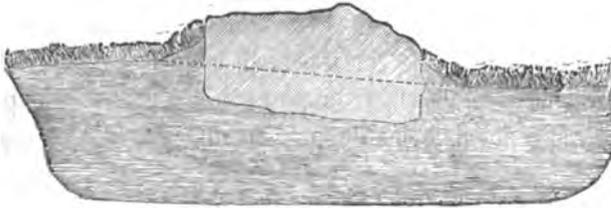


Fig. 7.

Sezione di una delle pietre druidiche cadute a Stonehenge, che dimostra quanto essa si sia affondata nel suolo. Sopra una scala di 12 a 300.

in pendenza coperto di zolle erbose che saliva fino alla pietra era alto da una parte 10 cent. e sul lato opposto solo cent. 5,12 sul livello generale. Fu scavata una fossa sul lato orientale, e si trovò che la base della

pietra stava alla profondità di 10 cent. sotto il livello generale del suolo, e di 20 cent. sotto la sommità del margine in pendio coperto di zolle erbose.

Abbiamo dato prove sufficienti per dimostrare che gli oggetti piccoli rimasti sulla superficie della terra ove abbondano i lombrici vengono in breve sepolti, e le grosse pietre si affondano lentamente per la stessa causa. Si può tener dietro ad ogni passo del processo, dal primo deporsi accidentalmente un solo rigetto sopra un piccolo oggetto rimasto libero sulla superficie, al suo incorporarsi fra l'intreccio delle radici dell'erbetta, e finalmente al suo incorporarsi nel terreno a varie profondità sotto alla superficie. Quando il medesimo campo venne riesaminato dopo un intervallo di pochi anni, quegli oggetti si trovarono a una profondità maggiore di quella che non erano prima. L'orizzontalità e la regolarità delle linee formate dagli oggetti incorporati, e il loro parallelismo colla superficie della terra, sono i caratteri più rimarchevoli di questo fatto; perchè questo parallelismo mostra quanto egualmente i lombrici debbono avere lavorato, tuttavia il risultamento può derivare in parte dallo spianamento di rigetti recenti prodotti dalla pioggia.

Il peso specifico degli oggetti non altera il loro rapporto nello affondarsi, come si può vedere dalle ceneri porose, dalla marna bruciata, dalla creta e dai ciottoli di quarzo, i quali tutti si sono affondati alla stessa profondità e nello stesso tempo. Considerando la natura del sottostrato, che a Leith Hill Place era arenoso e racchiudeva molti pezzi di roccia, e a Stonehenge, rottami cretacei con selci rotte; considerando pure la presenza del margine coperto di zolle erbose in pendio intorno ai grossi frammenti di pietra di questi due luoghi,

non pare che il loro affondarsi sia stato agevolato sensibilmente dal loro peso, sebbene questo fosse notevole (1).

Intorno al numero di lombrici che vivono in un dato spazio. — Vedremo prima di tutto quale numero enorme di lombrici vivono, fuori del nostro sguardo, sotto ai nostri piedi, e, in secondo luogo, il peso presente della terra che essi portano alla superficie in un dato spazio e in un dato tempo. Hensen, il quale pubblicò una relazione piena di ragguagli interessanti rispetto ai costumi dei lombrici (2), calcola dal numero che ne trovò lui in uno spazio misurato, che debbano esistere 133,000 lombrici vivi in un ettaro di terreno, ossia 53,767 in un acro. Questo numero peserebbe 132 chilogr. e 78 grammi, prendendo per punto di partenza la misura di Hensen di un lombrico, cioè un grammo. Bisognerebbe tuttavia notare che questo calcolo si fondava sopra quantità di lombrici trovati in un giardino, e Hensen crede che in questi i lombrici sono due volte più numerosi che non nei campi di grano. Il risultamento menzionato sopra, per quanto straordinario sia, mi pare credibile, giudicando dal numero dei lombrici che ho veduto certe volte e dalla quantità che ne vien distrutta dagli uccelli senza che le specie siano distrutte. Vennero lasciati in un terreno del signor Miller (3) alcuni barili di birra guasta, sperando che divenisse aceto, ma l'aceto fu trovato cattivo, e i barili vennero svuotati. Bisogna premettere che l'acido acetico è un veleno tanto mortale pei lombrici che Perrier osservò che un bastoncino di vetro bagnato con quest'acido e immerso poi in un grosso vaso pieno d'acqua nel quale erano dei lombrici, li uccideva immediatamente in pochissimo tempo. Il mattino dopo che i barili furono vuotati sul terreno « i mucchi di lombrici morti giacenti sul suolo erano tanto straordinarii che se il Miller non li avesse veduti non avrebbe potuto credere possibile che una quantità tale potesse vivere in quello spazio di terra ».

Come ulteriore prova del grande numero di lombrici che vivono nel terreno, Hensen afferma di aver trovato in un giardino sessantaquattro buche aperte in un tratto di m. q. 1,40 vale a dire nove per m. q. 0,19. Ma le buche sono talora anche più numerose, perchè avendo fatto scavare in un terreno erboso presso a Maer Hall, trovai una zolla di terra asciutta, larga come le mie due mani aperte, attraversata da sette buche larghe come una penna d'oca.

Peso della terra rigettata da una buca sola, e da tutte le buche in un dato spazio. — Rispetto al peso della terra rigettata ogni giorno dai lombrici, Hensen

(1) Il Mallet osserva (*Quarterly Journal Geolog. Soc.*, vol. XXXIII, 1877, p. 745) che « il grado a cui il terreno sotto alle fondamenta di formazioni architettoniche potenti, come le torri delle cattedrali, si sono abbassate, è un fatto tanto notevole e istruttivo quanto curioso ». Egli dà per esempio la torre di Pisa, ma aggiunge che era fondata sopra « argilla densa ».

(2) *Zeitschrift für Wissensch. Zoolog.*, B. XXVIII, 1877, p. 354.

(3) Vedi lo scritto del Dancer nei *Proc. Phil. Soc. of Manchester*, 1877, p. 248.

trovò che ascendeva, nel caso di alcuni lombrici tenuti da esso in prigionia, e che pare egli nutrisse di foglie, a soli 0,5 grammi al giorno. Ma allo stato naturale i lombrici devono rigettarne una quantità più grande, nei periodi in cui consumano come cibo la terra invece delle foglie, e quando stanno scavando buche profonde. Ciò è quasi certo dai seguenti pesi dei rigetti emessi alla bocca delle sole buche; il complesso dei quali non parevano essere stati emessi da molto tempo, come era certamente il caso in vari punti. I rigetti furono seccati (eccettuato in un caso speciale) esponendoli per molti giorni al sole o innanzi un bel fuoco.

Peso dei rigetti accumulati alla bocca di una sola buca.

- (1) Dow, Kent (sottosuolo di argilla rossa piena di selci, sopra alla formazione cretacea).
I rigetti più grossi che potei trovare sui fianchi di una valle ripida, essendo qui il sottosuolo poco basso. In questo caso il rigetto non era bene asciutto . . . grammi 123
- (2) Down. Grossi rigetti che potei trovare (composti principalmente di materia calcarea), sopra a un pascolo sommamente povero in fondo alla valle menzionata sopra (1) . . . » 120
- (3) Down. Grosso rigetto, ma non di mole straordinaria, da un campo quasi piano, di pascolo povero, lasciato erboso da circa 35 anni . . . » 38
- (4) Poggio erboso. — Peso medio di 14 rigetti non grossi emessi sopra alla superficie in pendenza di un mio prato dopo avere sofferto una perdita di peso per essere rimasti a lungo esposti alla pioggia . . . » 21,7
- (5) Presso a Nizza in Francia. — Peso medio di 12 rigetti di dimensioni ordinarie, raccolti dal dott. King sopra a un terreno che non era stato arato da un pezzo e ove erano copiosi i lombrici, cioè, un terreno protetto da un boschetto di arbusti, vicino al mare; suolo sabbioso e calcareo; quei rigetti erano stati esposti per qualche tempo alla pioggia, prima di essere stati raccolti, e debbono avere perduto un po' del loro peso per la disintegrazione, ma conservavano ancora la loro forma . . . » 42,5
- (6) Il più pesante dei dodici rigetti . . . » 54,6
- (7) Bengal inferiore — Peso medio di 22 rigetti, raccolti da I. Scott, il quale riconobbe che furono emessi nel corso di una notte o due . . . » 38,5
- (8) Il più pesante dei 22 rigetti . . . » 64,8
- (9) Monti Nilgiri, India Meridionale; peso medio dei 5 rigetti più grossi raccolti dal dottore King. Erano rimasti esposti alla pioggia degli ultimi monsoni, e debbono aver perduto del loro peso . . . » 97,65
- (10) Il più pesante dei 5 suddetti rigetti . . . » 134,5

In questa tavola vediamo che i rigetti i quali erano stati emessi alla bocca della medesima buca, e che in molti casi parevano freschi e conservavano la loro forma vermiforme, superano generalmente i 30 grammi in peso dopo essere stati seccati, e talora giungono perfino al peso di 80 grammi. Sui monti Nilgiri fu trovato un rigetto che superava questo peso. I rigetti più grossi si

trovano in Inghilterra nei pascoli sommamente poveri; e questi, per quello che ho veduto, sono generalmente più grandi di quelli che si trovano in un terreno che produce una rigogliosa vegetazione. Sembra che i lombrici debbano ingoiare una quantità di terra più grande sul terreno povero che non sul ricco, onde ottenere un sostentamento sufficiente.

Rispetto ai rigetti torriformi trovati presso a Nizza (n. 5 e 6 della tavola sopra citata), il dottore King ne trovò spesso cinque o sei sopra a un decimo di metro quadrato di superficie: e questi, giudicando dal loro peso medio, avrebbero pesato tutti insieme 232,5 grammi, cosicchè il peso di quelli sopra a un metro quadrato sarebbe stato di un chilogramma e mezzo circa. Il dott. King raccolse, verso la fine dell'anno 1872, tutti i rigetti che conservavano ancora il loro aspetto vermiforme, rotti o no, da un decimo di m. q. in un luogo ove i lombrici abbondavano, sulla sommità di un banco, ove nessun rigetto era potuto rotolare giù dal di sopra. Quei rigetti dovevano essere stati deposti, giudicando dal loro aspetto in rapporto coi periodi piovosi ed asciutti presso a Nizza, durante i precedenti cinque o sei mesi; pesavano grammi 300, ossia chil. 3 per metro quadrato. Dopo un intervallo di quattro mesi, il dottore King raccolse tutti i rigetti emessi in seguito sullo stesso decimo di metro di superficie, e pesavano 77 grammi e mezzo, ossia 770 grammi per ogni metro quadrato. Perciò in un periodo di circa dieci mesi, o diremo con maggior sicurezza di un anno, 372 grammi di rigetti erano emessi sopra questo decimo di metro quadrato, ossia chil. 3,72 per metro quadrato.

In un campo nel fondo di una valle nella creta (vedi n. 2 della suddetta tavola), venne misurato un metro quadrato in un punto ove abbondavano dei grossi rigetti; tuttavia, parevano parimente numerosi in alcuni altri punti. Questi rigetti, che conservavano perfettamente la loro foggia vermiforme, furono raccolti; e quando erano seccati in parte pesavano 780 grammi. Quel campo era ripassato col rullo cinquantadue giorni prima, e ciò aveva dovuto appianare ogni rigetto che si trovava su quel terreno. Il tempo era stato molto asciutto durante le due o tre settimane prima del giorno della raccolta dei rigetti, per cui nessuno di essi pareva recente o era stato emesso di fresco. Possiamo quindi supporre con certezza che quelli i quali furono pesati erano stati espulsi entro, diremo così, quarantacinque giorni dal tempo in cui il campo era stato ripassato col rullo, cioè, una settimana meno di tutto il periodo interposto. Esaminai la stessa parte del campo e allora era piena di rigetti recenti. I lombrici non lavorano in estate durante un tempo asciutto, o d'inverno quando gela fortemente. Se si asserisce che lavorano solo durante la metà dell'anno — sebbene questo calcolo sia troppo basso — allora i lombrici in quel campo emetterebbero durante l'anno chil. 3,178 per acro quadrato, 31,78 tonnellate per ettaro, supponendo che tutta la superficie sia egualmente produttiva di rigetti.

Nei casi sopra menzionati bisogna tener conto dei dati necessari, ma nei due casi seguenti i risultamenti sono molto più degni di fede. Una signora, della cui esattezza io mi faccio garante, si offerse di raccogliere durante un anno tutti i rigetti emessi sopra due metri quadrati separati, presso Leith Hill Place, nel Surrey. La quantità raccolta era, tuttavia, alquanto minore di quella emessa in origine dai lombrici; perchè, come osservai ripetutamente, una buona quantità della terra più fina è portata via dalla pioggia ogni volta i rigetti sono emessi durante una pioggia diretta o prima di questa. Alcune piccole porzioni aderiscono pure all'erba che li circonda, e ci vuole un certo tempo a distaccarle da essa. Sul terreno sabbioso, come nel caso presente, i rigetti vanno soggetti a sminuzzarsi dopo un tempo asciutto, e le particelle rimaste si perdono sovente. Questa signora dovette assentarsi per una settimana o due da casa sua, e in quel tempo i rigetti debbono aver sofferto molta perdita pel tempo cattivo. Queste perdite erano, tuttavia, compensate fino a un certo punto perchè le raccolte erano state fatte sopra un metro quadrato per quattro giorni, e sull'altro metro per due giorni più dell'anno stabilito.

Venne scelto un tratto di terreno (9 ottobre 1870) sopra un largo interro coperto d'erba che era stato per molti anni falciato e ripulito. Era rivolto a sud, ma durante una parte del giorno era ombreggiato da alberi. Si era formato un secolo fa con una grande accumulazione di frammenti grossi e piccoli di arenaria, insieme con un po' di terra sabbiosa battuta e livellata. È probabile che dapprima fosse stato protetto ricoprendolo di zolle erbose. Questo interro, giudicando dal numero di rigetti che si trovarono sopra ad esso, era alquanto sfavorevole alla vita dei lombrici, in paragone dei campi vicini e di un interro superiore. Era invero sorprendente che tanti lombrici vi potessero vivere come furono trovati; perchè scavando un buco sopra a quell'interro, la terra vegetale nera unita alle zolle erbose non aveva che uno spessore di dieci centimetri, sotto al quale stava il livello superficiale del suolo arenoso di color chiaro, con molti frammenti di arenaria. Prima che fossero raccolti dei rigetti, tutti quelli che esistevano prima furono con molta cura esportati. L'ultimo giorno della raccolta fu il 14 ottobre 1871. I rigetti furono allora ben seccati ponendoli innanzi a un buon fuoco; essi pesavano esattamente 1305 grammi. Questo darebbe 7,56 tonnellate di terra asciutta emessa annualmente dai lombrici.

Il secondo quadrato fu delimitato sopra a un pezzo di terreno comune cintato, all'altezza di circa 210 metri al di sopra del mare, a poca distanza da Leith Hill Tower. La superficie era ricoperta di zolle erbose fine e sottili, e non era mai stata disturbata dalla mano dell'uomo. Il punto scelto pareva non essere nè specialmente favorevole nè avverso ai lombrici; ma notai sovente che i rigetti sono particolarmente copiosi sul terreno comune, e questo dipende, forse, dalla povertà del suolo. Il terreno vegetale aveva qui da 7,5 a 10 centimetri di spessore.

Siccome quel sito era a una certa distanza dalla casa ove dimorava quella signora, i rigetti non furono raccolti ad intervalli di tempo tanto brevi quanto quelli sulla terrazza; in conseguenza la perdita della terra fina durante il tempo piovoso deve essere stata maggiore in questo che non nell'altro caso. Perciò è cosa certa che i lombrici portarono alla superficie una quantità di terra molto più grande che non quella che venne raccolta. L'ultima raccolta fu fatta il 27 ottobre 1871, cioè 367 giorni dopo che il quadrato era stato delimitato e la superficie ripulita da tutti i rigetti preesistenti. I rigetti raccolti, dopo d'essere stati asciugati, pesavano chilog. 2,780; e questo darebbe, per un acro dello stesso terreno, 16,1 tonnellate di terra asciutta emessa annualmente.

Summario dei quattro casi summenzionati.

- (1) Rigetti emessi presso a Nizza nello spazio di un anno circa, raccolti dal dott. King in un decimo di metro quadrato di superficie, i quali si calcola possano dare 14,58 tonnellate per acro.
- (2) Rigetti emessi durante circa 45 giorni sopra a un metro quadrato, in un campo di pascolo magro in fondo a una grande valle nel terreno cretaceo, calcolati dover dare ogni anno 18,12 tonnellate per acro.
- (3) Rigetti raccolti in un metro quadrato sopra a un vecchio interro a Leith Hill Place, durante 369 giorni, calcolati rendere annualmente 7,56 tonnellate per acro.
- (4) Rigetti raccolti in un metro quadrato sul terreno comunale sopra Leith Hill durante 367 giorni, che si calcola rendano ogni anno per acro 16,1 tonnellate.

Spessore dello strato di terra vegetale, che i rigetti emessi durante un anno formerebbero se fosse sparsa uniformemente. — Conoscendo, dai due ultimi casi del suddetto sommario, il peso dei rigetti asciutti emessi dai lombrici durante un anno sopra un metro quadrato di superficie, io volli sapere quale spessore uno strato di terra vegetale comunale si potrebbe avere spargendo questa quantità di rigetti uniformemente sopra un metro quadrato. Feci spezzare dei rigetti secchi rotti in pezzetti, e mentre erano messi in una misura erano bene scossi e pigiati. Quelli raccolti sull'interro ascendevano a decimetri cubi 2,403, e questa quantità qualora fosse sparsa sopra a un metro quadrato darebbe uno strato dello spessore di millimetri 2,403. Quelli raccolti sul terreno comunale ascendevano a decimetri cubi 3,81 e farebbero uno strato consimile dello spessore di millimetri 3,81.

Tuttavia, questo spessore deve essere corretto, perchè i rigetti triturati, dopo che erano stati bene scossi e pigiati, non facevano una massa tanto compatta quanto il terreno vegetale, sebbene ogni particella separata fosse compattissima. Nondimeno la terra vegetale è tutt'altro che compatta, come si vede dal numero di bolle d'aria che vengono alla superficie di essa quando questa è inondata. Inoltre è compenetrata da molte radichette. Per riconoscere approssimativamente di quanto crescerebbe in volume il terreno vegetale ordinario quando fosse sbricio-

lato e poi seccato, si prese un masso sottile e oblungo di terra argillosa (dalla quale era stata tolta l'erbetta), venne misurata prima di spezzarla, poi bene seccata e misurata di nuovo. Il prosciugamento fece scemare il masso di $1/7$ del suo volume primiero, giudicando dalle misure esterne soltanto. Venne allora triturrata la terra e ridotta in parte in polvere, nello stesso modo come erano stati trattati i rigetti, e la sua mole ora superava (malgrado il restringimento prodotto dall'asciugamento) di $1/16$ quello del masso originario di terra umida. Perciò lo spessore dello strato calcolato sopra, formato dai rigetti presi sullo interro, dopo di essere stati inumiditi e sparsi sopra un metro quadrato, doveva essere diminuito di $1/16$; e questo ridurrà lo strato a millim. 2,25, onde si formerebbe uno strato di millimetri 22,5 di spessore nello spazio di dieci anni. Collo stesso principio i rigetti presi nel terreno comunale produrrebbero nel corso di un anno solo uno strato dello spessore di millim. 3,58, ossia nel corso di 10 anni millim. 35,8. Possiamo dire in cifre rotonde che lo spessore nel primo caso ascenderebbe a quasi 25 millimetri, e nel secondo caso a quasi 36 millimetri in 10 anni.

Onde paragonare questi risultamenti con quelli dedotti dal rapporto a cui i piccoli oggetti rimasti sulla superficie dei terreni erbosi si seppelliscono (come abbiamo descritto sul principio di questo capitolo) diamo la seguente tavola:

Sommario dello spessore del terreno vegetale accumulato sopra oggetti lasciati sparsi sulla superficie nel corso di dieci anni.

- Lo accumulamento della terra vegetale durante $14 \frac{3}{4}$ anni sulla superficie di un terreno erboso asciutto, sabbioso, presso a Maer Hall, ascendeva a 55 millimetri in 10 anni.
- Lo accumulamento durante $21 \frac{1}{2}$ anni sopra a un campo molto melmoso presso a Maer Hall ascendeva a mm. 47,5 in 10 anni.
- Lo accumulamento durante 7 anni sopra a un campo molto melmoso vicino a Maer Hall ascendeva a mm. 52,7 in 10 anni.
- Lo accumulamento durante 29 anni, sopra a un buon pascolo argilloso sulla creta a Down, ascendeva a mm. 55 in 10 anni.
- Lo accumulamento durante 30 anni sul fianco di una valle sopra alla creta a Down, essendo il terreno argilloso, poverissimo, e convertito da poco in pascolo (per cui fu poco favorevole per parecchi anni ai lombrici), ascendeva a mm. 21,75 in 10 anni.

Da questi esempi (eccettuato l'ultimo) si può vedere che la quantità di terra portata alla superficie nello spazio di 10 anni è alquanto superiore a quella calcolata dai rigetti che erano stati pesati. Questo eccesso si può in parte riferire alla perdita che i rigetti pesati avevano precedentemente sopportato pel consumo prodotto dall'acqua della pioggia, per lo aderire di alcune loro particelle alle foglie dell'erba circostante, e dal loro restringersi nel seccarsi. Non dobbiamo nemmeno lasciare inosservati certi altri agenti i quali in tutti i casi ordinari aumentano il

crescere del terreno vegetale, e che non potevano essere compresi nei rigetti che furono raccolti, cioè, la terra fina portata alla superficie da larve e insetti sotterratori, specialmente dalle formiche. La terra portata su dalle talpe ha generalmente un aspetto alquanto diverso dalla terra vegetale; ma dopo un certo tempo non si può distinguere da questa. Nei paesi asciutti, inoltre, il vento ha una parte importante nel trasportare la polvere da un punto all'altro, e anche in Inghilterra deve aumentare il terreno vegetale dei campi vicini alle strade maestre. Ma in quel paese questi ultimi agenti sembrano avere una importanza secondaria in paragone dell'azione dei lombrici.

Non abbiamo mezzi per calcolare quale peso di terra rigetti nello spazio di un anno un lombrico in pieno sviluppo. Hensen calcola che esistono in un acro di terra 53,767 lombrici, ma questa estimazione è fondata sul numero trovato nei giardini, ed egli crede che soltanto una metà di questo numero viva nei campi.

Non si sa quale sia il numero di quelli che esistono nei pascoli vecchi; ma affermando che la metà circa di questo numero, vale a dire 26,886 lombrici vivono sopra questa sorta di terra, allora prendendo dal primo calcolo 15 tonnellate come peso dei rigetti emessi ogni anno sopra un acro di terreno, ogni lombrico dovrebbe emettere annualmente 620 grammi. Un rigetto nel suo pieno sviluppo alla bocca di una sola buca supera sovente, come abbiamo veduto, il peso di 31 grammi, ed è probabile che i lombrici emettano più di 20 rigetti ben sviluppati nel corso di un anno. Se emettono annualmente più di 620 grammi possiamo dedurre che i lombrici che vivono in un acro di pascolo debbono essere in numero minore di 26,886.

I lombrici vivono principalmente nel terreno vegetale della superficie, che ordinariamente ha uno spessore di cent. 10 a cent. 12,5 a 25 ed anche 30 cent.; ed è questo terreno vegetale che passa e ripassa pei corpi dei lombrici e viene portato alla superficie. Ma i lombrici alle volte si affondano molto nel sottosuolo, e in questi casi portano su della terra da questa grande profondità; e questo processo è stato continuato durante innumerevoli secoli. Perciò lo strato di terra vegetale finirebbe per giungere, sebbene in un rapporto sempre più lento, ad uno spessore uguale alla profondità a cui i lombrici si scavano la buca, se non vi fossero altri agenti operanti che portano via un po' della terra più fina che viene continuamente portata alla superficie dai lombrici. Finora non ebbi campo di osservare fino a che spessore giunga il terreno vegetale; ma nel prossimo capitolo, considerando il seppellirsi degli antichi edifizi, menzioneremo alcuni fatti che riguardano questo argomento. Nei due ultimi capitoli vedremo che il suolo è ora aumentato, sebbene in un grado minimo, per opera dei lombrici; ma il loro compito principale è quello di dividere le particelle più fine dalle più grosse, mescolare ogni cosa cogli avanzi vegetali, e saturarli colle loro secrezioni intestinali.

Finalmente, chiunque consideri i fatti esposti in questo capitolo — intorno

al seppellirsi dei piccoli oggetti e intorno allo affondarsi delle grosse pietre rimaste sulla superficie; intorno al gran numero di lombrici che vivono entro a un tratto di terreno discreto; intorno al peso dei rigetti emessi dalla bocca della medesima buca; intorno al peso di tutti i rigetti emessi entro a un dato tempo in uno spazio misurato — non potrà dopo ciò, credo, mettere in dubbio che i lombrici non abbiano una parte importante nella natura.

CAPITOLO IV.

PARTE CHE HANNO AVUTO I LOMBRICI NEL SEPPELLIRE GLI ANTICHI EDIFIZI

Accumulamento dei rottami nei luoghi ove sorgevano grandi città, indipendente dall'azione dei lombrici — Seppellimento di una villa romana ad Abinger — I pavimenti e le pareti compenstrate dai lombrici — Abbassamento di un pavimento moderno — Il pavimento sotterrato all'abbazia di Beaulieu — Villeggiature romane a Chedworth e Brading — Avanzi della città romana a Silchester — Natura dei rottami dai quali sono coperti i ruderi — I lombrici hanno penetrato i pavimenti e le pareti a quadrelli — Abbassamento dei pavimenti — Spessore della terra vegetale — L'antica città romana di Wroxeter — Spessore della terra vegetale — Profondità delle fondamenta di alcuni edifizii — Conclusione.

Gli archeologi non sanno probabilmente di quanto vadano debitori ai lombrici per la conservazione di molti oggetti antichi. Monete, ornamenti d'oro, utensili di pietra, e simili se rimangono sulla superficie del suolo vengono infallibilmente sepolti dai rigetti dei lombrici in pochi anni, e così si conservano al sicuro finché la terra in qualche tempo avvenire non venga smossa e rivoltata. Per esempio, molti anni fa, un prato venne tramutato in un campo di grano sul lato settentrionale del Severn, non lungi da Shrewsbury, e si trovarono un numero sorprendente di punte di frecce in fondo agli scavi, le quali, come credeva il sig. Blakeway, un antiquario del luogo, erano le reliquie della battaglia di Shrewsbury nell'anno 1403, e senza dubbio erano state lasciate allora sparse sul campo di battaglia. In questo capitolo io dimostrerò che non solo gli utensili, gli strumenti, ecc. si conservano così, ma che anche i pavimenti e i ruderi di molti edifizii antichi sono stati sepolti in Inghilterra tanto bene, in gran parte per l'opera dei lombrici, che essi furono scoperti recentemente e solo per caso. Gli enormi strati di rottami, dello spessore di parecchi metri, che stanno sotto a molte città, come Roma, Parigi e Londra, essendo gli inferiori antichissimi, non saranno menzionati qui, siccome non sono stati sepolti per opera dei lombrici. Quando si considera quanta materia vien portata quotidianamente in una grande città, per scopo di costruzione, per combustibile, vestiario e cibo, e come nei tempi antichi le strade maestre fossero cattive e il lavoro della spazzatura trascurato, e una quantità comparati-

vamente piccola venisse portata via, possiamo essere d'accordo con Elia di Beaumont, il quale, discutendo questo argomento, dice: « Per un carro di materiali che ne esce se ne fanno entrare due » (1). Non possiamo neppure trascurare gli effetti del fuoco, la demolizione degli antichi fabbricati, e il trasporto dei rottami nello spazio vuoto più vicino.

Abinger, Surrey. — Nel tardo autunno del 1876 il terreno in una antica aia di quel paese venne scavato alla profondità di 60 a 75 centimetri, e i lavoranti trovarono vari ruderi antichi. Questo indusse il Farrer di Abinger Hall a fare ricerche in un campo arato vicino. In un fosso scavato si scoperse subito uno strato di concrezioni, coperte ancora in parte con *tesseræ* (piccole mattonelle rotonde rosse), e circondate ai due lati da pareti semicrollate. Si crede (2) che quella stanza formasse parte dell'atrio o stanza di ricevimento di una villa romana. Le pareti di due o tre altre stanzette furono scoperte in seguito. Molti frammenti di stoviglie, altri oggetti, e monete di parecchi imperatori romani, colla data dal 133 al 361 e forse al 375 A. D., furono parimente trovate. Si trovò anche un mezzo penny di Giorgio I, 1715. La presenza di quest'ultima moneta sembra un'anomalia; ma senza dubbio cadde sul suolo durante lo scorso secolo, e da quel periodo vi fu un tempo sufficiente perchè si seppellisse sotto a un notevole cumulo di rigetti di lombrici.

Dalle date differenti delle monete romane possiamo supporre che quell'edificio rimase a lungo disabitato. Venne probabilmente rovinato e abbandonato 1400 o 1500 anni or sono.

Fui presente al principio degli scavi (20 Agosto 1877) e il Farrer fece scavare due profondi fossi alle estremità opposte dell'atrio, cosicchè potei esaminare la natura del suolo vicino a quei ruderi. Il campo scendeva formando un angolo di circa 7°, e uno dei due fossi, che si vedono nella sezione (fig. 8), si trovava alla estremità superiore od orientale.

Il diagramma è sulla scala di 1 a 20; ma il fosso, che era largo da metri 1,20 a metri 1,50, e in certe parti profondo metri 1,50, è stato necessariamente ridotto in tutte le proporzioni. Il terreno fino sopra al pavimento dell'atrio variava in spessore da cent. 27,5 a 40 cent., e sul lato del fosso nella sezione era un po' più di cent. 32,5. Dopo che era stato tolto via il terreno vegetale, il pavimento pareva in complesso moderatamente piano; ma in certe parti scendeva ad un angolo di 1°, e in un punto vicino al di fuori ad 8° 30'. La parete intorno al pavimento era costrutta di grosse pietre, ed era dello spessore di cent. 57,5 ove il fosso venne scavato. La sua sommità rotta era qui di cent. 32,5, ma in un'altra

(1) *Leçons de Géologie pratique*, 1845, p. 142.

(2) Una breve relazione di questa scoperta fu pubblicata nel *Times* del 2 gennaio 1878, e una relazione compiuta nel *Builder* 5 gennaio 1878.

parte cent. 37,5, sotto alla superficie del campo, essendo coperto da questo spessore di terra vegetale. In un punto, però, saliva fino a cent. 15 della superficie. Sui due lati della stanza, ove si poteva esaminare bene il punto di unione del pavimento concreto colle pareti circondanti, non vi era spaccatura di separazione. Dopo si vide che questo fosso era stato praticato entro a una stanza vicina (metri 3,30 per metri 3,45 di grandezza), di cui non si supponeva l'esistenza mentre io mi trovava presente.

Sul lato del passo più lontano dalla parete sepolta (U), la terra vegetale variava da cent. 22,5 a cent. 35 di spessore; riposava sopra a una massa (B) spessa cent. 57,5 di terra nericcia, comprendente molte grosse pietre. Sotto a

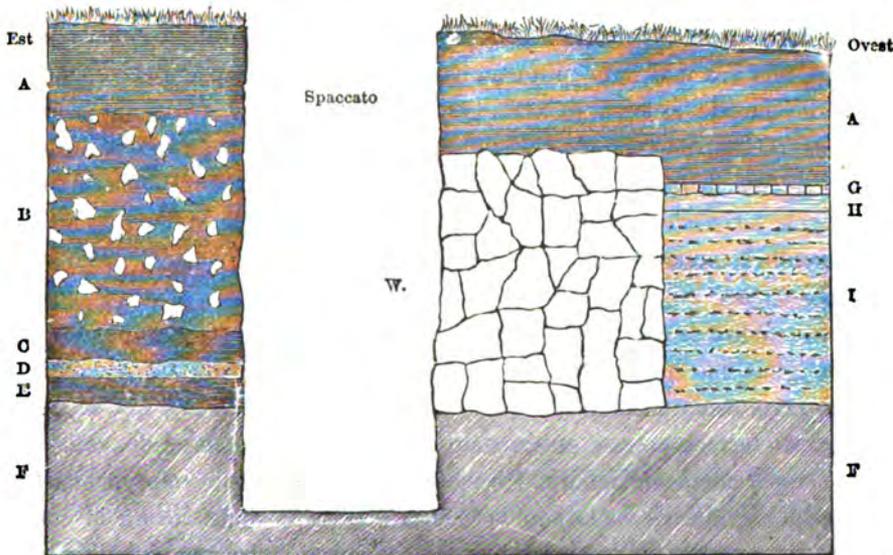


Fig. 8.

Sezione delle fondamenta di una Villa romana sepolta ad Abinger. AA. terra vegetale; B. terra scura piena di pietre, di 32 cent. 5 di spessore; C. terreno vegetale nero; D. cemento rotto; E. terreno vegetale nero; FF, terreno intatto; G, *tessera*; H, concrezioni; I, natura ignota; W, muro sepolto.

questo era uno strato sottile di terra vegetale molto nera (C), poi uno strato di terra piena di rottami di cemento (D), e poi un altro strato sottile (spesso circa cent. 7,5) (F) di terra molto nera, che posava sopra il sottosuolo intatto (F), di sabbia soda, gialliccia, argillacea. Lo strato spesso cent. 57,5 (B) era probabilmente divenuto pavimento in quanto che questo avrebbe rialzato il pavimento della stanza a livello con quello dell'atrio. I due strati sottili di terra nera in fondo al fosso segnavano evidentemente due antiche superficie di terreno. Fuori delle muraglie della stanza settentrionale, si trovarono in seguito molte ossa, ceneri, gusci di ostriche, cocci di stoviglie e un vaso intero alla profondità di 40 cent. sotto alla superficie.

Il secondo scavo venne fatto sul lato occidentale o più basso della villa: il terreno era qui spesso soltanto cent. 15, mill. 12, e posava sopra a una massa di terra fina piena di sassi, di *tesseræ* rotte, dello spessore di cent. 85, sotto al quale vi era la sabbia intatta. Una grande parte di quella terra era stata probabilmente trascinata giù dalla pioggia dalla parte superiore del campo, e i frammenti delle pietre, delle mattonelle, ecc. devono essere venuti dalle rovine immediatamente vicine.

A primo aspetto pareva un fatto sorprendente che quel campo di terreno leggero e arenoso fosse stato coltivato ed arato per tanti anni, senza che si fossero mai scoperte tracce di quei fabbricati. Nessuno sospettava neppure che gli avanzi di una villa romana giacessero nascosti tanto vicino alla superficie. Ma questo fatto sorprenderà meno quando si sappia che quel campo, come credeva il sindaco, non era mai stato arato ad una profondità superiore a cent. 10. È cosa certa che quando la terra fu arata per la prima volta, il pavimento e le pareti rotte circostanti debbono essere stati coperti almeno da 10 centimetri di terreno, perchè altrimenti il pavimento concreto imputridito sarebbe stato scoriato dall'aratro, le *tesseræ* capovolte, e le cime delle pareti antiche abbattute.

Quando le concrezioni e le *tesseræ* furono tolte via sopra a uno spazio di metri 4,20 per metri 2,60, il pavimento che era coperto di terra pesta non mostrava indizi di essere stato compenetrato dai lombrici; e quantunque il terreno vegetale fino soprastante somigliasse moltissimo a quello che in molti luoghi è stato certamente accumulato dai lombrici, tuttavia sembrava appena possibile che questo terreno potesse essere stato portato su dai lombrici da sotto il pavimento apparentemente intatto. Pareva anche sommamente improbabile che le pareti spesse, che circondavano la stanza ed erano unite ancora al concreto, fossero state minate dai lombrici, e si fossero perciò abbassate, e poi coperte dai rigetti. Quindi io conclusi che tutta la terra fina che sta sopra alle rovine era stata spazzata dalla pioggia dalle parti superiori del campo; ma vedremo ora che questa supposizione era certamente sbagliata, sebbene si sapesse che molta terra era stata spazzata dalla pioggia dalla parte superiore del campo nel suo stato presente di aratura durante le piogge dirotte.

Quantunque il pavimento concreto non sembrasse dapprima compenetrato dai lombrici, tuttavia il mattino seguente piccole ciambelle della terra calcata erano state portate su dai lombrici sulle bocche di sette tane, che attraversavano le parti più cedevoli del concreto nudo, o tra gli interstizi delle piccole *tesseræ*. Il mattino del terzo giorno si contarono venticinque bocche; e rialzando ad un tratto le piccole ciambelle di terra, si videro quattro lombrici in atto di fuga precipitosa. Due rigetti vennero spinti in su durante la terza notte sul pavimento, e questi erano di grossa mole. La stagione non era favorevole per la piena attività dei lombrici, e il tempo era stato ultimamente caldo e asciutto, cosicchè

una grande parte dei lombrici viveva allora a una notevole profondità. Scavando i due fossi si incontrarono molte buche aperte e alcuni lombrici si trovarono a circa 75 od 80 centimetri sotto alla superficie; ma ad una profondità maggiore divenivano rari. Tuttavia un lombrico venne tagliato in due alla profondità di metri 1,28, e un altro a metri 1,39 sotto alla superficie. Una buca recente spalmata di *humus* s'incontrò pure alla profondità di metri 1,42 e un'altra a quella di metri 1,62. A profondità maggiori di queste non si videro nè buche nè lombrici.

Siccome io desiderava sapere il numero dei lombrici che vivevano sotto il pavimento dell'atrio — uno spazio di circa 4,20 metri per 2,70 metri — il Farrer ebbe la cortesia di fare delle osservazioni per me, durante le sette settimane seguenti, tempo in cui i lombrici del paese dintorno erano in piena attività, e stavano lavorando presso alla superficie. È molto improbabile che dei lombrici abbiano emigrato dai campi vicini per andare nel piccolo spazio sotto all'atrio, dopo che era stato esportato il terreno della superficie nel quale preferiscono vivere. Perciò possiamo concludere che le buche e i rigetti che si vedevano qui durante le sette settimane seguenti erano opera degli antichi abitanti di quello spazio. Citerò alcuni brani delle note del Farrer.

Agosto, 26, 1877, cioè cinque giorni dopo ripulito il pavimento. La notte precedente vi era stato un acquazzone, che aveva ben lavato la superficie, e allora si contarono le bocche di quaranta buche. Alcune parti del concreto erano salde, e non erano mai state penetrate dai lombrici e qui stava l'acqua della pioggia.

Settembre, 5. — Tracce di lombrici, fatte durante la notte precedente, si potevano scorgere sulla superficie del suolo, e cinque o sei rigetti vermiformi erano stati spinti in su. Questi erano sformati.

Settembre, 12. — Durante gli ultimi sei giorni i lombrici non hanno lavorato, sebbene molti rigetti fossero stati emessi nei campi vicini; ma a questa data la terra alle bocche delle tane era un po' rialzata ossia i rigetti erano emessi, in dieci nuovi punti. Questi erano sformati.

S'intende che quando si parla di una nuova buca, si vuole dire soltanto che una buca antica è stata riaperta. Il Farrer rimase colpito dalla costanza con cui i lombrici tornavano ad aprire le loro antiche buche, anche quando non si emetteva da essi nessuna terra. Osservai sovente lo stesso fatto, e in generale le bocche delle tane sono protette da un mucchio di ciottoli, bastoncini e foglie. Il Farrer parimente osservò che i lombrici viventi sotto al pavimento dell'atrio sovente raccoglievano grossi granelli di sabbia, e ghiaia quanta ne trovavano, intorno alle aperture delle loro buche.

Settembre, 13; tempo dolce umido. Le bocche delle buche sono riaperte, ossia furono emessi dei rigetti in 31 punti; questi erano tutti sformati.

Settembre, 14; 34 buche fresche ossia rigetti; tutti sformati.

Settembre, 15; 44 nuove buche, solo 5 rigetti; tutti sformati.

Settembre, 18; 43 nuove buche, 8 rigetti; tutti sformati.

Il numero di rigetti sui campi circondanti era ora molto grande.

Settembre, 19; 40 buche, 8 rigetti; tutti sformati.

Settembre, 22; 43 buche, solo pochi rigetti freschi; tutti sformati.

Settembre, 23; 44 buche; 8 rigetti.

Settembre, 25; 50 buche, nessun ricordo del numero dei rigetti.

Dopo un intervallo di tre anni, il Farrer, a mia richiesta, cercò di nuovo sul pavimento concreto, e trovò che i lombrici lavoravano ancora.

Conoscendo quanta forza muscolare posseggano i lombrici, e vedendo quanto molle fosse il pavimento in molte parti, non fui sorpreso vedendo che era stato attraversato dalle loro buche; ma è un fatto più sorprendente ancora quello di vedere che il cemento tra le rozze pietre delle pareti spesse, che cingevano le stanze, fu trovato dal Farrer compenetrato dai lombrici.

Il 26 Agosto, cioè cinque giorni dopo che le rovine erano state scoperte, egli osservò quattro tane aperte sulle cime rotte della parete orientale (V. nella figura 8); e, il 15 Settembre, si videro altre buche parimente collocate. Bisogna pure notare che sul lato verticale del fosso (che era molto più profondo che non quello rappresentato nella fig. 8) si videro tre nuove buche, che correvano obliquamente molto in giù sotto alla base delle vecchie pareti.

Vediamo così che molti lombrici vivevano sotto al pavimento e alle muraglie dell'atrio nel tempo in cui furon fatti gli scavi; e che in seguito quasi giornalmente essi portarono in su la terra alla superficie da una profondità notevole. Non vi è la menoma ragione per dubitare che i lombrici abbiano operato in questo modo perchè il pavimento era divenuto sufficientemente guasto da permetter loro di compenetrarlo; e anche prima di quel periodo essi avrebbero vissuto sotto il pavimento, appena era divenuto penetrabile dalla pioggia, cosicchè il terreno sotto si manteneva umido.

Il pavimento e i muri debbono perciò essere stati continuamente minati; e la terra fina deve essersi ammucchiata sopra ad essi per lo spazio di molti secoli, forse di mille anni. Se le buche sotto al pavimento e sotto ai muri, che probabilmente erano tanto numerose quanto sono ora, non fossero franate nel corso di tempo nel modo da noi spiegato prima, la terra sottostante sarebbe stata solcata di canaletti come una spugna; e siccome questo non era il caso, possiamo essere certi che sono crollate. L'effetto inevitabile di questo franamento durante secoli successivi deve essere stato il lento abbassamento del pavimento e dei muri, e il loro solterrarsi sotto ai rigetti accumulati dei lombrici. Lo abbassarsi di un pavimento, mentre si conserva orizzontale, può parere a prima vista improbabile; ma il caso non presenta una vera difficoltà più di quello degli oggetti rimasti alla

superficie di un campo, i quali, come abbiamo veduto, si affondano di parecchi centimetri sotto alla superficie nel corso di pochi anni, sebbene formino ancora uno strato orizzontale parallelo alla superficie. Il seppellirsi del sentiero selciato del mio prato, che ebbe luogo durante le mie osservazioni, è un caso analogo. Anche quelle parti del pavimento concreto che i lombrici non poterono penetrare dovevano essere state certamente quasi minate, o dovevano essersi affondate, come le grosse pietre a Leith Hill Place e a Stonehenge, perchè il terreno doveva essersi conservato umido sotto ad esse. Ma il rapporto dell'affondarsi delle varie parti non sarebbe stato al tutto eguale, e il pavimento non era ben livellato. Le fondamenta dei muri terminanti giacciono, come si vede dalla sezione, a poca profondità dalla superficie; esse quindi avrebbero avuto la tendenza ad abbassarsi quasi nello stesso rapporto del pavimento. Ma ciò non sarebbe seguito se le fondamenta fossero state profonde, come è il caso di certe altre rovine romane che descriveremo in seguito.

Finalmente, possiamo dedurre che una grande parte della terra vegetale fina, che copriva il pavimento e le pareti mezzo rotte di questa villa, in alcuni punti ad uno spessore di 38 centimetri, venne portata su dal profondo dai lombrici. Dai fatti che menzioneremo in seguito non si può mettere in dubbio che una parte della terra più fina, portata su in tal modo, non sia stata trascinata giù ad ogni pioggia diretta dalla superficie in pendio del campo. Se questo non fosse accaduto, una maggior quantità di terra vegetale si sarebbe accumulata sopra alle rovine che non quella ora presente. Ma oltre ai rigetti dei lombrici e un po' di terra portata su dagli insetti, e un po' di polvere accumulata, molta terra fina deve essere stata trasportata dalla pioggia sopra alle rovine dalle parti superiori del campo, dopo che questo venne coltivato, e dalla parte più alta delle rovine alle parti più basse del pendio; lo spessore presente della terra vegetale risulta dall'opera di questi vari agenti.

Si può qui menzionare un esempio recente di abbassamento di un pavimento, comunicato nel 1871 dal Ramsay, direttore del Comitato geologico d'Inghilterra. Un corridoio senza tetto, lungo metri 2,10 e largo 95 centimetri, conduceva dalla sua casa nel giardino, ed era selciato con lastre di pietra di Portland. Parecchie di queste lastre avevano un decimetro quadrato di superficie, altre erano più grandi, altre più piccole. Quel pavimento s'era abbassato di circa centimetri 7,5 lungo il mezzo del passaggio, e di 5 centimetri ai due lati, come si scorgeva dalle linee del cemento che aveva unito in origine le lastre di pietra ai muri. Quel pavimento era divenuto un tantino concavo nel mezzo; ma non v'era abbassamento alla estremità vicino alla casa. Il Ramsay non poteva spiegarsi questo abbassamento, finchè non ebbe osservato che i rigetti di terra vegetale erano frequentemente emessi lungo le fenditure tra le lastre; e quei rigetti venivano regolarmente spazzati. Le varie linee di unione, comprese quelle delle

pareti laterali, erano tutte insieme lunghe metri 11,75. Il pavimento non mostrava segni di essere stato mai rinnovato, e si credeva che la casa fosse stata fabbricata ottantasette anni prima. Tenendo conto di tutte queste circostanze, il Ramsay non mette in dubbio che la terra portata su dai lombrici, dacchè il pavimento venne fatto, o piuttosto dacchè il cemento screpolandosi permise loro di attraversarlo per scavare le loro buche, e quindi in un periodo di tempo molto minore di ottantasette anni, è stata sufficiente a produrre l'abbassamento del pavimento nel grado sopra descritto, eccettuato presso alla casa, ove il terreno sottostante si sarebbe conservato asciutto.

Abbadia di Beaulieu, Hampshire. — Questa abbadia fu distrutta da Enrico VIII, e non rimane ora che una parte del muro della navata meridionale. Si crede che quel re abbia fatto portare via la massima parte delle pietre per far fabbricare un castello; ed è certo che quelle pietre furono portate via. La posizione della navata laterale fu riconosciuta non molto tempo fa, per essersene ritrovate le fondamenta; ed ora il luogo è segnato da delle pietre messe nel terreno. Ove sorgeva anticamente l'abbazia, si estende ora una superficie erbosa eguale, che somiglia per tutti i rispetti al rimanente del campo. Il guardiano, vecchissimo, disse che la superficie non era mai stata livellata al suo tempo. Nell'anno 1853 il duca di Buccleuch fece scavare tre fosse nel tufo alla distanza di pochi metri l'una dall'altra, alla estremità occidentale della navata, e così si scopersero l'antico pavimento a quadrelli dell'abbazia. Queste buche vennero poi circondate da un muro di mattoni, e protette da porte a ghigliottina, acciò si potesse osservare prontamente e conservare il pavimento. Quando mio figlio Guglielmo esaminò quel luogo il 5 gennaio 1872, trovò che il pavimento nelle tre fosse si trovava alla profondità di cent. 16,8, di cent. 25, e di cent. 28,7 sotto alla superficie dell'erbetta circostante. Il vecchio custode asseriva che fu costretto sovente a togliere via dal pavimento i rigetti dei lombrici; e che egli aveva fatto ciò circa sei mesi prima. Mio figlio li raccolse tutti da una delle fosse, di cui l'area era di 51 decimetri quadrati, e pesavano 247 grammi. Calcolando che questa quantità si fosse accumulata in sei mesi, l'accumulamento durante un anno sopra un metro quadrato sarebbe stato di 690 grammi, che, sebbene sia una quantità ragguardevole, è piccolissima se si compara con quella che, come abbiamo veduto, viene emessa sui campi e nei pascoli comuni. Quando visitai quell'abbazia il 22 giugno 1877, il vecchio diceva di aver ripulito le fosse un mese circa prima, ma da quel tempo vennero emessi molti rigetti. Io suppongo che egli credesse di avere spazzato i pavimenti più spesso di quello che non facesse realmente, perchè le condizioni erano per vari rispetti sfavorevolissime all'accumulamento di una quantità di rigetti anche moderata. Le mattonelle arrotondate sono piuttosto grandi, cioè, circa 34 centimetri quadrati, e il cemento che le riunisce in molti punti è intatto cosicchè i lombrici non potevano portare su la terra se non in

certi punti soltanto. Le *tesseræ* posavano sopra un letto di concrezioni, e quindi i rigetti si componevano in gran parte (cioè nella proporzione di 19 a 33) di pezzettini di cemento, granelli di sabbia, piccoli frammenti di roccia, di mattoni o di *tesseræ*, e queste materie non potevano essere guari piacevoli ai lombrici e certamente non erano per essi nutrienti.

Mio figlio fece scavare delle fosse in parecchi punti entro agli antichi muri dell'abbazia alla distanza di parecchi metri dai quadrati coperti di mattoni sopra descritti. Non trovò mattonelle, nè *tesseræ*, sebbene si sapesse che in certe altre parti s'incontrino, ma giunse in un punto al concreto sul quale erano state delle *tesseræ*. La terra vegetale fina sotto all'erbetta sui lati dei vari scavi variava in spessore da cent. 5 a 5,20, e questa posava sopra uno strato di cent. 20,18 a circa cent. 27,5 di spessore, composto di frammenti di cemento e di pezzetti di pietre cogli interstizi compattamente pieni di terra vegetale nera. Nel campo circostante, alla distanza di 18 metri dalla abbazia, la terra vegetale fina aveva uno spessore di cent. 27,5.

Da questi fatti possiamo concludere che quando l'abbazia venne distrutta, e le pietre portate via, rimase alla superficie uno strato di rottami, e che appena i lombrici poterono penetrare il concreto screpolato e le commessure delle *tesseræ*, essi lentamente riempirono gli interstizi nei rottami giacenti alla superficie coi loro rigetti, che si accumularono poi a uno spessore di quasi cent. 7,5 sopra tutta la superficie. Se aggiungiamo a questa ultima quantità la terra vegetale tra i frammenti di pietra, circa cent. 12,5 o 15 cent. di terra vegetale deve essere stata portata su tra il concreto o le *tesseræ*. La concrezione o le *tesseræ* si saranno in seguito abbassate di quasi questa quantità. Le basi delle colonne delle navate sono ora sepolte sotto alla terra vegetale e all'erbetta. Non è probabile che possano essere state minate dai lombrici, perchè le loro fondamenta debbono senza dubbio essere state collocate a una notevole profondità. Se esse non si sono abbassate, le pietre di cui erano costrutte debbono essere state tolte sotto al livello primiero del pavimento.

Chedworth, Gloucestershire. — I ruderi di una grande villa romana furono scoperti qui nel 1866, sul terreno che era stato coperto da un bosco da tempi immemorabili. Non pare che sia mai nato il sospetto che vi fossero sepolti colà degli antichi fabbricati, finchè un cacciatore, avendo fatto uno scavo per cercare dei conigli, trovò alcuni ruderi (1). Ma in seguito si trovarono le cime di muri di pietra in certe parti del bosco sporgenti un tantino dalla superficie del suolo. La massima parte delle monete trovate colà appartenevano a Costanzo (il quale

(1) Furono pubblicate varie relazioni intorno a queste rovine; la migliore è quella di Giacomo Farrer nei *Proc. Soc. of Antiquaries of Scotland*, vol. VI, parte II, 1867, p. 278. — Parimente J. W. Grover, *Journal of the British Arch. Assoc.*, Giugno 1866. Il prof. Buckman pubblicò pure un opuscolo, *Notes on the Roman Villa at Chedworth*, 2^a ediz., 1873, Cirencester.

mori nel 350 A. D.) e alla famiglia di Costantino. I miei figli Francesco e Orazio visitarono quella località nel novembre del 1877, collo scopo di riconoscere quale parte abbiano avuta i lombrici nel seppellire quei numerosi ruderi. Ma le circostanze non erano favorevoli a questo scopo, perchè le rovine sono circondate dalle tre parti da sponde piuttosto ripide, dalle quali la terra veniva trascinata giù dalla pioggia. Inoltre una gran parte delle camere antiche furono coperte da tetti, per proteggere gli eleganti pavimenti a quadrelli.

Alcuni pochi fatti possono, tuttavia, essere citati sullo spessore del suolo sopra a queste rovine. Accanto alla parte esterna delle stanze settentrionali è un muro rotto, di cui la sommità fu coperta da cent. 12,5 di terra vegetale nera; e in uno scavo sul lato esterno di questo muro, ove il terreno non è mai stato smosso, si trovò della terra vegetale piena di pietre, dello spessore di 65 centimetri, che posava sul sottosuolo intatto di creta gialla. Alla profondità di 55 cent. dalla superficie venne trovata la mascella di un maiale e un frammento di mattonella. Quando furon fatti dapprima gli scavi, alcuni grossi alberi crescevano su quei ruderi; e il tronco di uno di essi era stato lasciato appunto sopra un muro di divisione presso alla stanza da bagno, per poter dimostrare lo spessore del suolo sopraincombente che era di 95 centimetri. In una stanzetta, la quale, dopo di essere stata messa allo scoperto, non venne coperta da un tetto, i miei figli osservarono la buca di un lombrico che attraversava il concreto guasto, e trovarono dentro a questo un lombrico vivo. In un'altra stanza aperta i rigetti dei lombrici si vedevano sul pavimento, sul quale un po' di terra si era in tal modo depositata, e qui cresceva ora l'erba.

Bradling, Isola di Wight. — Una bella villa romana fu scoperta qui nel 1880; e alla fine di ottobre non meno di 18 stanze erano state messe allo scoperto. Vi si trovò una moneta colla data del 337 A. D. Mio figlio Guglielmo visitò quel luogo prima che gli scavi fossero compiuti; ed egli mi riferisce che la massima parte dei pavimenti erano dapprima coperti di molti rottami e pietre cadute, coi loro interstizi compiutamente pieni di terra vegetale, ove abbondavano, da quanto dicevano i lavoranti, di lombrici, sopra ai quali era della terra vegetale priva al tutto di pietre. Tutta la massa aveva in più luoghi lo spessore da 90 cent. a metri 1, cent. 20. In una stanza grandissima la terra sovrastante era spessa soltanto 75 centimetri; e dopo che questa venne tolta via, tanti rigetti furono emessi tra le *lesserae* che la superficie doveva quasi essere spazzata ogni giorno. Una grande parte dei pavimenti era molto bene livellata. Le cime dei muri crollati erano in alcuni punti coperte da uno strato di terra vegetale dello spessore di soli 10 o 12 centimetri, per cui erano sovente urlati dall'aratro, ma in altre parti erano coperte da cent. 32,5 a 45 centimetri di terreno. Non è probabile che questi muri possano essere stati minati dai lombrici e si siano abbassati, perchè posavano sopra a un fon-

damento di una sabbia rossa durissima, nella quale i lombrici potevano appena scavare. Tuttavia mio figlio trovò che il cemento, tra le pietre dei muri di un ipocausto, era attraversato da molte buche di lombrici. I ruderi di questa villa stanno sopra a un terreno che ha un pendio di circa 3°; e la terra pare essere stata da lungo tempo coltivata. Perciò non vi ha dubbio che una notevole quantità di terra fina non sia stata trascinata giù dalla pioggia dalle parti superiori del campo, ed abbia avuto una parte cospicua nel seppellire quei ruderi.

Silchester, Hampshire. — Le rovine di questa piccola città romana sono state meglio conservate di qualunque altra di questo genere in Inghilterra. Un muro rotto, che in molte parti era alto da metri 4,50 a metri 5,40 e di un po' meno di 2 chilometri e mezzo di circuito, circonda ora uno spazio di circa 100 acri di terra coltivata, sulla quale stanno un podere e una chiesa (1). Anticamente quando il tempo era asciutto si potevano scorgere le linee dei muri sepolti dall'aspetto delle messi; e recentemente degli scavi molto estesi furono eseguiti per ordine del duca di Wellington, sotto alla sorveglianza del fu rev. J. G. Joyce, mercè i quali vennero scoperti grandi edifizii. Il Joyce fece con molta esattezza delle sezioni colorate, e misurò lo spessore di ogni strato di rottami, mentre gli scavi andavano progredendo; ed egli ebbe la gentilezza di mandarmi copia di molte di esse. Quando i miei figli Francesco ed Orazio visitarono quelle rovine, egli li accompagnò e unì le sue note alle loro.

Il Joyce crede che la città fosse abitata dai Romani durante circa tre secoli, e non vi è dubbio che molta materia deve essersi accumulata entro alle mura durante quel lungo periodo. Sembra che sia stata distrutta dal fuoco, e una grande parte delle pietre adoperate per fabbricare altri edifizii vennero portate via. Queste circostanze sono sfavorevoli per riconoscere la parte che hanno avuto i lombrici nel seppellire quelle rovine; ma siccome non furono mai fatte sezioni accurate dei rottami giacenti sopra una antica città in Inghilterra, darò delle copie delle parti più caratteristiche di alcune di quelle fatte dal Joyce. Esse sono troppo grandi per venire messe qui intere.

Una sezione orientale ed occidentale della lunghezza di 9 metri fu fatta attraverso a una stanza della Basilica, ora chiamata Sala dei Mercanti (fig. 9). Il pavimento duro concreto, coperto ancora di *tesseræ*, fu trovato alla profondità di 90 centimetri sotto alla superficie del campo, che in quel punto era piano. Sul pavimento erano due grossi mucchi di legno carbonizzato, di cui un solo si vede nella porzione di sezione data qui. Quella pila era coperta da uno strato bianco sottile di stucco sgretolato, sopra il quale era una massa molto amalgamata di tegole o mattonelle rotte, di cemento, di rottami e di

(1) Questi particolari sono presi dall'articolo della *Penny Encyclopædia*, art. *Hampshire*.

ghiaia fina dello spessore tutto insieme di cent. 67,5. Il Joyce crede che la ghiaia fosse adoperata per fare il cemento o il concreto, che si è poi guastato, essendosi forse sciolta una parte della calce. Lo stato di sconvolgimento dei rottami può essere dovuto allo sconvolgimento prodotto nella ricerca delle grosse pietre per fabbricare. Questo letto era coperto da terra vegetale fina dello spessore di cent. 22,5. Da questi fatti possiamo concludere che la Sala dei Mercanti venne distrutta dal fuoco e che molti rottami caddero sul pavimento, attraverso ai quali i lombrici avevano portato su la terra vegetale, che formava la superficie del campo livellato.

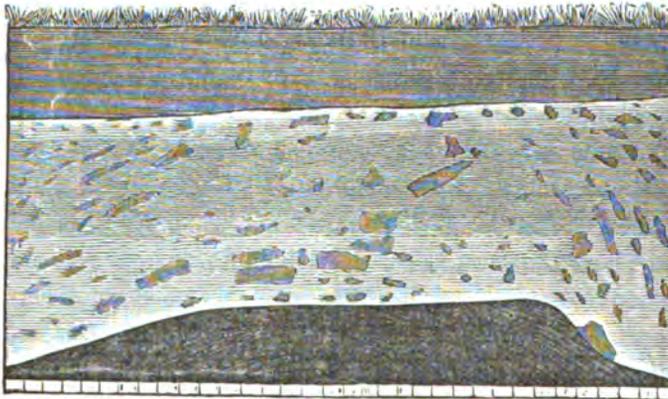


Fig. 9.

Sezione fatta entro ad una stanza nella Basilica a Silchester.

Terra vegetale; spessore 25 cent., 5.

Massa di rottami, dello spessore di cent. 67,5 sovrastante a una pila di legno carbonizzato.

Tesserae, posate sul concreto.

Una sezione praticata attraverso alla metà di un'altra sala nella Basilica, lunga metri 9, 65 cent., detta lo *Ævarium*, si vede nella fig. 10. Sembra che qui abbiamo la prova di due incendi, separati da un intervallo di tempo, durante

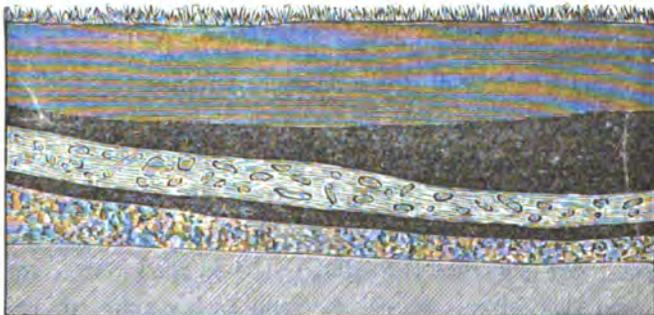


Fig. 10.

Sezione fatta entro una sala della Basilica a Silchester.

Terra vegetale: spessore 40 centimetri.

Legno carbonizzato; spessore 25 cent.

Cemento con mattoni rotti, 15 cent di spessore.

Legno carbon. 5 cent. spes.

Ghiaia intatta.

il quale si andarono accumulando 15 centimetri di « cemento e di concrezioni con tegole rotte ». Sotto ad uno degli strati di legno carbonizzato si trovò un oggetto molto pregevole, un'aquila di bronzo: e questo dimostra che i soldati

debbono avere abbandonato quel luogo in un momento di panico. A cagione della morte del Joyce, non potei accertarmi sotto a quale dei due strati è stata trovata quell'aquila. Credo che il letto di rottami che sovrastava alla ghiaia intatta formasse in origine il pavimento, perchè si trova a livello dei corridoi, al di fuori delle pareti della Sala; ma il corridoio non si vede nella nostra sezione. La terra vegetale nella parte più spessa era alta 50 centimetri; e la profondità dalla superficie del campo coperta dall'erba, fino alla ghiaia intatta, era di 1 metro.

La sezione data nella figura 11 rappresenta uno scavo fatto in mezzo alla città, e la esponiamo qui perchè lo strato di terra vegetale ricca giungeva, se-

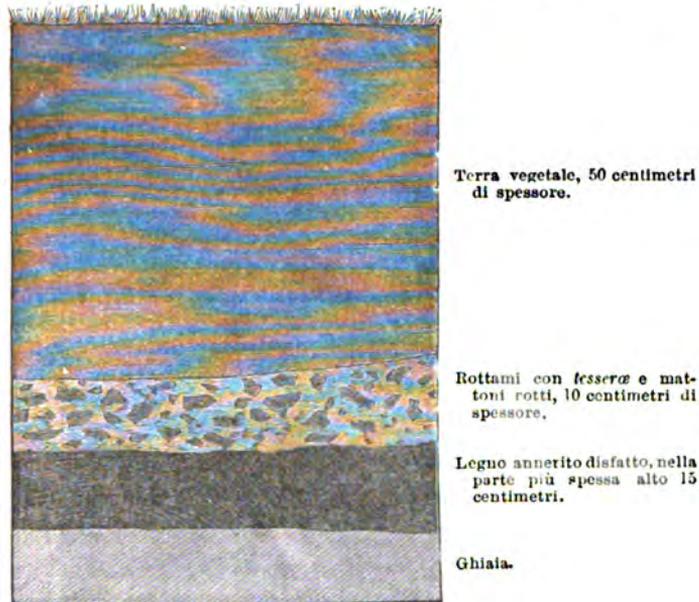


Fig. 11.

Sezione fatta in una massa di fabbricati nel centro della città di Silchester.

condo il Joyce, all'insolito spessore di 50 centimetri. La ghiaia si trovava alla profondità di metri 1,20 dalla superficie; ma non era cosa certa se essa fosse nel suo stato naturale, o se fosse stata portata quivi e pigiata, come segue in alcuni altri luoghi.

La sezione che si vede nella fig. 12 fu presa nel centro della Basilica, e sebbene avesse una profondità di 1 metro, 50 cent., non si era raggiunto il sottosuolo naturale. Il letto segnato « concreto » era probabilmente ad un tempo il pavimento; e gli strati sotto ad esso sembrano essere gli avanzi di fabbricati più antichi. La terra vegetale aveva qui uno spessore di soli centimetri 22,5.

In certe altre sezioni non copiate, abbiamo pure una prova che si eressero

dei fabbricati sopra alle rovine di altri più antichi. In un caso si trovò uno strato di argilla gialla di spessore molto disuguale tra due letti di avanzi, il più basso dei quali posava sopra a un pavimento con *tesseræ*. I vecchi muri rotti sembrano talora essere stati rozzamente gettati più per ridurli ad un livello uniforme, tanto da servire come fondamenta di un edificio temporaneo; e il Joyce suppone che alcuni di questi fabbricati fossero tettoie a ingraticolati, intonacati con argilla, ciò che spiegherebbe lo strato di argilla menzionato sopra.

Veniamo ora ai punti che più immediatamente ci interessano. I rigetti dei

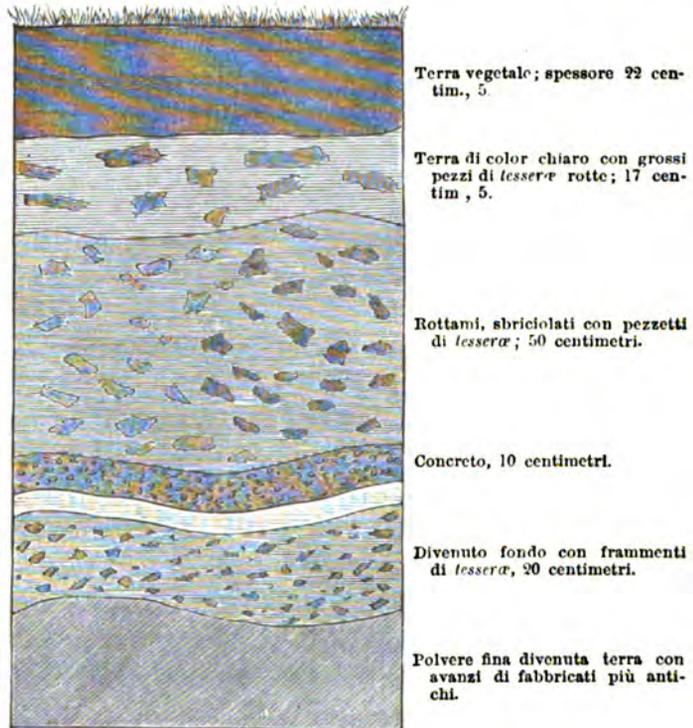


Fig. 12.

Sezione fatta nel centro della Basilica a Silchester.

lombrici furono osservati sui pavimenti di parecchie stanze, in uno dei quali la quadrettatura era insolitamente perfetta. Le *tesseræ* qui erano composte di piccoli cubi di arenaria dura di 25 millimetri circa, parecchie delle quali erano distaccate o sporgevano lievemente sul livello generale.

Sotto a tutte le *tesseræ* sconnesse erano una o due buche di lombrici aperte. I lombrici avevano parimenti penetrato i vecchi muri di quelle rovine. Un muro, che era stato appunto messo a nudo durante gli scavi allora avviati, venne esaminato; era composto di grosse selci, ed aveva uno spessore di 45 centimetri. Pareva intatto, ma quando gli si levò la terra di sotto, si vide che nella parte

più bassa il cemento era tanto sgretolato che le selci si staccarono e caddero pel loro proprio peso. Qui nel centro del muro, alla profondità di cent. 72,5 sotto all'antico pavimento e a metri 1, cent. 22, mill. 17 sotto alla superficie del campo, si trovò un lombrico vivo, e il cemento traforato da parecchie buche.

Un secondo muro fu messo a nudo per la prima volta, e si trovò una buca aperta sulla sua cima rotta. Scostando le selci si poté seguire questa buca fino nell'interno del muro; ma siccome alcune delle selci aderivano fortemente, tutta la massa fu disturbata gettando giù il muro, e si poté seguire la buca fino al fondo. I fondamenti di un terzo muro, che pareva intatto, giacevano alla profondità di metri 1,20 sotto ad uno dei pavimenti, e naturalmente ad una profondità molto più grande sotto al livello del suolo. Una grossa selce venne distaccata dal muro a cent. 30 circa dalla base, e questo richiedette molta forza, perchè il cemento era intatto; ma dietro alla selce proprio nel mezzo del muro il cemento era friabile, e in quel punto si trovarono parecchie buche di lombrici. Il Joyce e i miei figli furono sorpresi del color nero del cemento in quello e in parecchi altri casi, e della presenza di terra vegetale nell'interno dei muri. Una certa quantità può essere stata deposta colà dagli antichi costruttori, invece di cemento; ma dobbiamo tener a mente che i lombrici rivestono le loro buche con *humus* nero. Inoltre certi spazi aperti potevan essere rimasti per caso fra le selci grosse e irregolari; e quegli spazi certamente sarebbero stati riempiti dai lombrici coi loro rigetti, appena avessero potuto penetrare nel muro. L'acqua della pioggia introducendosi nelle buche avrà trascinato in ogni crepaccio delle fine particelle di colore oscuro. Il Joyce era dapprima molto scettico intorno alla quantità di lavoro che io attribuiva ai lombrici; ma egli termina le sue note parlando di quest'ultimo muro menzionato e dice: « Questo fatto cagionò in me maggiore sorpresa e maggior convinzione che non in altri. Io avrei detto, e diceva infatti, che era al tutto impossibile che un muro potesse venire perforato dai lombrici ».

In quasi tutte le stanze il pavimento si è notevolmente abbassato, soprattutto verso il mezzo; e ciò è dimostrato nelle tre sezioni seguenti. Le misure furon fatte tirando una corda fortemente e orizzontalmente sul pavimento. La sezione (fig. 13), fu presa da nord a sud attraverso a una stanza lunga metri 5,50, con un pavimento quasi perfetto, vicino al « Red Wooden Hutt ». Nella metà settentrionale, lo abbassamento ascendeva a centimetri 14,3 sotto al livello del pavimento come ora si trova presso alle pareti; ed era maggiore nella metà settentrionale che non nella meridionale; ma secondo il Joyce, tutto il pavimento era evidentemente abbassato. In parecchi punti le *tesseræ* parevano un tantino staccate dai muri; mentre in altre parti erano in stretto contatto con essi.

Nella figura 14 vediamo una sezione praticata attraverso al pavimento sel-

ciato del corridoio o ambulatorio di un quadrangolo, in uno scavo fatto vicino a « The Spring ». Il pavimento è largo metri 2,32, e le pareti crollate sporgono ora di soli 18 millimetri sopra al livello. Il campo, che era lasciato come pascolo, scendeva qui da nord a sud, con un angolo di $3^{\circ} 40'$. La natura del terreno da ogni lato del corridoio si vede nella sezione. Consisteva in terra piena di sassi e altri avanzi, coperta sopra di terra vegetale scura più spessa nella porzione più bassa o meridionale che non sul lato settentrionale. Il pavimento era quasi a livello lungo le linee parallele delle pareti laterali, ma si era affondato nel mezzo di circa cent. 18, mill. 3.

Una stanzetta a poca distanza da quella rappresentata nella fig. 13 era stata ingrandita dall'inquilino romano dalla parte di mezzogiorno, aggiungendovi circa metri 1,60 in larghezza. Perciò il muro meridionale della casa venne gettato giù, ma i fondamenti del muro antico si sono sepolti a piccola profondità sotto il pavimento della camera ingrandita. Il Joyce crede che questo

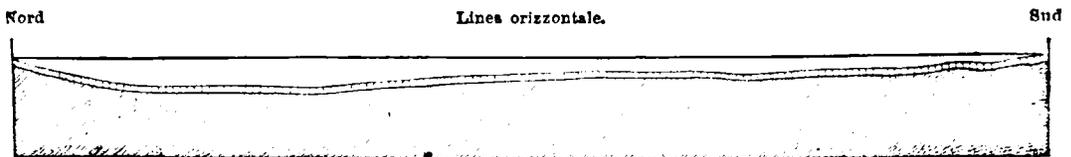


Fig. 13.

Sezione del pavimento abbassato di una stanza, selciata con piccole tessere, a Silchester.

muro sotterrato deve essere stato sepolto prima del regno di Claudio II, il quale morì nel 270 A. D. Vediamo nella sezione rappresentata nella fig. 15 che il pavimento quadrellato ha ceduto in un grado minore sopra il muro sotterrato che non altrove; cosicchè qui una lieve convessità o protuberanza si stendeva in linea retta attraverso alla stanza. Questo condusse a fare uno altro scavo, e così fu scoperto il muro sotterrato.

In queste tre sezioni, e in altre che non sono qui rappresentate, vediamo che gli antichi pavimenti si sono abbassati o hanno ceduto notevolmente.

Il Joyce dapprima attribuiva questo abbassamento soltanto al lento deporsi del terreno. Che vi sia stata una qualche deposizione è probabilissimo, e si può vedere nella sezione 15^a che il pavimento per una larghezza di metri 1,50 sopra all'ingrandimento meridionale della stanza, che doveva essere stata fabbricata sopra terreno nuovo, si è abbassato un poco più che non quello del lato settentrionale. Ma è possibile che questo abbassamento non abbia rapporto di sorta coll'allargamento della stanza, perchè nella fig. 13 una metà del pavimento si è abbassata molto di più che non l'altra metà, senza una causa plausibile. In un passaggio coperto di mattoni della casa del Joyce, fatto soltanto sei anni fa, si era osservato lo stesso abbassamento come negli edifici antichi. Non-

dimeno non sembra probabile che tutta la somma di abbassamento si possa in tal modo spiegare. I costruttori romani scavavano il terreno a profondità insolite pei fondamenti dei loro muri, che erano spessi e saldi; quindi è poco credibile che abbiano trascurato il grado di saldezza dello strato sul quale posavano i loro pavimenti a quadrelli e spesso anche molto ornati. A me sembra che questo abbassamento si possa attribuire in grande parte a ciò che il pavimento era stato minato dai lombrici, che sappiamo essere ancora in lavoro. Anche il Joyce alla fine riconobbe che questo non poteva a meno di aver prodotto un effetto notevole. Così pure la grande quantità di terra vegetale che si trovava sopra a quei pavimenti si poteva attribuire a questa azione, mentre altrimenti non si potrebbe spiegare. I miei figli osservarono che in una stanza in cui il pavimento aveva ceduto pochissimo, era una quantità insolitamente piccola di terra vegetale distesa.

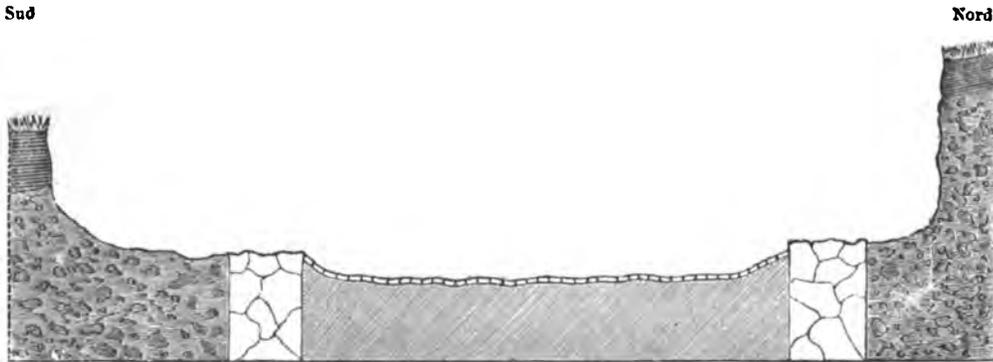


Fig. 14.

Sezione praticata a nord e a sud del pavimento abbassato di un corridoio, selciato con *tesserae*. Al di fuori dei muri di abitura crollati, il terreno scavato si vede per un breve spazio. La natura del terreno sotto alle *tesserae* è ignota. Silchester.

Siccome i fondamenti di questi muri stanno in generale a una notevole profondità, essi non si saranno abbassati affatto per l'azione minatrice dei lombrici, o lo si saranno molto meno del pavimento. Questo effetto deve seguire perchè i lombrici non scavano spesso a grande profondità sotto i fondamenti; ma più specialmente per ciò che i muri non cedono quando sono traforati dai lombrici, mentre le buche formate successivamente in una massa di terra eguale a uno dei muri in profondità e in spessore si sarebbero franate molte volte dopo l'abbandono delle rovine, e in conseguenza si sarebbe ristretta o abbassata. Siccome i muri non possono essersi abbassati molto o affatto, il pavimento immediatamente vicino aderendo ad essi non ha potuto abbassarsi; e così si può spiegare la curva presente nel pavimento.

Il fatto che mi ha sorpreso di più rispetto a Silchester è che durante molti secoli che sono trascorsi dacchè quegli antichi edifizii furono abbandonati, il terreno vegetale non si è accumulato sopra ad essi ad uno spessore maggiore

di quello osservato qui. In molti luoghi è spesso cent. 22,5, ma in certi altri cent. 30 e anche di più. Nella fig. 11 lo spessore è segnato centimetri 50, ma la sua sezione venne fatta dal Joyce prima che la sua attenzione fosse specialmente richiamata su questo argomento. La terra compresa entro agli antichi muri è descritta come avente un lieve pendio verso il sud; ma vi sono certe parti le quali, secondo il Joyce, sono quasi piane, e sembra che il terreno sia qui generalmente più spesso che non altrove. La superficie scende in pendio in altre parti da ovest a est, e il Joyce descrive un pavimento come coperto nella sua estremità occidentale di rottami e di terra vegetale con uno spessore di cent. 70, millimetri 12, e nella estremità orientale con uno spessore di soli cent. 27,5. Un dolcissimo pendio basta a che i rigetti recenti siano trascinati dalle piogge dirotte, e così molta terra andrà a cadere alla fine in molti rivoletti e correnti e verrà portata via. In tal modo si può spiegare, credo, la mancanza di strati molto

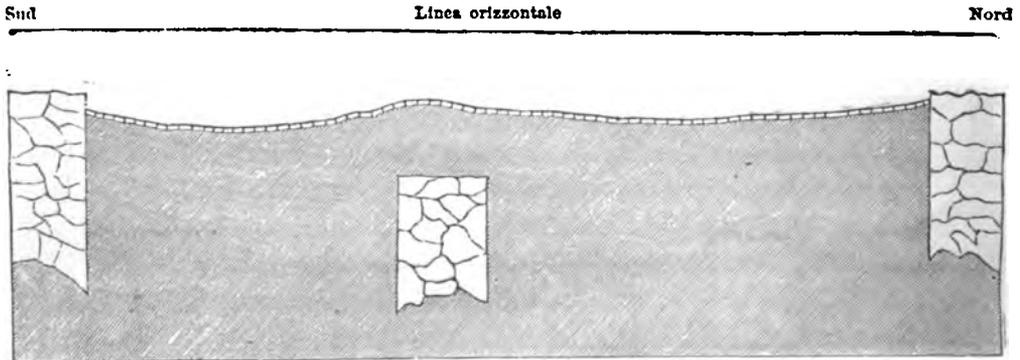


Fig. 15.

Sezione praticata nel pavimento abbassato, selciato di *tesserae*, e dei muri crollati di una stanza a Blichester, che era stata anticamente ingrandita lasciando sepolte le fondamenta del vecchio muro.

densi di terra vegetale sopra a queste antiche rovine. Inoltre una grande parte del terreno qui è stata da un pezzo lavorata, e questo deve agevolare molto il trascinarsi della terra fino durante le piogge dirotte.

La natura degli strati immediatamente sotto al terreno vegetale in alcune sezioni è piuttosto imbarazzante.

Vediamo, per esempio, nella sezione di uno scavo di un prato erboso (fig. 14), che scendeva in pendio da nord a sud con un angolo di $3^{\circ} 40'$, che la terra vegetale sul lato più alto è solo di cent. 15 di spessore, e sul lato più basso è spessa cent. 22,5. Ma questa terra vegetale giace sopra a una massa (cent. 62, mill. 17 di spessore nel lato più alto) « di terra vegetale bruno cupo », come la descrive il Joyce, « nella quale sono fittamente interposti piccoli ciottoli e pezzi di *tesserae* che presentano un aspetto di corrosione e di consumo ». Lo stato di questa terra vegetale scura è simile a quello di un campo che sia stato a lungo arato, perchè la terra si mescola in tal modo con pietre e fram-

menti di ogni genere che sono stati per lungo tempo esposti alle intemperie. Se nel corso di molti secoli questo prato erboso e gli altri campi ora coltivati fossero stati in un certo periodo arati, e in un altro periodo fossero lasciati come pascolo, la natura del suolo della sezione sopra citata sarebbe resa intelligibile. Perchè i lombrici avranno portato su continuamente dal profondo la terra fina, che sarà stata smossa dall'aratro quando la terra era coltivata. Ma dopo un certo tempo si sarà accumulata così una maggior quantità di terra fina molto più spessa di quella che l'aratro non poteva solcare; e un letto simile alla massa spessa cent. 62, mill. 17, della fig. 14, si sarà formato sotto alla terra vegetale della superficie, la quale sarà stata portata alla superficie in tempi più recenti, e bene vagliata dai lombrici.

Wroxeter, Shropshire. — L'antica città romana di Uriconio venne fondata nella prima parte del secolo secondo, se non prima, e fu distrutta, secondo il Wright, probabilmente tra la metà del quarto e del quinto secolo. Gli abitanti furono trucidati, e si trovarono degli scheletri di donne nell'ipocausto. Prima dell'anno 1859 l'unico resto della città esistente sul terreno era una parte di un muro massiccio alto circa 6 metri. Il terreno dintorno era lievemente ondulato, e per lungo tempo non era stato coltivato. Venne notato che il frumento maturava prima in certe file strette, e che la neve rimaneva in certi punti molto più tempo prima di sciogliersi che non in certi altri. Questi fatti, come mi fu detto, indussero taluni a praticare degli scavi.

In tal modo furono messe allo scoperto le fondamenta di molti grandi edifizî. Lo spazio compreso entro alle mura antiche è un ovale irregolare, lungo circa 1 $\frac{3}{4}$ miglia. Una grande quantità delle pietre da taglio o dei mattoni usati negli edifizî debbono essere stati portati via; ma gli ipocausti, i bagni ed altri edifizî sotterranei furono trovati abbastanza in buono stato, essendo stati riempiti di pietre, di *tesseræ* rotte, di rottami e di terra. Gli antichi pavimenti delle varie stanze erano coperti di rottami. Siccome io era ansioso di sapere quale fosse lo spessore del manto di terra vegetale e di rottami che per tanto tempo aveva nascosto quei ruderi; mi rivolsi al dottor H. Johnson, che aveva governato quegli scavi, ed egli, con somma gentilezza, visitò due volte quel luogo per esaminarlo rispetto alle mie domande, e fece fare molti altri scavi in quattro campi che non erano stati fino allora toccati. I risultamenti delle sue osservazioni sono esposti nella tavola seguente.

Egli mi mandò pure degli esemplari del terreno vegetale, e rispose per quanto potè a tutte le mie domande.

Misure prese dal dott. Johnson dello spessore del terreno vegetale
che copre le rovine romane a Wroxeter.

Scavi fatti in un campo detto Lavori antichi.

	Spessore del terreno vegetale
1. Alla profondità di 90 centimetri si giunse alla sabbia intatta cent.	50
2. Alla profondità di centimetri 82,5 si giunse al concreto »	52,5
3. Alla profondità di centimetri 92,5 si giunse al concreto »	22,5

*Scavi fatti in un campo detto Shop Leasows; questo è il campo più alto che
trovasi entro ai vecchi muri, e scende in pendio dal punto sub-centrale sopra
a tutti i lati ad un angolo di circa 2°.*

	Spessore della terra vegetale
4. Sommità del campo, scavo profondo metro 1, cent. 12, millim. 5 metri 1, »	
5. Vicino alla sommità del campo, scavo profondo centimetri 90 cent.	65
6. Vicino alla sommità del campo, scavo profondo cent. 70 »	70
7. Presso alla sommità del campo, scavo profondo cent. 65 »	50
8. Presso alla sommità del campo lo scavo a una delle estremità era profondo centimetri 97,5; qui il terreno vegetale andava gradatamente fino alla sabbia sottostante intatta, e il suo spessore era alquanto arbitrario. All'altra estremità dello scavo s'incontrò un marciapiede alla profondità di soli cent. 17,5 e qui la terra vegetale era spessa solo cent. 17,5 »	50
9. Scavo attaccato al precedente, profondo cent. 70 »	37,5
10. Parte più bassa dello stesso campo; lo scavo era profondo cent. 75 »	37,5
11. Parte più bassa dello stesso campo; lo scavo era profondo cent. 77,5 »	42,5
12. Parte più bassa dello stesso campo; lo scavo era profondo cent. 90 »	70
13. In un'altra parte dello stesso campo uno scavo profondo cent. 22,17 fu arrestato dal concreto »	22,17
14. In un'altra parte dello stesso campo uno scavo profondo cent. 22,5 fu arrestato dal concreto »	22,5
15. In un'altra parte dello stesso campo lo scavo era profondo 50 centimetri quando s'incontrò la sabbia »	40
16. In un'altra parte dello stesso campo lo scavo era profondo 75 centimetri quando si incontrarono le pietre, ad una estremità dello scavo la terra vegetale aveva uno spessore di centimetri 28, all'altra estremità centimetri 35 »	32,5

*Piccoli campi tra Lavori antichi e Shop Leasows, alti quasi,
credo, quanto la sommità dell'ultimo campo.*

	Spessore della terra vegetale
17. Scavo profondo 65 centimetri cent.	60
18. Scavo profondo 25 cent. e poi s'incontrò il marciapiede »	25
19. Scavo profondo cent. 85 »	75
20. Scavo profondo cent. 77,5 »	77,5

Campo sul lato occidentale dello spazio chiuso entro i muri della città antica.

	Spessore della terra vegetale
21. Lo scavo era profondo 70 centimetri quando s'incontrò la sabbia intatta . . cent.	40
22. Lo scavo era alla profondità di cent. 72,5 quando s'incontrò la sabbia intatta . »	37,5
23. Lo scavo era profondo 35 cent. quando s'incontrò un fabbricato »	35

Il dottor Johnson chiama terreno vegetale la terra comune; esso differiva più o meno spiccatamente, pel suo colore oscuro e la tessitura, dalla sabbia sottostante o dai rottami. Negli esemplari che mi mandò, il terreno vegetale somigliava a quello che si trovava immediatamente sotto alle zolle erbose nei vecchi pascoli, tranne che esso sovente conteneva delle pietruzze, troppo grosse per aver attraversato il corpo dei lombrici. Ma gli scavi sopra descritti furono praticati in campi di cui nessuno era tenuto a pascolo, e tutti erano stati da lungo tempo coltivati. Tenendo a mente le osservazioni fatte rispetto a Silchester sugli effetti di una coltivazione prolungata, unita alla azione dei lombrici nel portare alla superficie le particelle più fine, il terreno vegetale, come lo nomina il dottor Johnson, sembra meritare molto bene il suo nome. Il suo spessore ove non v'era sotto marciapiede, pavimento o muri, era più grande di quello osservato in altri punti, cioè in molte parti superava i 60 centimetri, e in un luogo era alto più di 90 centimetri. Il terreno vegetale era più spesso sulla sommità quasi piana del campo detto « Shop Leasows » e accanto a quella, e in un piccolo campo vicino, che, come credo, aveva quasi la medesima altezza. Un lato del primo campo scende con un angolo superiore a 2°, e mi aspettava che la terra vegetale, trascinata dagli acquazzoni, fosse più spessa nella parte più bassa che non nella più alta; ma questo non si osservava nei due o tre scavi colà praticati.

In molti punti, ove le vie correvano sotto alla superficie, oppure ove erano ancora ritti gli antichi fabbricati, la terra vegetale aveva solo 20 centimetri di spessore; e il dott. Johnson fu sorpreso di ciò che nello arare la terra l'aratro non avesse mai urtato contro quelle rovine, e ciò egli non aveva mai sentito dire. Egli crede che quando la terra venne coltivata dapprima i vecchi muri fossero stati gettati giù apposta, e le cavità riempite.

Questo può essere seguito benissimo; ma se dopo l'abbandono della città la terra fosse rimasta per molti secoli incolta, i lombrici avrebbero portato alla superficie tanta terra fina da coprire interamente le rovine; e ciò è come se esse avessero ceduto per essere state minate.

I fondamenti di alcuno dei muri, per esempio quelli della porzione che ancora sporgono di 6 metri sulla superficie, e quelli della piazza del mercato, si trovano alla prodigiosa profondità di metri 4,20; ma è molto probabile che i fondamenti non fossero in generale tanto profondi. Il cemento adoperato nel fabbricare deve essere stato eccellente, perchè in certe parti è ancora sommatamente duro. In ogni luogo ove i muri di qualsiasi altezza sono stati scoperti, essi sono, come crede il dottor Johnson, ancora perpendicolari. I muri con fondamenta tanto profonde non possono essere minati dai lombrici, e perciò non possono essere abbassati, come sembra abbia avuto luogo ad Abinger e a Silchester. Quindi è molto difficile spiegare come siano ora coperti interamente di

terra; ma non so quale sia la parte del terreno vegetale e quale quella dei rottami in questo ricoprimento. La piazza del mercato, che ha fondamenti profondi metri 4, cent. 20, fu coperta, come crede il dottor Johnson, da 15 a 50 centimetri di terra. L'apice dei muri crollati di un *calidarium* o bagno profondi metri 2, cent. 70, erano parimente coperti di quasi 60 centimetri di terra.

La sommità di un arco, che menava in un pozzo di cenere della profondità di metri 2,10, era coperto di poco più di 20 centimetri di terra. Ogniqualevolta un fabbricato il quale non ha ceduto è coperto di terra, noi dobbiamo supporre o che gli strati superiori di pietra siano stati portati via dall'uomo, o che la terra sia stata trasportata sopra ad essi dall'alto per opera della pioggia, o spintavi dai venti tempestosi dal terreno vicino, e questo potrebbe specialmente accadere quando il terreno è stato da lungo tempo coltivato. Nei casi sopra citati la terra vicina è alquanto più alta dei tre punti specificati, per quanto posso giudicare dalle carte e dai ragguagli avuti dal dottor Johnson. Tuttavia se una grande pila di pietre spezzate, di cemento, di stucco, di legname e di cenere cade sopra ai ruderi di un edificio, la disintegrazione di questi coll'andar del tempo, e sotto all'azione vagliatrice dei lombrici, finirà per nascondere completamente tutta la massa sotto a uno strato di terra fine.

Conclusione. — I fatti riferiti in questo capitolo mostrano che i lombrici hanno avuto una parte notevolissima nel seppellire e nascondere i vari edifici antichi romani e altri in Inghilterra; ma senza dubbio la terra trasportata dalla pioggia dai terreni vicini più alti, e il deporsi della polvere, hanno insieme aiutato largamente l'opera del seppellimento. La polvere suole accumularsi ove i vecchi muri crollati sporgono un tantino sopra alla superficie allora esistente, e così dando a essa un certo riparo. I pavimenti delle camere antiche, delle sale e dei corridoi hanno generalmente ceduto, in parte pel cedere del terreno, ma principalmente per essere stati minati dai lombrici; e il cedimento è stato generalmente maggiore nel mezzo che non vicino ai muri. I muri stessi, quando i loro fondamenti non erano profondi, sono stati attraversati e minati dai lombrici, ed hanno in conseguenza ceduto. Lo abbassamento disuguale così prodotto spiega probabilmente i grandi crepacci che si possono vedere in molti muri antichi, come pure il loro inclinarsi dalla verticale.

CAPITOLO V.

AZIONE DEI LOMBRICI NEL DENUDAMENTO DELLA TERRA

Prove del grado di denudamento sopportato dalla terra — Denudamento sub-aereo — Deposizione della polvere — Terreno vegetale: il suo colore oscuro e la sua finezza sono in grande parte dovuti all'azione dei lombrici — Disintegrazione delle rocce per mezzo degli acidi dell'*humus* — Acidi consimili sono generati, da quanto pare, entro al corpo dei lombrici — L'azione di questi acidi è agevolata dal movimento continuo delle particelle di terra — Uno strato denso di terra vegetale arresta la disintegrazione del suolo sottostante e delle rocce — Particelle di pietra consumate o triturate nel ventriglio dei lombrici — Le pietruzze inghiottite servono come pietre da macina — Levigatezza dei rigetti — Frammenti di mattoni nei rigetti sopra agli edifizî antichi * si trovano bene arrotondati — La potenza di triturazione dei lombrici non è al tutto insignificante dal punto di vista geologico.

Nessuno mette in dubbio che il nostro globo fosse composto in un tempo di rocce cristalline, e che la loro disintegrazione per l'azione dell'aria, dell'acqua, dei mutamenti di temperatura, dei fiumi, delle onde del mare, dei terremoti e delle eruzioni vulcaniche, ha prodotto le nostre formazioni sedimentarie. Queste dopo di essersi consolidate e talora tornate a cristallizzarsi, si sono sovente disintegrate nuovamente.

Denudazione significa lo aver portato la materia disintegrata a un livello più basso.

Dei molti risultamenti più spiccati dovuti al progresso della geologia moderna, pochi colpiscono più di quelli che riguardano la denudazione. Da lungo tempo s'era veduto che deve esservi stata un'immensa denudazione; ma finchè le successive formazioni non furono accuratamente descritte e misurate, nessuno poté pienamente riconoscere quale fosse il suo grado. Una delle prime e più notevoli Memorie che furono mai pubblicate su questo argomento, fu quella del Ramsay (1), il quale nel 1846 dimostrò che nel paese di Galles uno strato di roccia solida circa da 2700 a 3300 metri di spessore si è sgretolato e si è sparso su grandi tratti di paese. Forse la prova più semplice della grande denuda-

(1) *On the denudation of South Wales, ecc. Memoirs of the geological Survey of Great Britain*, vol. I, p. 297, 1846.

zione è data dai fessi o crepacci, che si estendono per molte miglia attraverso a certe località, cogli strati di un lato persino 3000 metri sopra agli strati corrispondenti del lato opposto; e tuttavia non vi è traccia visibile di questo spostamento gigantesco sulla superficie della terra. Una grossa colonna di roccia si è spianata da un lato e non dalla parte opposta senza lasciare avanzi.

Fino agli ultimi venti o trent'anni una grande parte dei geologi credeva che le onde del mare fossero i principali agenti nell'opera del denudamento, ma ora possiamo avere la certezza che l'aria e la pioggia, insieme coi ruscelli e i fiumi, sono agenti molto più potenti, se consideriamo tutta l'area della terra. Le lunghe linee di scoscendimento che attraversano molte parti dell'Inghilterra si consideravano prima con tutta certezza come linee costali antiche; ma ora sappiamo che sono rimaste in piedi sopra alla superficie generale semplicemente per aver resistito all'aria, alla pioggia, al gelo, meglio che non le formazioni vicine. Di rado i geologi ebbero la fortuna di convincere i loro colleghi sopra un punto contrastato con una sola memoria; ma il Whitaker, del Comitato geologico d'Inghilterra, ebbe questa fortuna, quando pubblicò, nel 1867, la sua memoria: *On sub-aerial Denudation, and on Cliffs and Escarpments of the Chalk* (1). Prima che questo fascicolo fosse comparso, il Taylor aveva presentato una prova importante sul fatto della denudazione sub-aerea, dimostrando che la quantità di materia trascinata dai fiumi deve infallibilmente abbassare il livello dei loro bacini di drenaggio di molti piedi in uno spazio di tempo non tanto lungo. Questo argomento venne poi trattato in modo molto interessante da Arcibaldo Geikie, Croll e altri, in una serie di notevoli memorie (2). Per coloro i quali non si sono mai occupati di questo argomento, possiamo citare qui un caso solo, cioè quello del Mississippi, che si sceglie di preferenza perchè la quantità di sedimento trascinata da questo grande fiume venne studiata con cura speciale per ordine del Governo degli Stati Uniti. Ne risulta, come dimostra il Croll, che il livello medio dell'area enorme di drenaggio deve essersi abbassata di $\frac{1}{4566}$ di piede ogni anno, ossia di un piede (30 centim.) in 4566 anni. In conseguenza, prendendo il miglior calcolo dell'altezza media del continente Nord Americano, cioè metri 224,40, e guardando al futuro, tutto il grande bacino del Mississippi sarà portato via, e portato giù a livello del mare in meno di 4,500,000 anni, se non segue un

(1) *Geological Magazine*, Ottobre e Novembre 1867, vol. IV, p. 447 e 483. In questa notevole Memoria sono citati molti fatti intorno a questo argomento.

(2) A. TYLOR, *On changes of the sea-level, ecc.*, *Philosophical Mag.* (ser 4^a) vol. V, 1853, p. 258. — ARCIBALDO GEIKIE, *Transactions Geolog. Soc. of Glasgow*, vol. III, p. 153 (letto nel Marzo 1868). — CROLL, *On Geological Time*, *Philosophical Mag.*, Maggio, Agosto e Novembre 1868. Vedi pure il CROLL, *Climate and Time*, 1875, cap. XX. Per alcuni ragguagli recenti sulla quantità di sedimento portato giù dai fiumi, vedi *Nature*, Settembre 23, 1880. Il MELLARD READE pubblicò alcuni articoli interessanti sulla straordinaria quantità di materia portata giù in soluzione dai fiumi. Vedi *Address*, *Geolog. Soc.*, Liverpool, 1876-1877.

sollevamento della terra ». Alcuni fiumi portano giù molto maggior copia di sedimento, relativamente alla loro grandezza, e altri molto meno del Mississippi.

La materia sgretolata viene trasportata tanto dal vento quanto dall'acqua corrente. Durante le eruzioni vulcaniche molta roccia viene tritata e così dispersa grandemente; e in tutti i paesi aridi il vento ha una parte importante nella dispersione di questa materia. La sabbia portata dal vento consuma pure le rocce più dure. Ho dimostrato (1) che durante quattro mesi dell'anno una grande quantità di polvere è portata dal vento dalle coste nord-ovest dell'Africa, e cade sull'Atlantico sopra uno spazio di 1600 miglia in latitudine e per una distanza da 300 a 600 miglia dalla costa. Ma si è veduta cadere della polvere alla distanza di 1030 miglia dalle spiagge africane. Durante una fermata di tre settimane a Santiago nell'Arcipelago del Capo Verde, l'atmosfera era quasi sempre nebbiosa, e cadeva continuamente una polvere sommamente fina che veniva dall'Africa. In un po' di questa polvere che cadeva nel mare alla distanza di circa 330 a 380 miglia dalla costa d'Africa, erano molti pezzettini di pietra di circa $\frac{625}{1000}$ di millimetro quadrato. Più vicino alla costa l'acqua fu veduta tanto scolorata dalla polvere cadente, che una nave nel suo corso lasciava dietro a sé una traccia. Nei paesi, come l'arcipelago del Capo Verde, ove piove raramente e non gela mai, la roccia solida si sgretola malgrado questo; e secondo le opinioni recentemente esposte da un distinto geologo belga, De Koninck, questo sgretolamento può essere attribuito in grande parte all'azione degli acidi carbonico e nitrico, insieme ai nitrati e nitriti di ammoniaca, sciolti nella rugiada.

In tutti i paesi umidi, anche moderatamente tali, i lombrici agevolano il lavoro di denudamento in vari modi. Il terreno vegetale che copre, come un mantello, la superficie del suolo, è tutto passato parecchie volte pei loro corpi. Il terreno vegetale differisce nell'aspetto dal sottosuolo soltanto pel suo colore cupo, e per la mancanza di frammenti o particelle di pietra (quando queste esistono nel sottosuolo) più grosse di quelle che possano attraversare il canale alimentare di un lombrico.

Questo vagliamento del terreno è agevolato, come abbiamo già notato, da animali scavatori di varie sorta, specialmente dalle formiche. Nei paesi ove l'estate è lunga e asciutta, il terreno vegetale nei luoghi più protetti deve aumentare molto per la polvere che vi trasporta il vento da altri luoghi più scoperti. Per esempio, la quantità di polvere che talora si solleva sulle pianure della Plata, ove non sono rocce solide, è tanto grande che durante il « gran secco », 1827 al 1830, l'aspetto della terra, che qui è scoperta, è talmente mutato che gli abitanti non potevano riconoscere i confini dei loro poderi, e ne nacquero litigi

(1) « An account of the fine dust which often falls on Wessels in the Atlantic Ocean, *Proc. Geolog. Soc. of London*, Giugno 4, 1845.

senza fine. Immense quantità di polvere vengono pure sollevate in Egitto e nel mezzodi della Francia. Nella Cina, come afferma Richthofen, degli strati che si mostrano come un fine sedimento, dello spessore di parecchie centinaia di piedi e che si estendono sopra un'area enorme, debbono la loro origine alla polvere trasportata dagli Altipiani dell'Asia centrale (1). Nei paesi umidi come la Gran Bretagna, finchè la terra rimane nel suo stato naturale coperta di vegetazione, il terreno vegetale in nessun luogo può aumentare molto per la polvere; ma nella loro presente condizione i campi presso alle strade maestre, ove vi è molto passaggio di carri e carrozze, debbono ricevere una notevole dose di polvere, e quando i campi sono arati di giorno e in tempo di vento, si vedono sollevarsi delle nuvole di polvere. Ma in tutti questi casi la superficie del suolo è semplicemente trasportata da un luogo all'altro. La polvere che cade così fitta entro alle nostre case si compone in grande parte di materia organica, e se si sparge sul suolo deve col tempo putrefarsi e scomparire quasi interamente. Tuttavia, da certe recenti osservazioni fatte sui campi di neve nelle regioni artiche, sembra che un po' di polvere meteorica di origine extramondana vada continuamente cadendo.

Il colore oscuro della terra vegetale comune è dovuto evidentemente alla presenza della materia organica in decomposizione, la quale tuttavia è presente soltanto in piccola quantità. La perdita di peso cui va soggetta la terra vegetale quando si fa scaldare al calor rosso sembra derivare in gran parte da ciò che l'acqua di composizione viene eliminata. In un esemplare di terra vegetale fertile si è riconosciuto che la materia organica era soltanto per 1,76 per cento; in qualche terreno artificialmente preparato saliva a 5,5 per cento, e nel celebre terreno nero della Russia da 5 a 12 per cento (2). Nel terreno formato esclusivamente di foglie decomposte la quantità di sostanza organica è molto più grande, e nella torba il carbonio solo sale talora al 64 per cento; ma questi ultimi casi non ci riguardano. Il carbonio del terreno tende gradatamente ad ossidarsi ed a scomparire, tranne ove l'acqua si accumula e il clima è freddo (3); cosicchè nei pascoli vecchi non v'ha un grande eccesso di sostanza organica, malgrado il

(1) Pel Plata vedi il mio *Journal of Researches* durante il viaggio del *Beagle*, 1845, p. 133. ELIA DI BEAUMONT ha dato (*Leçons de Géolog. pratique*, tom. I, 1845, p. 183) una eccellente relazione della enorme quantità di polvere che viene trasportata in certi paesi. Non posso a meno di credere che il Proctor non abbia esagerato alquanto (*Pleasant Ways in Science*, 1879, p. 379) l'azione della polvere in un paese umido come è l'Inghilterra. GIACOMO GEIKIE ha dato (*Prehistoric Europe*, 1880, p. 165) un sunto compiuto delle teorie del Richthofen, che egli tuttavia contraddice.

(2) Questi dati sono presi da VON HENSEN nel *Zeitschrift für Wissenschaft. Zoologie*, Bd. XXVIII, 1877, p. 360. Quelli che riguardano la torba sono presi dal JULIEN nei *Proc. American. Assoc. Science*, 1879, p. 314.

(3) Ho citato alcuni fatti sul clima necessario o favorevole per la formazione della torba nel mio *Journal of Researches*, 1845, p. 287.

continuo decomporre delle radici e degli steli sotterrati delle piante, e l'aggiunta che si fa del concime. La scomparsa della materia organica dal terreno vegetale è probabilmente molto agevolata dall'essere questo continuamente portato alla superficie nei rigetti dei lombrici.

D'altra parte i lombrici accrescono notevolmente la materia organica nel terreno col numero straordinario di foglie semi-marcite che trascinano nelle loro buche alla profondità di 5 a 7 centimetri. Essi fanno questo principalmente per scopo di nutrimento, ma in parte per chiudere la bocca delle loro tane e per tappezzarne la parte superiore. Le foglie che consumano sono inumidite, sbriciolate, in parte digerite, e mescolate intimamente colla terra; ed è questo processo che dà al terreno vegetale la sua tinta cupa uniforme. È cosa nota che colla decomposizione della materia vegetale si sviluppano degli acidi; e siccome il contenuto degli intestini dei lombrici e i loro rigetti sono acidi, sembra probabile che il processo della digestione produca un analogo mutamento chimico nelle foglie semi-marcie inghiottite e triturate. La grande quantità di carbonato di calcio che secernono le ghiandole calcifere serve, da quanto pare, a neutralizzare gli acidi generati in tal modo; perchè il liquido digestivo dei lombrici non opera a meno di essere alcalino. Siccome il contenuto della parte superiore dei loro intestini è acido, questa acidità si può appena attribuire alla presenza dell'acido urico. Possiamo perciò concludere che gli acidi nel canale alimentare dei lombrici si formano durante il processo della digestione, e questi acidi probabilmente sono quasi della stessa natura di quelli dell'*humus* comune. Tutti sanno che questi ultimi hanno la facoltà di disossidare o disciogliere il perossido di ferro, come si può vedere ogniqualvolta la torba sta sopra alla sabbia rossa, o quando una radice infracidita penetra in una cosiffatta sabbia. Ora io conservai alcuni lombrici in un vaso pieno di sabbia finissima rossiccia, composta di minute particelle di silice rivestite di ossido di ferro rosso; e le buche che i lombrici facevano in quella sabbia, erano spalmate o coperte nel modo consueto dei loro rigetti, formati di sabbia mista alle loro secrezioni intestinali e ai prodotti di scarto delle foglie digerite; e quella sabbia aveva quasi interamente perduto il suo colore rosso. Quando si poneva sotto il microscopio una piccola porzione di essa, si vedevano la massima parte dei granellini trasparenti e senza colore a cagione dello sciogliersi dell'ossido; mentre quasi tutti i granellini presi da altre parti del vaso erano rivestiti di quell'ossido. L'acido acetico produceva pochissimo effetto su quella sabbia; e anche gli acidi idroclorico, nitrico e solforico diluiti come nella Farmacopea, producevano minor effetto che non gli acidi degli intestini dei lombrici.

Il Julien raccolse recentemente tutte le informazioni esistenti intorno agli acidi generati nell'*humus*, i quali, secondo alcuni chimici, ascendono a più d'una dozzina di specie differenti. Questi acidi, come pure i loro sali (vale a dire combinati colla potassa, colla soda e coll'ammoniaca), hanno un'azione energica

sul carbonato di calcio e sugli ossidi di ferro. Si sa pure che alcuni di questi acidi, che molto tempo fa Thénard chiamava azo-umici, non possono sciogliere la silice colloidale in proporzione del nitrogeno che essi contengono (1). Nella formazione di questi ultimi acidi i lombrici probabilmente presentano qualche aiuto, perchè il dott. Johnson mi informa che colla prova di Nessler egli trovò 0,018 per cento di ammoniaca nei loro rigetti.

I vari acidi umici, che sembrano, come abbiamo veduto, generarsi entro al corpo dei lombrici durante il processo della digestione, e i loro sali acidi hanno una parte importantissima, secondo le recenti osservazioni del Julien, nello sgretolamento delle varie sorta di rocce. Da lungo tempo si sa che l'acido carbonico, e senza dubbio l'acido nitrico e nitroso, presenti nell'acqua piovana, operano nello stesso modo. Vi è pure un grande eccesso di acido carbonico in tutti i terreni, specialmente in quelli più grassi, e questo viene sciolto dall'acqua nel suolo. Inoltre le radici viventi delle piante, come dimostrarono il Sachs ed altri, corrodono in breve e lasciano le loro impronte sulle lastre levigate del marmo, della dolomite e del fosfato di calcio. Esse intaccano anche il basalto e l'arenaria (2). Ma noi qui non abbiamo da occuparci di agenti che sono al tutto indipendenti dall'azione dei lombrici.

Il combinarsi di un acido qualunque con una base viene molto agevolato dall'agitazione, perchè nuove superfici vengono così portate continuamente in contatto fra loro. Questo sarà interamente effettuato per le particelle di pietra e per la terra entro agli intestini dei lombrici, durante il processo digerente; e bisognerà ricordarsi che la massa intera del terreno vegetale che sta sopra ogni campo, passa, nel corso di pochi anni, pei loro canali alimentari. Inoltre siccome le buche vecchie crollano lentamente, e siccome nuovi rigetti sono continuamente portati alla superficie, tutto lo strato superficiale di terreno vegetale continuamente si rivolta o circola; e lo sfregamento delle particelle una coll'altra porterà via le pellicole più fine della materia disintegrata appena queste siano formate. Con questi vari mezzi i minuti frammenti delle rocce di molte specie e le semplici particelle del terreno saranno continuamente esposte alla decomposizione chimica; e in tal modo il terreno tenderà ad aumentare.

Siccome i lombrici spalmano le loro buche coi loro rigetti, e siccome le buche penetrano alla profondità di 1^m,50 a 1^m,80 o anche più, una piccola quantità di acidi umici sarà portata molto giù, e opererà qui sulle rocce e sui frammenti

(1) A. JULIEN, « On the geological action of the Humus-acids », *Proc. Americ. Assoc. Science*, vol. XXVIII, 1879, p. 311. Parimente sulla *Chemical erosion on Mountain Summits*; New-York Academy of Sciences, Ottobre 14, 1878, come è citata nell'*American Naturalist*. Vedi pure su questo argomento S. W. JOHNSON, *How Crops Feed*, 1870, p. 138.

(2) Vedi, per ragguagli intorno a questo argomento, S. W. JOHNSON, *How Crops Feed*, 1870, pag. 326.

di roccia che stanno sotto. In tal modo lo spessore del terreno vegetale, se non ne viene esportata nessuna quantità dalla superficie, tenderà costantemente e lentamente ad aumentare; ma questo accumulamento dopo un certo tempo ritarderà lo sgretolamento delle rocce sottostanti e delle particelle collocate più profondamente. Perchè gli acidi dell'*humus*, che sono principalmente nello strato superiore del terreno vegetale, sono composti sommamente instabili, e vanno soggetti alla decomposizione prima di giungere a una grande profondità (1). Un fitto strato di terreno stratificato arresterà pure il propagarsi nel profondo di grandi fluttuazioni della temperatura, e nei paesi freddi arresterà l'azione potente del gelo. Da queste varie cause lo sgretolamento sarà quasi arrestato, e se il terreno vegetale che copre la superficie crescesse molto in spessore, ciò dipenderebbe dal non essere affatto o solo poco esportato dalla superficie (2). Proprio vicino a me ebbi una prova singolare del modo in cui pochi piedi di argilla arrestano il mutamento che si produce nelle selci che stanno libere allo scoperto; perchè i grossi ciottoli che sono rimasti per qualche tempo sulla superficie dei campi arati non possono adoperarsi per fabbricare; essi non si spaccano bene e i muratori dicono che sono infraciditi (3). Quindi è necessario ottenere selci per fabbricare da uno strato di argilla rossa che ricopre la creta (residuo della soluzione operata dall'acqua piovana) o dalla creta stessa.

Non solo i lombrici agevolano indirettamente lo sgretolamento chimico delle rocce, ma vi sono buone ragioni per credere che essi pure operino in modo diretto e meccanico sulle particelle più piccole. Tutte le specie che ingoiano terra sono munite di ventriglio; e questo è tappezzato da una membrana chitinoso tanto spessa che il Perrier la considera (4) come « una vera armatura ». Il ventriglio è circondato da robusti muscoli trasversali, i quali, secondo il Claparède, sono spessi dieci volte quanto i longitudinali; e il Perrier li vide contrarsi energicamente. I lombrici appartenenti al genere *Digaster* hanno due ventrigli

(1) Questa asserzione è presa dal JULIEN, *Proc. American. Assoc. Science*, vol. XXVIII, 1879, pag. 330.

(2) La facoltà preservatrice di uno strato di terra vegetale e di zolle erbose si dimostra sovente per lo stato perfetto delle intaccature glaciali sulle rocce un tempo scoperte. Il GEIKIE afferma, nella sua ultima interessante opera (*Prehistoric Europe*, 1881), che le solcature più perfette derivano probabilmente dall'ultimo accesso del freddo ed aumento del ghiaccio, durante un periodo glaciale lunghissimo e intermittente.

(3) Molti geologi hanno provato una grande sorpresa vedendo la assoluta scomparsa delle selci sopra grandi aree quasi piane, dalle quali il gesso è stato eliminato per la denudazione subaerea. Ma la superficie di ogni selce è rivestita da uno strato opaco modificato, che rimane intaccato da una punta di acciaio, mentre la superficie rotta di fresco e traslucida non cede in tal modo. La eliminazione per opera delle azioni atmosferiche delle superfici esterne modificate dalle selci lasciate allo scoperto, sebbene certamente lentissima, insieme alla modificazione che opera indentro, produrrà, per quanto possiamo supporre, alla fine il loro completo sgretolamento, sebbene sembrino essere tanto durevoli.

(4) *Archives de Zoolog. expér.*, tom. III, 1874, p. 409.

distinti, ma al tutto simili; e in un altro genere, il *Moniligaster*, il secondo ventriglio si compone di quattro borse succedentisi una all'altra, cosicchè si potrebbe quasi dire che ha cinque ventrigli (1).

Nello stesso modo in cui gli uccelli gallinacei e lo struzzo inghiottono sassolini per agevolare la triturazione del loro cibo, così pare essere il caso pei vermi di terra. Furono aperti i ventrigli di trentotto dei nostri lombrici comuni, e in venticinque di essi si trovarono sassolini o granelli di sabbia, talora insieme con alcune concrezioni calcaree dure formatesi entro alle ghiandole calcifere anteriori, e in due altri le concrezioni soltanto. Nei ventrigli dei lombrici rimanenti non erano pietruzze; ma alcuni di questi casi non erano vere eccezioni, poichè i ventrigli furono aperti nel tardo autunno, quando i lombrici avevano cessato di nutrirsi e i loro ventrigli erano interamente vuoti (2).

Quando i lombrici scavano le loro buche entro a terra ove abbondano le pietruzze, senza dubbio molte debbono necessariamente venire inghiottite; ma non bisogna supporre che questo fatto possa spiegare la frequenza con cui si trovano i sassolini e la sabbia nel ventriglio di questi animali. Perchè delle perle di vetro, dei frammenti di mattoni e di tegole dure furono sparsi sulla superficie della terra nei vasi in cui erano tenuti dei lombrici ed ove avevano già scavato le loro tane; e molte di quelle perle e di questi frammenti furono abboccati e inghiottiti dai lombrici, perchè vennero trovati nei rigetti, negli intestini, nei ventrigli di essi. Inghiottono anche la polvere rossa grossolana, che si forma pestando dei mattoni. Non si può nemmeno supporre che essi scambiassero per cibo le perle di vetro o i frammenti di mattone; perchè abbiamo veduto che hanno il gusto abbastanza delicato per distinguere fra le varie sorta di foglie. È chiaro perciò che inghiottono oggetti duri, come pezzi di pietra, perle di vetro e frammenti angolosi di mattoni o di tegole per qualche scopo speciale; e non si può guari mettere in dubbio che questo agevoli nei loro ventrigli lo stritolamento e il macinamento della terra, che essi consumano tanto largamente. Che questi oggetti duri non siano necessari a stritolare le foglie, si può dedurre dal fatto che certe specie, le quali vivono nella melma e nell'acqua e si nutrono di sostanza vegetale viva o morta, ma che non inghiottono terra, non sono forniti di ventriglio (3), e perciò non hanno la facoltà di trar partito delle pietre.

Durante il processo di macinazione, le particelle di terra debbono sfregarsi le une colle altre, e contro alle pietruzze e alla membrana ruvida del ventriglio. Le particelle più molli sopportano così un qualche attrito, e perciò vengono stri-

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, tom. VIII, 1872, p. 95, 131.

(2) MORREN, parlando della terra che si trova nel canale alimentare dei lombrici, dice: « *porraepe cum lapillis commixtam vidi* ». *De Lumbrici terrestri ecc.*, 1829, p. 16.

(3) PERRIER, *Archives de Zoolog. expér.*, tom. III, 1874, p. 419.

tolate. Questa conclusione si appoggia all'aspetto dei rigetti emessi da poco, perchè questi sovente mi ricordarono l'aspetto del colore quando un operaio lo stritola fra due pietre piatte. Il Morren osserva che il canale intestinale è « *impleta tenuissima terra, veluti in pulverem redacta* » (1). Il Perrier parla pure dello « stato di pasta sommamente fina alla quale si riduce la terra che essi rigettano, ecc. » (2).

Siccome il grado di triturazione a cui le particelle di terra vanno soggette nel ventriglio dei lombrici ha un certo interesse (come vedremo in seguito), io cercai di ottenere una prova di ciò esaminando con cura molti frammenti che avevano attraversato il loro canale alimentare. Rispetto ai lombrici che vivono allo stato naturale è naturalmente impossibile sapere a qual grado di consumo fossero i frammenti prima di essere inghiottiti. Tuttavia è chiaro che i lombrici non sogliono scegliere le particelle già arrotondate, perchè sovente si trovano nel loro ventriglio e nei loro intestini dei pezzetti angolosi di selce o di altra roccia dura.

In tre casi furono trovate tre spine aguzze prese dagli steli di un rosaio. I lombrici tenuti in prigione inghiottivano ripetutamente dei pezzetti angolosi di mattone duro, di carbone, di cenere, e anche dei pezzetti taglienti di vetro. Gli uccelli gallinacci e gli struzzi conservano per lungo tempo nel loro ventriglio alcune pietruzze le quali divengono in tal modo arrotondate; ma questo non sembra essere il caso nei lombrici, giudicando dal gran numero dei frammenti di mattone, di perle, di vetro, di pietruzze, ecc., che si trovano comunemente nei loro rigetti e nei loro intestini. Cosicchè, a meno che gli stessi frammenti non passino ripetutamente pei loro ventrigli, non può aspettarsi di vedere tracce visibili di attrito in quei frammenti, eccettuato forse nel caso di pietruzze molto tenere.

Riferirò ora alcuni esempi di attrito che mi fu dato di raccogliere. Nei ventrigli di alcuni lombrici tirati fuori da uno strato sottile di terra vegetale che stava sopra al gesso erano molti piccoli frammenti arrotondati di gesso; e due frammenti del guscio di un mollusco terrestre (come riconobbi dalla loro struttura veduta col microscopio), e questi ultimi non erano bene arrotondati ma alquanto levigati. Le concrezioni calcaree formate nelle ghiandole calcifere, che s'incontrano sovente nei ventrigli e negli intestini dei lombrici, e qualche volta nei loro rigetti, quando sono di grossa mole, talora si vedevano essere state bene arrotondate; ma rispetto a tutti i corpi calcarei l'aspetto arrotondato può derivare in parte o interamente dalla corrosione prodotta dall'acido carbonico e dagli acidi dell'*humus*. Nei ventricoli di parecchi lombrici, raccolti nel mio orto vicino

(1) MORREN, *De Lumbrici terrestris* ecc., p. 16.

(2) *Archives de Zoolog. expér.*, tom. III, 1874, p. 418.

a una stufa a fiori, si trovarono otto frammenti di cenere, e di questi sei erano più o meno rotondi, come erano pure due pezzetti di mattoni; ma alcuni altri pezzi non erano per nulla arrotondati. La strada di un podere presso ad Abinger Hall era stata coperta sette anni prima di uno strato di rottami di mattoni della profondità di 15 centimetri; l'erba era cresciuta sopra a quei rottami dai due lati della strada per una lunghezza di 45 centimetri, e sopra a quelle zolle d'erba erano innumerevoli rigetti. Alcuni di questi avevano un colore rosso uniforme dovuto alla presenza di molta polvere di mattoni e contenevano molte particelle di mattone e di cemento duro del diametro di 1 a 3 millimetri, molte delle quali erano evidentemente arrotondate; ma tutte queste particelle possono essere state rotonde prima di essere protette dall'erbetta e di essere inghiottite, come quelle delle parti scoperte della strada che erano molto consumate. Uno scavo praticato in un pascolo era stato riempito con rottami di mattone nello stesso tempo, cioè sette anni prima, e ora era coperto di erbetta; e qui i rigetti contenevano moltissime particelle di mattone, tutte più o meno arrotondate; e quei rottami di mattone, dopo d'essere stati chiusi in quello scavo non possono avere sopportato d'attrito di sorta. Parimente, per formare delle passeggiate fu fatto uno strato di vecchi mattoni sbriciolati, con frammenti di cemento, e quello strato fu coperto da 10 a 15 centimetri di ghiaia; sei pezzettini di mattone vennero estratti dai rigetti raccolti su quelle passeggiate, tre dei quali erano evidentemente consumati. Vi erano pure moltissime particelle di cemento duro, metà delle quali circa erano bene arrotondate; e non è credibile che queste siano state tanto consumate all'azione dell'acido carbonico nel corso di soli sette anni.

Un esempio molto più evidente dell'attrito degli oggetti duri nei ventrigli dei lombrici si può vedere nello stato dei pezzettini di tegole o di mattoni e di concreto nei rigetti emessi ove esistevano un tempo edifici antichi. Siccome tutta la terra che ricopre il campo passa ogni tanti anni pel corpo dei lombrici, è probabile che gli stessi pezzettini siano inghiottiti e portati alla superficie molte volte nel corso dei secoli. Bisogna notare che in questi vari esempi la sostanza più fina veniva esportata coll'acqua dai rigetti, e allora tutti i pezzettini di mattoni, di tegole e di concreto si raccoglievano senza farne una scelta, e in seguito venivano esaminati. Ora nei rigetti emessi fra le *tesseræ* sopra a uno dei pavimenti sepolti della villa Romana ad Abinger, erano molti frammenti (del diametro di $\frac{1}{8}$ a 2 millim.) di *tesseræ* e di concreto, che non si potevano vedere ad occhio nudo o con una forte lente e dubitare un momento che non avessero sopportato molto attrito. Dico questo dopo di avere esaminato molti piccoli ciottoli consumati dall'acqua, formati di mattoni romani, che Enrico di Saussure ebbe la gentilezza di inviarmi, e che egli aveva estratto da letti di sabbia e di ghiaia, deposti sulle spiagge del Lago di Ginevra, in un periodo anteriore quando l'acqua era a circa due metri sopra il livello presente. I più piccoli di questi frammenti di mattone

rosi dall'acqua, venuti da Ginevra, somigliavano molto a quelli estratti dai ventrigli dei lombrici, ma i più grossi erano alquanto più levigati.

Quattro rigetti trovati sopra a un pavimento a quadrelli scoperto recentemente nella grande stanza della villa Romana a Brading contenevano molti pezzettini di tegole o di mattoni, di cemento, e di uno stucco bianco durissimo; e la massima parte di quelli avevano un aspetto chiaramente consumato. Le particelle di cemento, però, pareano piuttosto aver sofferto la corrosione che non l'attrito, perchè sovente dalla loro superficie sporgevano dei granelli di silice. I rigetti presi nella navata dell'Abbadia di Beaulieu, distrutta da Enrico VIII, furono raccolti da una grande distesa erbosa, che copriva il pavimento a quadrelli, attraverso al quale passavano le buche dei lombrici; e questi rigetti contenevano un numero infinito di pezzettini di tegole e di mattoni, di concreto e di cemento, di cui la maggior parte avevano sopportato un attrito più o meno grande. Vi erano pure molte minutissime scaglie di lavagna micacea, di cui le punte erano divenute bene rotonde. Se la supposizione sopra esposta, che in tutti questi casi gli stessi minuti frammenti abbiano attraversato varie volte i ventrigli dei lombrici, viene respinta, malgrado la sua inerente probabilità, dobbiamo allora supporre che in tutti i casi citati sopra i molti frammenti arrotondati che furono trovati nei rigetti avevano tutti per caso sopportato molto attrito prima di essere inghiottiti; e ciò è sommamente improbabile.

D'altra parte bisogna fermare che i frammenti degli ornamenti di mattone, alquanto più duri delle *tesseræ* o dei mattoni, che erano stati inghiottiti una volta sola dai lombrici tenuti in schiavitù, non erano, eccettuato un caso, e questo anche dubbio di uno o due granelli più piccoli, per nulla arrotondati. Nondimeno alcuni di essi parevano un po' consumati, sebbene non fossero arrotondati. Malgrado questi casi, se consideriamo l'esempio citato sopra, non vi può essere guari dubbio che i frammenti, i quali fanno ufficio di macine nel ventriglio dei lombrici, sopportano, quando non sono di natura durissima, un certo grado di attrito; e che le particelle di terra, le quali vengono consuetamente inghiottite in quantità tanto notevole dai lombrici, sono stritolate fra loro e così vengono levigate. Se la cosa sta in questi termini, la « terra tenuissima », — la « pasta eccessivamente fina », — di cui si compongono in gran parte i rigetti, è dovuta fino a un certo punto all'azione meccanica del ventriglio (1); e questa materia finissima, come vedremo nel capitolo seguente, è quella che viene principalmente esportata dall'acqua dagli innumerevoli rigetti sopra a ogni campo durante le

(1) Questa conclusione mi fa ricordare il fatto di una grande quantità di limo gessoso sommamente fino che si trova nei ristagni di molti atolli, ove il mare è tranquillo e le onde non possono triturare gli scogli di corallo. Questo limo deve essere attribuito, secondo me (*The Structure and Distribution of Coral-Reefs*, 2^a ediz., 1874, p. 19), agli innumerevoli anellidi e ad altri animali che scavano entro il corallo morto, e ai pesci, alle Oloturie, ecc., i quali rodono il corallo vivente.

pioggie dirette. Se le pietre più tenere vengono intaccate, quelle più dure dovranno sopportare un certo grado di consumo e di logorio.

La triturazione delle piccole particelle di pietra nei ventrigli dei lombrici ha una maggiore importanza dal punto di vista della geologia di quello che non si credesse dapprima; perchè il Sorby ha dimostrato con evidenza che i mezzi comuni di sgretolamento, cioè l'acqua corrente e le onde del mare, operano con sempre minor forza sopra ai frammenti delle rocce quanto più questi sono piccoli. « Quindi, osserva egli, anche non facendo caso del travolgersi delle minutissime particelle spinte da un corso di acqua, dipendente dalla coesione della superficie, gli effetti del logorio sulla forma dei granelli deve variare in ragione diretta del variare del loro diametro o dei loro contorni. Se ciò è, un granello del diametro di $\frac{1}{4}$ di centimetro dovrà consumarsi dieci volte più di uno del diametro di $\frac{1}{40}$ di centimetro e almeno cento volte più di uno di $\frac{1}{400}$ di centimetro. Forse possiamo concludere che un granello del diametro di $\frac{1}{4}$ di centimetro si consumerà, essendo trascinato per un miglio, tanto, o forse più, quanto un granello del diametro di $\frac{1}{400}$ di centimetro che fosse trascinato per 100 miglia. Per lo stesso principio, un sasso del diametro di 25 millimetri sarà consumato relativamente di più essendo trascinato solo per poche centinaia di metri » (1).

Nè dobbiamo dimenticare, nel considerare la potenza che esercitano i lombrici nel triturare le particelle di roccia, che vi ha una buona prova che in ogni acro di terra, sufficientemente umido e non troppo sabbioso, ghiaioso o roccioso perchè i lombrici vi possano dimorare, un peso di oltre a dieci tonnellate di terra passa annualmente pei loro corpi e vien portato alla superficie. Per un paese della grandezza dell'Inghilterra, l'effetto di ciò in un periodo non molto lungo, geologicamente parlando, come un milione di anni, non può essere insignificante; perchè le dieci tonnellate di terra vanno moltiplicate prima pel numero degli anni menzionati sopra, e poi pel numero di acri grandemente riempiti di lombrici; e in Inghilterra, insieme alla Scozia, la terra che è coltivata ed è bene adatta per questi animali, è stata calcolata oltre a 32 milioni di acri. Il prodotto è 320 milioni di milioni di tonnellate di terra.

(1) *Anniversary Address. Quarterly Journal of the Geological Soc.*, Maggio 1880, p. 59.

CAPITOLO VI.

DENUDAZIONE DELLA TERRA

(*Continuazione*)

Denudazione aiutata dai rigetti emessi di fresco che scendono giù dalle superfici coperte d'erba e in pendio — Quantità della terra che ogni anno scende al basso — Effetto delle piogge tropicali sui rigetti dei lombrici — Le particelle di terra più piccole portate via completamente dai rigetti dall'acqua — Sgretolamento dei rigetti secchi in palline, e loro rotolamento sulle superfici inclinate — Formazione di piccoli orli sui lati di un colle, dovuto in parte allo accumularsi dei rigetti sgretolati — I rigetti portati dal vento sulla terra piana dal lato opposto — Tentativo fatto per calcolare la quantità che viene in tal modo portata via dal vento — Degradazione degli antichi accampamenti e tumuli — Conservazione delle cime e dei solchi sopra terra anticamente arata — Formazione e quantità della terra vegetale sopra alla formazione cretacea.

Ora siamo preparati per considerare la parte più diretta che i lombrici prendono nella denudazione della terra. Quando io pensavo alla denudazione subaerea, mi pareva dapprima, come è parso ad altri, che una superficie quasi piana o dolcissimamente in pendio, coperta di zolle erbose, non poteva soffrire nessuna perdita anche durante un lungo periodo di tempo. Si può, tuttavia, suggerire che a lunghi intervalli delle piogge dirette o dei rovesci d'acqua possono portar via tutta la terra vegetale da un dolce pendio; ma esaminando i pendii ripidi, coperti di erbetta in Glen-Roy, fui colpito dal fatto che un tale evento siasi prodotto tanto raramente dopo il periodo glaciale, come si vedeva chiaramente dallo stato di buona conservazione delle tre « strade » successive o margini del lago. Ma la difficoltà di credere che una quantità di terra apprezzabile possa venire esportata da una superficie poco inclinata, coperta di vegetazione e con intrecci di radici, scompare per l'opera dei lombrici. Perchè i molti rigetti che vengono emessi durante la pioggia, e quelli emessi prima delle piogge dirette, scendono per breve tratto sopra a una superficie inclinata. Inoltre una grande parte della terra più fina levigata è trascinata completamente dall'acqua via dai rigetti. Durante il tempo asciutto i rigetti sovente si disfanno in piccole pallottole, e queste pel loro peso rotolano giù dal pendio. Questo specialmente può seguire quando sono staccate dal vento, e probabilmente quando sono mosse dal tocco di un animale, anche piccolo. Vedremo pure che un forte vento

trascina via tutti i rigetti, anche sopra a un campo piano dal lato opposto del vento, mentre sono ancora molli; e nello stesso modo fanno le pallottoline quando sono asciutte. Se il vento spira a un dipresso nella direzione di una superficie inclinata, si agevola molto lo scorrere in giù dei rigetti.

Daremo ora con alcuni particolari le osservazioni sulle quali si fondano queste varie asserzioni. I rigetti quando sono emessi dapprima sono vischiosi e molli; durante la pioggia, tempo in cui sembra che i lombrici preferiscano di emetterli, sono ancora più molli; cosicchè pensai talora che in quei casi i lombrici debbono inghiottire molta acqua. Nondimeno può essere che la pioggia, quando non è troppo diretta, se continua a lungo, renda i rigetti recenti semiliquidi; e sul terreno piano essi si stendono in tanti dischi piatti, sottili, appunto come si farebbe col miele o con del cemento molto molle, perdendo tutta la loro struttura vermiforme. Quest'ultimo fatto diveniva talora più evidente quando un lombrico aveva scavato dopo in mezzo a un disco circolare piatto di tal sorta, e vi aveva ammassato una nuova massa vermiforme nel centro. Io vidi questi dischi, piatti e abbassati ripetutamente dopo una forte pioggia, in molti punti sopra a ogni sorta di terra.

Sullo scorrere dei rigetti umidi, e sul rotolare dei rigetti asciutti sgretolati lungo le superfici inclinate. — Quando i rigetti vengono emessi sopra a una superficie inclinata durante o poco prima di una pioggia diretta, non possono a meno di essere trascinati lungo il pendio. Così sopra a qualche ripido pendio nel Parco Knole, il quale era coperto di erba grossolana ed era stato così da tempi remotissimi, trovai (22 Ottobre 1872), dopo alcuni giorni di pioggia, che i molti rigetti colà esistenti si erano allungati nella linea del pendio; e che ora si componevano di masse levigate solo lievemente coniche. Quando si potevano trovare le aperture delle buche dalle quali era stata rigettata la terra, vi era molto più terra sotto che non sopra ad esse. Dopo vari giorni di una pioggia temporalesca (25 Gennaio 1872), due campi con un declivio piuttosto ripido presso a Down, che erano stati anticamente coltivati ed erano piuttosto raramente coperti qua e là di erba stentata, vennero visitati, e si trovarono molti rigetti che si estendevano lungo i pendii per una lunghezza di 12^{cent.},5, e questi avevano due o tre volte il diametro consueto dei rigetti emessi sulle parti piane di quei medesimi campi. Sopra a certi declivi coperti di una fina erbetta nel Parco di Holwood, inclinati ad angoli di 8° e 11° 30' sull'orizzonte, ove da quanto pare la superficie non è mai stata disturbata dalla mano dell'uomo, i rigetti erano numerosissimi: ed uno spazio in posizione trasversale al pendio lungo 40 centimetri e 12^{cent.},5 nella linea di questo era interamente coperto, tra le foglie dell'erba, di un intonaco uniforme di rigetti confluenti per modo che difficilmente si potevano distinguere. Sopra a un mio prato, coperto di erba finissima, una grande parte dei rigetti sono neri, ma alcuni sono giallastri, avendo i lombrici portata su la terra

da una maggiore profondità del solito, e lo scorrere in giù di questi rigetti gialli dopo una pioggia dirotta si poteva vedere chiaramente ove il declivio aveva 5° ; e ove era minore di 1° si scorgeva ancora qualche traccia di questo loro scendere. In un altro caso, dopo una pioggia che non fu mai molto dirotta, ma che durò per 18 ore, tutti i rigetti su quello stesso prato inclinato avevano perduto la loro struttura vermiforme, ed erano scesi giù per modo che due buoni terzi della terra emessa si trovavano al di sotto dell'apertura delle buche.

Queste osservazioni mi indussero a farne altre più accurate. Furon trovati otto rigetti su quel mio prato, ove le foglie dell'erba sono sottili e fitte, e tre altri sopra un campo coperto di erba grossolana. L'inclinazione della superficie sugli undici punti ove quei rigetti furono raccolti variava tra $4^\circ 30'$ e $17^\circ 30'$; la media degli undici declivi era quindi $9^\circ 26'$. La lunghezza dei rigetti nella direzione del pendio venne prima misurata con tutta la cura quanto permettevano le sue irregolarità. Fu possibile fare queste misure con una differenza di circa 3 millimetri, ma uno dei rigetti era troppo irregolare per poterlo misurare. La lunghezza media nella direzione del declivio degli altri dieci rigetti era di centimetri 5,075. I rigetti vennero divisi con un coltello in due parti lungo una linea orizzontale attraverso alla bocca della tana, che fu scoperta tagliando via una fetta della zolla erbosa; e tutta la terra emessa venne raccolta separatamente, cioè la parte sopra al buco e la parte sotto ad esso. Dopo si pesarono queste due parti. In ogni caso vi era molto più terra sotto che non sopra, essendo il peso medio di quella raccolta sopra di gr. 6,67, e quella di sotto di gr. 13,27; cosicchè la seconda era quasi il doppio della prima. Siccome sul terreno piano i rigetti sono comunemente portati su quasi egualmente intorno alla apertura delle buche, questa differenza nel peso indica la quantità di terra emessa che è scesa lungo il pendio. Ma sarebbe necessario un numero molto maggiore di osservazioni per giungere a un qualche risulamento generale; perchè la natura della vegetazione e altre circostanze accidentali, come la forza della pioggia, la direzione e la violenza del vento, ecc., sembrano avere una parte più importante nel determinare la quantità della terra che scende lungo un pendio che non il suo angolo. Così di quattro rigetti presi nel mio prato (compresi negli undici sopra citati), ove il declivio medio era di $7^\circ 19'$, la differenza nella quantità della terra sopra e sotto alle buche era maggiore che non negli altri tre rigetti dello stesso prato ove il declivio medio era di $12^\circ 5'$.

Possiamo, perciò, prendere gli ultimi casi sopra menzionati, che sono più esatti che sia possibile, e calcolare il peso della terra emessa che ogni anno scende giù da un pendio di cui l'inclinazione media sia di $9^\circ 26'$. Questo fu fatto da mio figlio Giorgio. Si è dimostrato che quasi esattamente due terzi della terra rigettata si trova sotto all'apertura del buco e un terzo sopra ad essa. Ora se i due terzi che stanno sotto al buco vengono divisi in due parti eguali, la parte supe-

riore di questi due terzi compensa esattamente il terzo che sta sopra al buco, cosicchè per quello che riguarda il terzo di sopra e la metà superiore dei due terzi che stanno sotto non vi ha discesa di terra lungo il pendio del colle. Tuttavia, la terra che costituisce la metà inferiore dei due terzi è spostata lungo dei tratti che differiscono per ogni parte di essa, ma che possono essere rappresentati dalla distanza tra il punto di mezzo della metà inferiore dei due terzi e il buco. Cosicchè la distanza media dello spostamento è la metà di tutta la lunghezza del rigetto del lombrico. Ora la lunghezza media dei dieci degli undici rigetti sopra menzionati era di cent. 5,075, e possiamo prendere la metà di questo come pari a 13 millimetri. Perciò si può concludere che un terzo di tutta la terra portata alla superficie era in questi casi trascinata lungo il pendio per un tratto di 13 millimetri.

Abbiamo dimostrato nel terzo capitolo che nel terreno comunale di Leith Hill, della terra asciutta del peso di 3 chilogr. era portata alla superficie dai lombrici sopra a uno spazio di un metro quadrato nel corso di un anno. Se si portasse un metro quadrato sul fianco di un poggio con due dei suoi lati orizzontali, allora evidentemente $\frac{1}{36}$ parte soltanto della terra portata alla superficie di quel metro quadrato sarebbe quasi sufficiente per attraversare il suo lato più basso, supponendo che lo spostamento della terra fosse di 25 millimetri. Ma sembra che $\frac{1}{3}$ solo della terra portata alla superficie si possa calcolare come scendente lungo il pendio, quindi $\frac{1}{2}$ di $\frac{1}{36}$ o $\frac{1}{108}$ dei 3 chilogr. attraverserà il lato inferiore del nostro quadrato in un anno. Ora quasi 3 chilogr. attraversano annualmente una linea orizzontale lunga 100 metri sopra a una collina che ha questa inclinazione.

Un calcolo più esatto, sebbene ancora molto approssimativo, si può fare col volume della terra, la quale nel suo stato umido naturale precipita annualmente dallo stesso pendio sopra una linea di un metro tirata orizzontalmente attraverso ad essa. Dai diversi casi citati nel terzo capitolo, sappiamo che i rigetti portati ogni anno alla superficie sopra un metro quadrato, se fossero sparsi in modo uniforme formerebbero uno strato di 5,5 millimetri di spessore; perciò segue con un calcolo simile a quello già dato, che $\frac{1}{3}$ di $5,5 \times 36$, ossia centimetri cubi 34,875 di terra umida attraverseranno una linea orizzontale della lunghezza di un metro sul fianco del colle colla suddetta inclinazione. Questo volume di rigetti umidi fu trovato pesare gr. 62,40. Perciò chilogr. 4,740 di terra umida invece di 3 chilogr di terra asciutta, come dal primo calcolo fatto, dovrebbe attraversare una linea lunga 100 metri sopra alla nostra superficie inclinata.

In questi calcoli è stato asserito che i rigetti scendono per un breve tratto durante tutto l'anno, ma questo segue soltanto di quelli emessi durante o poco prima della pioggia; cosicchè i risultamenti dei calcoli ne sono molto esagerati. D'altra parte, durante la pioggia, una grande porzione della terra più fina è portata via dall'acqua a una notevole distanza dai rigetti, anche ove il pendio è somma-

mente dolce, ed è così interamente perduta, almeno per ciò che riguarda i calcoli fatti sopra. I rigetti emessi durante il tempo asciutto, e che si sono induriti, perdono nello stesso modo una grande quantità di terra fina. I rigetti seccati, inoltre, possono sgretolarsi in pallottoline, che sovente rotolano o sono spinte giù dal vento sulla superficie inclinata. Perciò il risultamento sopra menzionato, cioè, che cent. cubi 34,875 di terra (del peso di gr. 62,40 quando è umida) attraversa una linea di un metro della specie specificata, non è probabilmente molto esagerato, se pure lo è affatto.

Questa quantità è piccola, ma dobbiamo ricordarci quante diramazioni di valli si intrecciano in molti paesi, di cui tutta la lunghezza deve essere grandissima; e che la terra viaggia continuamente scendendo sopra ai fianchi coperti di erbetta di ogni valle. Per ogni 100 metri di lunghezza in una valle coi lati che scendono come nei casi sopra indicati, decimetri cubi 8,212 di terra, di un peso superiore a chilogr. 9,5, giungeranno annualmente al fondo. Qui si accumula uno strato denso di alluvione nel corso dei secoli, siccome la corrente in mezzo serpeggia da un lato all'altro.

Si potrebbe dimostrare che i lombrici scavano generalmente le loro buche ad angolo retto con una superficie inclinata, e questo sarebbe il loro corso più breve per portare la terra dal disotto alla superficie, allora siccome le buche vecchie devono crollare pel peso del terreno che sta sopra, questo franamento deve inevitabilmente produrre un abbassamento del terreno vegetale o deve farlo scivolare lentamente lungo la superficie in declivio. Perciò si introduceva un pezzo di filo di ferro entro a venticinque buche sopra diversi esemplari in pendio e in otto casi le buche erano quasi ad angolo retto col pendio; mentre negli altri casi esse erano dirette indifferentemente a vari angoli, sia in su sia in giù rispetto al declivio.

Nei paesi ove la pioggia cade dirotta, come nei tropici, sembra che i rigetti, come è da aspettarsi, vengano portati giù dall'acqua in un grado maggiore che non in Inghilterra. Il signor Scott mi riferisce che presso a Calcutta gli alti rigetti colonniformi (descritti precedentemente) di cui il diametro è consuetamente tra i 25 e i 37 millimetri, si abbassano sopra a una superficie piana, dopo una pioggia dirotta, in forma di dischi piatti quasi circolari, sottili, del diametro di cent. 7,5 a 10 centimetri e talora anche di cent. 13,5. Tre rigetti recenti, che furono emessi nel Giardino Botanico, « sopra a un banco artificiale di marna argillosa lievemente inclinato, coperto di erba », furono misurati con cura, e avevano una altezza media di cent. 5,42, e un diametro medio di cent. 3,58; dopo una pioggia dirotta essi formavano chiazze di terra, con una lunghezza media nella direzione del pendio di cent. 14,57. Siccome la terra si stendeva pochissimo sul pendio, una grande parte, giudicando dal diametro originale di questi rigetti, deve essere scesa in giù di circa 10 centimetri. Inoltre, una parte della terra più fina di cui

erano composti deve essere stata trascinata dall'acqua interamente a una distanza maggiore. Nei luoghi più asciutti presso a Calcutta una specie di lombrico emette i suoi rigetti non in masse vermiformi, ma in pallottoline di varia mole; in certi posti queste sono numerosissime, e lo Scott dice che esse « sono portate via dall'acqua ad ogni acquazzone ».

Io era indotto a credere che una notevole quantità di terra fina fosse portata via interamente dai rigetti durante la pioggia, perchè le superfici dei rigetti antichi spesso sono cosperse di particelle grossolane. In conseguenza veniva collocata sulla sommità dei vari rigetti un po' di creta precipitata finissima, inumidita con saliva o con acqua gommata per renderla lievemente viscida e della medesima consistenza di un rigetto recente, e si mescolava adagino con essi. Questi rigetti venivano poi adacquati con una rosa a forellini finissimi, di cui le gocce erano più vicine che non quelle della pioggia, ma non tanto grosse quanto quelle di una pioggia temporalesca, e senza battere il suolo con tanta forza come fanno le gocce durante una pioggia diretta. Un rigetto trattato in tal modo si abbassò con lentezza sorprendente, a cagione, credo, della sua vischiosità. Esso non scese giù lungo la superficie erbosa del prato, che era qui in declivio ad un angolo di $16^{\circ} 20'$; nondimeno molte particelle del gesso furon trovate a cent. 7,5 sotto ai rigetti. Lo sperimento venne ripetuto sopra a tre altri rigetti in diverse parti del prato, che scendeva col pendio di $2^{\circ} 30'$, 3° e 6° ; e delle particelle di gesso si potevano vedere fra i 10 e 12 centimetri sotto il rigetto; e dopo che la superficie era divenuta asciutta, furono trovate delle particelle in due casi a una distanza di 12 a 15 centimetri. Furono lasciati parecchi altri rigetti con creta precipitata posta sul vertice di essi all'azione naturale della pioggia. In un caso, dopo una pioggia non troppo diretta, i rigetti avevano una striscia longitudinale bianca. In due casi la superficie del terreno era divenuta un po' biancastra per un tratto di 25 millimetri dai rigetti; e un po' di terra raccolta alla distanza di cent. 5,12, ove il pendio era di 7° , mostrava una lieve effervescenza quando si poneva entro ad un acido. Dopo una settimana o due la creta era interamente o quasi interamente portata via dall'acqua da tutti i rigetti sui quali era stata messa, e questi avevano ricuperato il loro colore naturale.

Si può osservare che dopo una pioggia diretta si vedono sui campi piani o quasi piani delle pozze poco profonde, ove il terreno non è molto poroso, e l'acqua vi è sovente un po' melmosa; quando quelle piccole pozze si sono prosciugate, le foglie e i fusti dell'erba sul fondo sono generalmente spalmati di un sottile strato di melma. Questa melma, secondo me, deriva grandemente da rigetti emessi recentemente.

Il dott. King mi informò che la massima parte dei rigetti giganteschi descritti prima, da esso trovati sopra a un poggio nudo, ghiaioso e molto esposto delle montagne Nilgiri nell'India, erano stati più o meno inumiditi da un monzone

nord-est precedente; e molti di essi presentavano un aspetto di abbassamento. I lombrici emettono colà i loro rigetti soltanto nella stagione piovosa; e nel tempo in cui il dott. King li visitò non aveva piovuto da 110 giorni. Egli esaminò attentamente il terreno fra il punto in cui stavano quei grossi rigetti e un piccolo ruscello alla base del poggio, e in nessun punto era una accumulazione qualsiasi di terra fina, come sarebbe rimasta necessariamente per lo sgretolamento dei rigetti se non fossero stati interamente eliminati. Egli perciò non esitò ad asserire che tutti quei grossi rigetti sono annualmente trascinati via dall'acqua durante i due monsoni (quando cadono circa 2 metri e mezzo di pioggia) nel piccolo ruscello, e quindi nelle pianure che stanno sotto a una profondità di 1000 a 1200 metri.

I rigetti emessi prima o durante il tempo asciutto divengono duri, talora tanto duri da far meraviglia, perchè le particelle di terra sono state cementate dalle secrezioni intestinali. Il gelo sembra avere un effetto minore sul loro sgretolamento di quello che si potrebbe supporre. Nondimeno i rigetti si sgretolano in tante pallottoline, dopo di essere stati inumiditi dalla pioggia e nuovamente seccati. Quelli che sono stati trascinati durante la pioggia lungo un pendio si sgretolano nello stesso modo. Così fatte pallottole sovente rotolano un tantino lungo ogni superficie pendente; la loro discesa è talora molto agevolata dal vento. Tutto il fondo di una larga fossa asciutta nei miei campi, ove erano pochissimi rigetti, fu interamente coperta da queste pallottoline o rigetti sgretolati, che erano rotolati lungo le pareti ripide della fossa, inclinate con un angolo di 27°.

Presso a Nizza, in certi luoghi ove i grossi rigetti cilindrici, descritti nei capitoli precedenti, erano abbondanti, il terreno si compone di una marna arenosa calcarea finissima; e il dottor King mi disse che questi rigetti andavano molto soggetti a sbriciolarsi durante il tempo asciutto in pezzettini, che vengono subito disfatti dalla pioggia, e allora si affondano così da non potersi più distinguere dal terreno circostante. Egli mi mandò una massa di questi rigetti sgretolati, raccolti sulla sommità di un banco, ove nessuno poteva essere rotolato dal disopra. Essi debbono essere stati emessi nei precedenti cinque o sei mesi, ma ora consistevano in frammenti più o meno rotondi di tutte le grandezze, da 18 millimetri a 25 millimetri di diametro, di granellini minuti, e di polvere. Il dottor King vide compiersi il processo dello sbriciolamento mentre faceva seccare alcuni rigetti perfetti, che mi mandò in seguito. Lo Scott osservò pure questo stritolarsi dei rigetti presso a Calcutta e sui monti di Sikkim durante la stagione calda e asciutta.

Quando i rigetti vicino a Nizza erano emessi sopra ad una superficie in declivio, i frammenti sgretolati rotolavano in giù, senza perdere la loro forma distintiva; e in certi luoghi « si potevano raccogliere a cestini ». Il dottor King vide un esempio evidente di questo fatto sulla strada della Cornice, ove un con-

dotto sotterraneo largo circa 75 centimetri, e profondo centimetri 22,5, era stato praticato per accogliere le acque della superficie della collina vicina. Il fondo di quella fogna era coperto per un tratto di parecchie centinaia di metri, ad una profondità di 37 millimetri a centimetri 7,5, di uno strato di rigetti rotti, che conservavano la loro forma caratteristica. Quasi tutti quegli innumerevoli frammenti erano rotolati giù dal disopra, perchè pochissimi rigetti erano stati emessi nella fogna stessa. I fianchi del colle erano scoscesi, ma variavano molto nella inclinazione, che il dottor King calcola da 30° a 60° sull'orizzonte. Egli salì sul pendio, e « trovò qua e là dei piccoli terrapieni, formati dai frammenti dei rigetti che erano stati arrestati nel loro scendere dalle irregolarità della superficie, dai sassi, dai ramoscelli, ecc. Un piccolo ciuffo di piante dell'*Anemone hortensis* avevano fatto questo, e un vero piccolo terrapieno di terreno si era raccolto intorno ad esse. Una grande parte di questo terreno era crollato giù, ma grande parte di esso conservava ancora la forma dei rigetti ». Il dottor King sradicò quella pianta, e fu colpito dallo spessore del suolo che doveva essersi recentemente accumulato sulla cima del rizoma, come dimostrava la lunghezza delle foglioline divenute bianche, in paragone di quelle delle altre piante dello stesso genere, ove non si era formato un tale accumulamento. La terra ammucchiata così era senza dubbio venuta ben salda (come vidi ovunque) dalle radici più minute delle piante. Dopo di aver descritto questo e altri casi analoghi, il dottor King conchiude: « Non posso mettere in dubbio che i lombrici aiutino grandemente nel processo del denudamento ».

Risalti di terra sul declivio scosceso delle colline. — Furono osservati uno sull'altro dei rialzi orizzontali sopra a declivi erbosi molto ripidi in parecchie parti del mondo. La loro formazione fu attribuita ad animali che viaggiavano ripetutamente lungo il pendio nelle stesse linee orizzontali mentre stavano brucando, e che essi si muovano così e adoperino i rialzi è cosa certa; ma il prof. Henslow (osservatore accuratissimo) disse a sir J. Hooker che egli era convinto che questa non era la causa unica della formazione di questi rialzi. Sir J. Hooker vide questi rialzi sulle catene dell'Imalaia e dell'Atlante, ove non v'erano animali domestici e gli animali selvatici non erano numerosi; ma questi ultimi probabilmente distruggono quei rialzi la notte mentre pascolano, come fanno i nostri animali domestici. Un amico mio studiò per me questi rialzi sulle Alpi della Svizzera, e afferma che si estendono a 90 cent. o 1 metro e 20 cent., uno sull'altro, e hanno una larghezza di 30 centim. Essi sono profondamente calpestati dai piedi delle vacche che pascolano. Così fatti rialzi furono osservati dallo stesso amico mio sopra ai nostri poggetti cretacei e sopra a un vecchio mucchio in pendio fatto di frammenti di creta (estratti da una cava) che si era ricoperto di erbetta.

Mio figlio Francesco esaminò uno scoscendimento cretaceo presso a Lewes; e

qui sopra a una parte che era molto scoscesa, scendendo a 40° coll'orizzonte, circa trenta di questi rialzi piatti si estendevano orizzontalmente per un tratto di circa 100 metri, ad una distanza media di 50 centimetri uno sotto all'altro. Essi avevano una larghezza di centimetri 22,5 a centimetri 25. Quando si vedevano in lontananza presentavano un aspetto notevole, a cagione del loro parallelismo; ma esaminati da vicino, apparivano alquanto sinuosi, e uno sovente si dirigeva e si confondeva con un altro, sembrando che il rialzo si fosse biforcuto in due. Eran fatti di terra di colore chiaro, che al di fuori, nel punto ove era più spessa, aveva in un caso cent. 22,5 e in un altro caso da centim. 15 e 17,5 di spessore. Sopra ai rialzi lo spessore della terra sulla creta era nel primo caso di cent. 10 e nel secondo di soli cent. 7,5. L'erba era più rigogliosa sui margini esterni dei rialzi che non sopra ogni altra parte del pendio, e qui formava una frangia a ciuffi. La parte mediana era nuda, ma mio figlio non poté riconoscere se questo dipendesse dal calpestio delle pecore, che talora frequentavano quei rialzi. Non poté egli neppure assicurarsi quanto la terra nella parte di mezzo e nelle parti nude fosse composta di rigetti sgretolati che erano rotolati giù dal disopra; ma egli rimase convinto che una parte era stata originata in tal modo; ed era evidente che i rialzi coi loro margini erbosi avrebbero arrestato qualunque piccolo oggetto rotolato dal disopra.

Ad una estremità o lato del banco sul quale erano quei rialzi la superficie si componeva in certe parti di creta nuda, e qui i rialzi erano molto irregolari. Dalla estremità opposta del banco, il pendio si faceva ad un tratto meno ripido, e qui i rialzi cessavano quasi subitamente; ma vi esistevano ancora dei piccoli terrapieni lunghi soltanto centimetri 30 o 60. Il pendio scendendo più in giù si faceva più scosceso, e i rialzi regolari tornavano a mostrarsi. Un altro dei miei figli osservò sulla parte verso terra del Capo Beachy, ove la superficie scendeva a circa 25°, molti piccoli e brevi terrapieni come quelli sopra menzionati. Essi si estendevano orizzontalmente ed erano della lunghezza varia da pochi centimetri a 60 o 90 centim. Sostenevano ciuffi di erba rigogliosissima. Lo spessore medio della terra vegetale di cui erano formati, preso da nove misure, era di centimetri 11,25; mentre quello della terra vegetale sopra e sotto ad essi era in media di 8 cent., e sopra a ogni lato, sullo stesso livello, di cent. 7,75. Sulle parti superiori del pendio questi terrapieni non mostravano traccia di essere stati calpestati dalle pecore, ma nelle parti più basse queste tracce si scorgevano con molta evidenza. Qui non esistevano rialzi lunghi e continui.

Se i piccoli terrapieni sopra alla strada della Cornice, che vide il dott. King mentre si formavano in seguito all'accumularsi dei rigetti dei lombrici sgretolati e rotolati giù, avessero confluito lungo linee orizzontali, i rialzi si sarebbero formati. Ogni terrapieno tenderebbe ad estendersi lateralmente per la estensione laterale dei rigetti trattenuti in via; e gli animali pascolanti sopra un ripido

declivio si servirebbero certamente di ogni sporgenza a quasi lo stesso livello, e brucherebbero l'erbetta che cresce in mezzo ad essi; e questo intaccare l'erbetta arresterebbe nuovamente i rigetti. Quando un rialzo irregolare si fosse una volta formato esso tenderebbe pure a divenire più regolare e orizzontale con alcuni dei rigetti che rotolano lateralmente dalle parti più alte alle più basse, che in tal modo si rialzerebbero. Ogni sporgenza sotto ad un rialzo non riceverebbe in seguito della sostanza sgretolata dal disopra, e tenderebbe ad essere obliterata dalla pioggia e da altri agenti atmosferici. Vi ha una certa analogia tra la formazione, come si suppone qui, di questi rialzi, e quella delle ondulature delle sabbie trasportate dal vento descritte dal Lyell (1).

I lati ripidi, coperti di erba di una valle montuosa nel Westmoreland, detta Grisedale, erano segnati in molti punti di un numero sterminato di piccoli rialzi, quasi orizzontali, che parevano piuttosto linee di poggetti in miniatura. La loro formazione non era per nulla in rapporto coll'azione dei lombrici, perchè i rigetti non si potevano vedere in nessuna parte (e la loro assenza è un fatto inesplicabile) quantunque le zolle erbose posassero in molti punti sopra ad uno spessore notevole di frane di argilla e di rottami di marna. Nè la formazione dei poggetti, per quanto mi fu dato giudicare, era intimamente in rapporto col calpestio dei piedi delle vacche o delle pecore. Sembrava come se il complesso della superficie, di terra alquanto argillosa, mentre stava riunito dalle radici delle erbe, fosse scivolato un tantino lungo i fianchi del monte; e in questo scivolamento avesse ceduto e si fosse spaccato in fessi orizzontali in direzione trasversale al pendio.

Rigetti trasportati dal vento nella direzione opposta ad esso. — Abbiamo veduto che i rigetti inumiditi scorrono, e i rigetti sgretolati rotolano lungo qualsiasi superficie inclinata; e vedremo ora che i rigetti, emessi di recente dalle superfici piane coperte d'erba, sono spinti, durante gli uragani di vento accompagnati da pioggia, sottovento. Questo mi fu dato di osservare molte volte sopra parecchi campi durante parecchi anni di seguito. Dopo così fatti uragani, i rigetti presentano una superficie un poco inclinata, liscia, o talora rugosa, sopravvento mentre sono inclinati con ripido o precipitoso pendio sottovento, cosicchè somigliano in miniatura ai massi di roccia di un ghiacciaio. Sovente sono cavi dal lato del vento, perchè la parte superiore si è ripiegata sulla parte inferiore. Durante uno dei più forti uragani di sud-ovest accompagnato da torrenti di pioggia, molti rigetti furono interamente trasportati sottovento, cosicchè le bocche delle buche dei lombrici rimanevano nude e allo scoperto sopravvento. I rigetti recenti scorrono naturalmente giù da una superficie inclinata, ma sopra a un pascolo, che scendeva di 10° a 15°, parecchi rigetti furono trovati dopo un uragano

(1) *Elements of Geology*, 1865, p. 20.

violento trasportati sopra al pendio. Questo fatto segui pure un'altra volta sopra a una parte di un mio prato ove il pendio era alquanto minore. Una terza volta i rigetti sui fianchi ripidi ed erbosi di una valle, trasportati dal vento in giù, erano diretti obliquamente invece di essere in linea retta lungo il declivio; e questo era evidentemente dovuto all'azione combinata del vento e della gravità. Quattro rigetti trovati sopra a un mio prato, ove l'inclinazione era di $0^{\circ} 45'$, 1° , 3° e $3^{\circ} 40'$ (media $2^{\circ} 45'$) verso il nord-est, dopo un violento uragano con vento da sud-ovest con pioggia, furono divisi attraverso alla bocca delle loro buche e pesati nel modo che abbiamo descritto. Il peso medio della terra sotto alle bocche delle tane e nella direzione del vento stava a quello sopra alle bocche e dal lato contrario al vento come $2 \frac{1}{4}$, a 1; mentre abbiamo veduto che nei vari rigetti che sono stati trascinati lungo i pendii di una inclinazione media superiore a 12° il peso proporzionale della terra sotto a quella che si trova sopra alle buche era soltanto di 2 a 1. Questi vari casi mostrano con quale efficacia gli uragani di vento accompagnati dalla pioggia operino nello spostare i rigetti recentemente emessi. Possiamo perciò concludere che anche un vento modestamente potente produrrà un qualche leggero effetto sopra ad essi.

I rigetti secchi o induriti, dopo di essersi sgretolati in piccoli frammenti o palline, vengono talora, forse anche sovente, spinti da un forte vento nella direzione opposta a questo. Questo fatto fu osservato in quattro casi, ma non osservai sufficientemente questo punto. Un vecchio rigetto sopra a un banco con dolce pendio fu intieramente trasportato via da un forte vento di sud-ovest. Il dottore King crede che il vento porti via la massima parte dei vecchi rigetti sbriciolati presso a Nizza. Parecchi vecchi rigetti sopra a un mio prato erano segnati con spille e protetti da ogni intemperie. Essi furono esaminati dopo un intervallo di 10 settimane, durante il qual periodo il tempo era stato alternatamente asciutto e piovoso. Alcuni, che avevano un colore giallastro, erano stati portati via quasi interamente dall'acqua, come si poteva vedere dal colore del terreno circondante. Altri erano interamente scomparsi, e questi senza dubbio non erano stati portati via dal vento. Altri, infine, erano ancora sul luogo e vi sarebbero rimasti a lungo, poichè gli steli dell'erba erano cresciuti sopra ad essi. Sopra a un pascolo povero, che non era mai stato passato col rullo e non molto calpestato dagli animali, tutta la superficie è talora cospersa di piccole bollicine, fra le quali e anche sopra cresce l'erba; e queste bollicine o pustole sono rigetti antichi di lombrici.

In tutti i vari casi osservati di rigetti molli trasportati dal vento nella direzione opposta, questo è stato fatto dai forti venti accompagnati da pioggia. Siccome in Inghilterra questa sorta di venti spirano ordinariamente da sud e da sud-ovest, la terra deve nel complesso tendere a muoversi sui nostri campi in direzione del nord e del nord-ovest. Questo fatto è interessante, perchè si potrebbe credere che la terra non possa in verun modo venire esportata da una superficie piana,

coperta di erba. Nei boschi fitti e in pianura, protetti dal vento, i rigetti non sono mai esportati finchè il bosco rimane in piedi; e la terra vegetale tenderà qui ad accumularsi alla profondità a cui possono lavorare i lombrici. Cercai di avere una prova evidente della quantità di terra vegetale che viene trasportata dal vento, mentre è allo stato di rigetti, dai nostri venti umidi meridionali verso il nord-est, sopra a una distesa aperta e piana, guardando il livello della superficie fuori degli alberi vecchi e delle siepi; ma non riuscii a cagione del crescere disegualmente delle radici degli alberi e perchè una grande parte della terra del pascolo era stata coltivata prima.

Sopra a una pianura scoperta presso a Stonehenge, esistono dei fossi circolari poco profondi, con un basso terrapieno fuori, che circonda degli spazi piani del diametro di 48 metri. Questi anelli paiono antichissimi, e si crede siano contemporanei delle pietre druidiche. I rigetti emessi entro a questi spazi circolari, se fossero spinti dai venti di sud-ovest verso il nord-est, formerebbero uno strato di terra vegetale entro al fosso, più spesso sul lato del nord-est che non sopra ogni altro lato. Ma il luogo non era favorevole all'azione dei lombrici, perchè il terreno vegetale sopra alla formazione cretacea con ciottoli che lo contorna aveva uno spessore di soli 8 centimetri e mezzo, media di sei osservazioni fatte alla distanza di circa 9 metri fuori del terrapieno. Fu misurato lo spessore della terra vegetale entro a due dei fossi circolari ogni quattro metri e mezzo tutto intorno, sui lati interni vicino al fondo. Mio figlio Orazio segnò queste misure sopra a una carta, e sebbene la linea curva che rappresentava lo spessore della terra vegetale fosse sommamente irregolare, tuttavia nei due diagrammi si sarebbe potuto vedere che era più spessa sul lato del nord-est che non altrove. Quando si fece una media di tutte le misure prese nei due fossi e la linea resa più eguale, era evidente che la terra vegetale era più spessa in quella parte di circolo tra il nord-ovest e il nord-est; e più sottile in quella parte fra il sud-est e il sud-ovest, specialmente in quest'ultimo punto. Oltre alle misure sopra menzionate, furono prese altre sei misure quasi insieme in uno dei fossi circolari, sul lato del nord-ovest; e qui la terra vegetale aveva una media di cent. 5,73; mentre la media di altre sei misure prese sul lato sud-ovest era soltanto di cent. 3,65. Queste osservazioni indicano che i rigetti sono stati trasportati dal vento di sud-ovest dallo spazio circolare racchiuso nel fosso al lato nord-ovest; ma sarebbero necessarie molte più misure in altri casi analoghi per ottenere un risulamento più degno di fede.

La quantità di terra fin portata alla superficie in forma di rigetti, e quindi trasportata dai venti accompagnati da pioggia, o quella che scorre e rotola giù da una superficie inclinata, è senza dubbio piccola nello spazio di poche decine d'anni; perchè altrimenti tutte le diseguglianze che esistono nei nostri pascoli scomparirebbero in un periodo molto più breve di quello che non sembri essere

il caso. Ma la quantità che viene in tal modo trasportata nel corso di migliaia di anni non può a meno di essere notevole e di meritare attenzione. E. di Beaumont considera la terra vegetale che copre in ogni parte il suolo come una linea fissa o uno zero, dal quale si può misurare la quantità del denudamento (1). Egli ignora la continua formazione di nuova terra vegetale per opera dello sgretolamento delle rocce sotterranee e dei frammenti di rocce; ed è curioso vedere quanto più filosofiche fossero le teorie sostenute molto tempo fa da Playfair, il quale, nel 1802, scriveva: « Nella permanenza di uno strato di terra vegetale sulla superficie della terra abbiamo una prova evidente della continua distruzione delle rocce » (2).

Accampamenti e tumuli antichi. — E. di Beaumont adduce lo stato presente di molti antichi accampamenti e tumuli di vecchi campi coltivati come prova che la superficie della terra sopporta pochissima degradazione. Ma egli non sembra aver mai esaminato lo spessore della terra vegetale sopra alle differenti parti di questi antichi avanzi. Egli si appoggia principalmente sulla prova indiretta, ma apparentemente degna di fede, che i pendii dei vecchi terrapieni sono gli stessi come erano in origine; ed è chiaro che egli non poteva saper nulla delle loro altezze originarie. Nel parco di Knoles era stato alzato un terrapieno dietro al tiro a segno, che pareva essere stato fatto di terra in origine sostenuta da massi quadrati di zolle erbose. I pendii scendevano, per quanto io poteva giudicare, con un angolo di 45° o 50° coll'orizzonte, ed erano coperti, soprattutto dal lato settentrionale, di un'erba lunga e grossolana, sotto alla quale si trovarono molti rigetti di lombrici. Questi erano scesi interi qui, e altri erano rotolati in forma di pallottoline. Quindi è cosa certa che finchè un terrapieno di tal fatta è abitato dai lombrici, la sua altezza andrà continuamente abbassandosi. La terra fina che scende o rotola giù lungo i pendii di un così fatto terrapieno si ammucchia alla sua base in forma di scarpa. Uno strato, sia pure sottilissimo, di terra fina è molto favorevole ai lombrici; cosicchè un numero maggiore di rigetti verrà emesso sopra a un terrapieno così formato che non altrove; e questi saranno in parte portati via dall'acqua ad ogni acquazzone e saranno sparsi sopra il terreno circostante piano. L'effetto finale sarà lo abbassarsi di tutto il terrapieno, mentre la inclinazione dei lati non sarà diminuita grandemente. Lo stesso effetto seguirà certamente nel caso dei terrapieni antichi e dei tumuli; tranne nei luoghi ove furon formati di ghiaia o di sabbia quasi pura, siccome questa sostanza non si confà ai lombrici. Molte antiche fortificazioni e molti tumuli si credono avere una data di circa 2000 anni; e dobbiamo ricordarci che in molti punti, nello

(1) *Leçons de Géologie pratique*, 1845, quinta lezione. Tutti gli argomenti di ELIA DI BEAUMONT sono maravigliosamente contraddetti dal prof. A. GEIKIE nel suo saggio nelle *Transact Geolog. Soc. of Glasgow*, vol. III, p. 153, 1868.

(2) *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*, p. 107.

spazio di cinque anni, vien portato alla superficie 25 millimetri circa di terra vegetale o in 10 anni 5 centimetri. Perciò in un periodo tanto lungo come 2000 anni una grande quantità di terra sarà stata ripetutamente portata alla superficie sopra a molti terrapieni antichi e tumuli, specialmente sul pendio intorno alla loro base, e una grande parte di questa terra sarà stata portata via completamente dall'acqua. Noi possiamo perciò concludere che tutti gli antichi terrapieni, quando non sono formati di materiali sfavorevoli ai lombrici, si siano alquanto abbassati nel corso dei secoli, quantunque la loro inclinazione non possa essersi grandemente mutata.

Campi coltivati anticamente. — Da un periodo remotissimo e in molti paesi la terra è stata coltivata, per modo che sono stati sollevati degli strati convessi, detti rialzi, consuetamente distanti fra loro circa 2^m,20 e separati dai così detti solchi. Questi solchi erano diretti cosiffattamente da portar via l'acqua dalla superficie. Nei miei tentativi per riconoscere quanto tempo questi rialzi e questi solchi durarono, dacchè la terra coltivata fu convertita in pascolo, andai incontro a moltissimi ostacoli. È difficile sapere quando un campo non fu più arato; e alcuni campi i quali si credeva fòssero stati adoperati come pascoli da un tempo immemorabile si scopersero poi che erano stati coltivati solo 50 o 60 anni prima. Durante la prima parte del secolo presente, quando il prezzo del frumento era altissimo, pare che tutte le terre in Inghilterra fossero coltivate a campo. Tuttavia non vi ha ragione per mettere in dubbio che in molti casi gli antichi rialzi e i solchi vennero conservati da un periodo antichissimo (1). Che essi siano stati conservati per dei tratti di tempo molto vari si vede naturalmente dal fatto che i rialzi, quando furon fatti dapprima, avevano molto differenti altezze nei differenti distretti, come ora avviene rispetto alla terra arata di fresco.

Nei pascoli vecchi la terra vegetale, ove si son fatte delle misure, si trovò essere più spessa di 12 millimetri a 5 centimetri nei solchi che non sui rialzi; ma questo seguirebbe naturalmente perchè la terra più fina doveva essere stata portata via dall'acqua dai rialzi nei solchi prima che il terreno si fosse ben ricoperto d'erba; ed è impossibile dire quale parte possano aver avuto i lombrici in questo lavoro. Nondimeno, da quello che abbiamo veduto, i rigetti tenderebbero a scender giù e ad essere trasportati via dall'acqua della pioggia dalla sommità dei rialzi nei solchi. Ma appena uno strato di terra fina s'era in qualche modo

(1) Il TYLOR nel suo indirizzo (*Journal of the Anthropological Institute*, maggio 1880, p. 451) osserva: « Sembra dai vari scritti della Società di Berlino come in Germania rispetto agli alti campi o campi pagani (Hochäcker, e Heidenäcker) che essi corrispondano molto nella loro posizione sopra alle colline e sopra ai terreni incolti, agli *elf-furrows* di Scozia, che la mitologia popolare spiega dicendo che essendo stati i campi scomunicati dal Papa, il popolo cominciò a coltivare le colline. Sembra vi sia ragione di credere che, come i pezzi di terra arati nelle foreste della Svezia che la tradizione attribuisce agli antichi *hackers*, i campi pagani della Germania rappresentino l'aratura di una antica popolazione barbara ».

accumulato nei solchi, esso era più propizio pei lombrici che non quello delle altre parti, e perciò un numero più grande di rigetti doveva venire emesso qui che non altrove; e siccome i solchi nelle terre in pendenza sono generalmente praticati per modo da portar via l'acqua dalla superficie, una parte della terra più fina verrebbe trascinata via dai rigetti qui emessi e completamente dispersa. L'effetto sarebbe che i solchi si riempirebbero lentissimamente, mentre i rialzi verrebbero abbassati ancor più lentamente dallo scorrere e rotolare dei rigetti nei solchi lungo il dolce pendio dei rialzi.

Nondimeno si potrebbe credere che i solchi antichi, specialmente quelli di una superficie in pendenza, dovrebbero coll'andar del tempo riempirsi e scomparire. Tuttavia, certi osservatori diligenti, i quali esaminarono per me i campi nel Gloucestershire e nel Staffordshire, non poterono scoprire nessuna differenza nello stato dei solchi nelle parti superiori e inferiori dei campi in pendenza, che si credeva fossero stati da lungo tempo ridotti a pascolo; e finirono per concludere che i rialzi e i solchi si sarebbero conservati per un numero infinito di secoli. D'altra parte il processo di oblitterazione sembra essere cominciato in certi altri luoghi. Così in un campo erboso nel North Wales, che si sapeva essere stato arato 65 anni fa, il quale scendeva con un pendio di 15° al nord-est, la profondità dei solchi (lontani fra loro $2^m,10$) venne misurata con cura, e si trovò essere di circa $10^{cent.},12$ nella parte più alta del pendio, e solo di 25 millimetri vicino alla base di esso, ove questi solchi si rintracciavano difficilmente. In un altro campo che scendeva con circa lo stesso angolo al sud-ovest, i solchi erano appena percettibili nella parte più bassa; quantunque questi medesimi solchi quando continuavano sopra a un qualche terreno piano contiguo avessero una profondità di $5^{cent.},12$ a 8 cent. Un terzo caso molto somigliante ai precedenti venne osservato. In un quarto caso il terreno vegetale di un solco sulla parte superiore di un campo in pendio era profondo $5^{cent.},12$, e nella parte inferiore $10^{cent.},12$.

Sulle ondulazioni cretacee del terreno distanti un miglio circa da Stonehenge, mio figlio Guglielmo esaminò una superficie coperta di erbe, solcata che scendeva con un angolo di 8° a 10° , che non era stata arata a memoria d'uomo, secondo ciò che gli disse un vecchio pecoraio. Egli misurò la profondità di un solco in 16 punti, per un tratto di 68 passi, e trovò che era più profondo ove il pendio era più grande e ove meno terra poteva naturalmente accumularsi, e alla base il solco era quasi tutto scomparso. Lo spessore della terra vegetale in quel solco nella parte più alta era di $5^{cent.},12$, che aumentava fino a $12^{cent.},12$ un po' al disopra della parte più ripida del pendio; e alla base, nel mezzo della stretta valle, in un punto in cui il solco se fosse continuato sarebbe stato mozzato, saliva a $17^{cent.}$ e mezzo. Sul lato opposto della valle erano segni lievissimi, quasi scomparsi, di solchi. Un altro fatto analogo ma non tanto decisivo venne osservato a poche miglia di distanza da Stonehenge. Nell'insieme sembra

che i rialzi e i solchi sulla terra anticamente arata, ma ora coperti di erba, tendano lentamente a scomparire quando la superficie è inclinata; e ciò è dovuto probabilmente in grande parte all'azione dei lombrici; ma che i rialzi e i solchi debbano durare per un tempo lunghissimo quando la superficie è quasi piana.

Formazione e quantità di terra vegetale sopra alla formazione cretacea. — I rigetti dei lombrici vengono sovente emessi in numero straordinario sopra pendii ripidi, coperti di erba, ove la creta viene alla superficie, come osservò mio figlio Guglielmo vicino a Winchester e in altri luoghi. Se cosiffatti rigetti sono portati via in gran copia dalle acque durante le piogge dirotte, è difficile comprendere dapprima come possa rimanere ancora un po' di terra vegetale sopra ai nostri colli erbosi, non essendovi apparentemente nessun mezzo efficace per compensare questa perdita. Vi ha, inoltre, un'altra cagione di perdita, cioè, lo insinuarsi delle particelle più tenui della terra nelle fessure della creta e nella creta stessa. Queste considerazioni mi fecero dubitare per un certo tempo se non avessi esagerata la quantità di terra fina che scorre o rotola giù dai terreni erbosi in pendenza in forma di rigetti, e io mi misi in cerca di altre ulteriori informazioni. In certi luoghi i rigetti sulle ondulazioni cretacee si compongono grandemente di materia calcarea, e qui naturalmente la provvista è senza limiti. Ma in altri punti, per esempio in una parte di Teg Down presso a Winchester, i rigetti erano tutti neri e non facevano effervescenza cogli acidi. Il terreno vegetale sopra alla creta aveva qui solo da 7 centimetri e mezzo a 10 centimetri di spessore. Così pure nella pianura presso a Stonehenge il terreno vegetale, apparentemente libero di materia calcarea, aveva in media uno spessore piuttosto minore di 8 centimetri. Non so perchè i lombrici penetrassero nella creta e la portassero su in certi punti e in altri no.

In molte località ove il terreno è quasi piano, uno strato dello spessore di un metro o due di argilla rossa piena di selci ricopre la formazione cretacea superiore. Questa materia incostante, di cui la superficie è stata mutata in terra vegetale, si compone di residui non disciolti presi dalla creta. Sarà bene ricordare qui il caso dei frammenti di creta sepolti sotto ai rigetti dei lombrici in uno dei miei campi, di cui gli angoli erano tanto smussati nel corso di 29 anni che quei frammenti ora parevano ciottoli rosi dalle acque. Questo deve essersi compiuto per opera dell'acido carbonico della pioggia, e nel terreno dagli acidi dell'*humus*, e dalla forza corrosiva delle radici viventi. La cagione per cui una densa massa di residuo non sia stata lasciata nella creta, in ogni punto ove il terreno è quasi piano, può essere forse spiegata collo insinuarsi delle fine particelle nelle fessure, che sono spesso presenti nella creta e sono o aperte o piene di creta impura, o sono nella creta solida stessa. Che questo insinuarsi si presenti non può guari mettersi in dubbio. Mio figlio raccolse un po' di creta in frammenti e in polvere sotto all'erbetta vicino a Winchester; questa fu trovata, dal colonnello Parsons,

contenere 10 per cento, e i frammenti 8 per cento, di materia terrea. D'altra parte la formazione cretacea superiore contiene propriamente, come seppi dal defunto David Forbes, il quale fece per me molte analisi, soltanto da 1 a 2 per cento di materia terrosa; e due esemplari presi da pozzi vicino alla mia casa contenevano 1,3 e 0,6 per cento. Parlo di questi casi perchè, dallo spessore dello strato superiore di argilla rossa mista a selci, io credeva che lo strato sottostante di creta dovesse essere qui meno puro che non altrove. La cagione del residuo accumulatosi più in un punto che non in un altro può attribuirsi a ciò che uno straticello di materia argillosa sia rimasto sulla creta in un periodo remotissimo, e questo abbia dovuto arrestare il susseguente insinuarsi della sostanza terrosa entro alla creta.

Dai fatti sovra esposti possiamo concludere che i rigetti emessi sopra alle nostre collinette cretacee sopportano una certa perdita per lo insinuarsi della loro materia più fina entro alla creta. Ma una cosiffatta creta superficiale impura, quando viene sciolta, dovrebbe lasciare una maggior quantità di sostanza terrosa da aggiungersi alla terra vegetale che non nel caso della creta pura.

Oltre alla perdita prodotta dalla infiltrazione, un po' di terra fina viene certamente trascinata giù dall'acqua lungo i pendii erbosi dei nostri poggetti. Questo processo tuttavia deve, coll'andar del tempo, arrestarsi: perchè sebbene io non sappia fino a qual punto di sottigliezza uno strato di terreno vegetale sia sufficiente ad albergare dei lombrici, tuttavia un limite almeno deve esservi; in questo caso i loro rigetti non sarebbero più emessi o diverrebbero rarissimi.

I casi seguenti dimostrano che una quantità notevole di terra fina è stata trascinata giù. Lo spessore della terra vegetale venne misurato in certi punti discosti 10 metri attraverso a una valletta nella formazione cretacea presso a Winchester. I pendii scendevano dolcemente dapprima; poi cominciavano ad inclinarsi a circa 20°; poi il declivio si faceva più dolce fino al fondo, che trasversalmente era quasi piano per circa 45 metri. In fondo lo spessore medio del terreno vegetale in cinque misure era di 29 cent.; mentre sui fianchi della valle, ove l'inclinazione variava tra 14° e 20°, il suo spessore medio era un po' meno di centimetri 8,75. Siccome il fondo coperto di erbetta della valle scendeva ad un angolo di soli 2° o 3°, è probabile che una grande parte dello strato di terra vegetale dello spessore di 29 cent. era stata trascinata dall'acqua lungo i fianchi della valle, e non dalla sua parte superiore. Ma siccome un pecoraio disse di aver veduto l'acqua scorrere in questa valle dopo un repentino sciogliersi della neve, è possibile che un po' di terra possa essere stata portata giù dalla parte superiore; oppure, d'altra parte, che un poco di terra possa essere stata portata giù nella valle. Risultamenti molto simili a questi, rispetto allo spessore della terra vegetale, furono ottenuti nella valle vicina.

Il colle di Santa Caterina, presso a Winchester, è alto da 98 a 100 metri, e

consiste in un cono ripido di formazione cretacea di circa $\frac{1}{2}$, di miglio di diametro. La parte superiore fu convertita dai Romani, oppure, come alcuni credono, dagli antichi Brettoni, in un attendamento, scavando tutto intorno ad essa un fosso largo e profondo. Una grande parte dei materiali estratti durante quel lavoro fu portata su, per cui si formò una sorta di terrapieno sporgente; e questo ebbe l'effetto di impedire che i rigetti dei lombrici (i quali sono in certe parti molto numerosi), i sassi e altri oggetti venissero trascinati o sgretolati e rotolassero nel fosso. Il terreno vegetale sulla parte superiore e fortificata del colle si trovò avere in molti punti uno spessore di soli 5 centimetri e mezzo a 8 cent.; mentre s'era accumulato al piede del terrapieno sopra il fosso ad uno spessore, in molti luoghi, di 20 a 23 centimetri.

Sul terrapieno stesso il terreno vegetale era spesso soltanto 25 a 37 millimetri; e dentro al fosso al fondo variava da 5 centimetri e mezzo a 8 centimetri, ma era in un punto spesso 15 cent. Sul lato nord-ovest del colle, sia che non fosse mai stato fatto un terrapieno sopra al fosso, sia che questo fosse stato tolto via in seguito, non vi era nulla che impedisse ai rigetti dei lombrici, alla terra e ai sassi di essere trascinati dall'acqua nel fosso, in fondo al quale il terreno vegetale formava uno strato dello spessore di 27 centimetri e mezzo a 55 cent. Tuttavia si potrebbe riconoscere che qui e in altre parti del pendio il letto di terra vegetale conteneva spesso dei frammenti di creta e di selci che evidentemente erano rotolati giù dal disopra in tempi differenti. Gli interstizi nel calcare frammentario sottostante erano pure privi di terra vegetale.

Mio figlio esaminò la superficie di questo colle alla sua base in direzione di sud-ovest. Sotto al fosso grande, ove il pendio era di circa 24° , la terra vegetale era in uno strato sottilissimo, cioè da 37 millimetri a 5 cent. e mezzo; mentre presso alla base, ove il pendio era solo di 3° a 4° , lo strato saliva a 20 e 22 centimetri e mezzo di spessore. Possiamo quindi concludere che su questo colle modificato artificialmente, come pure nelle valli naturali dei poggi contigui cretacei, un po' di terra probabilmente derivata in gran parte dai rigetti dei lombrici, viene trascinata giù dall'acqua, e si accumula nelle parti più basse, senza contare lo insinuarsi di una quantità ignota di essa nella creta sottostante; una nuova provvista di sostanza terrosa si produce dallo sciogliersi della creta per opera di agenti atmosferici e altri.

CAPITOLO VII.

CONCLUSIONE

Sunto della parte che hanno avuto i lombrici nella storia del mondo — Loro opera nello sgretolamento delle rocce — Nella denudazione della terra — Nella conservazione dei ruderi antichi — Nel preparare il terreno allo accrescimento delle piante — Facoltà mentali dei lombrici — Conclusione.

I lombrici hanno avuto nella storia del mondo una parte molto più importante di quello che molti possano pensare. In quasi tutti i paesi umidi essi sono numerosissimi, e per la loro mole posseggono una grande forza muscolare. In molte parti d'Inghilterra ogni anno una quantità di terra asciutta del peso di oltre a dieci tonnellate (10,516 chilogrammi) passa pei loro corpi ed è portata alla superficie per ogni acro di terra; cosicchè tutto lo strato superficiale di terra vegetale passa pei loro corpi nello spazio di pochi anni. Pel crollare delle buche più antiche dei lombrici, il terreno vegetale è in un continuo sebbene lento movimento, e le particelle che lo compongono vengono così sfregate assieme. In tal modo nuove superfici sono continuamente esposte all'azione dell'acido carbonico nel suolo, e degli acidi dell'humus che sembrano essere ancor più efficaci nel decomporre le rocce. La produzione degli acidi umici viene probabilmente affrettata durante la digestione delle numerose foglie semi infracidite che i lombrici consumano. Così le particelle della terra, che formano lo strato della superficie, vanno soggette a condizioni sommamente favorevoli alla loro decomposizione e alla loro disintegrazione. Inoltre, le particelle delle rocce più molli sopportano un certo grado di tritamento meccanico nel ventriglio muscoloso dei lombrici, nei quali le pietruzze fanno ufficio di pietre da macina.

I rigetti finamente levigati, quando sono portati alla superficie in condizione umida, scivolano durante la pioggia sopra un pendio moderato qualunque; e le particelle più piccole sono trascinate molto più in giù anche sopra a una superficie poco inclinata. I rigetti asciutti spesso si sbriciolano in pallottoline le quali possono rotolare lungo una superficie in pendenza qualsiasi. Ove la terra è interamente piana e coperta d'erba, e ove il clima è umido tanto che la polvere non può essere portata via dal vento, sembra a prima vista impossibile che vi possa essere una quantità apprezzabile di denudamento sub-aereo; ma i rigetti dei

lombrici sono portati via, specialmente mentre sono umidi e vischiosi, in una direzione uniforme dai venti dominanti che sono accompagnati da pioggia. Con questi vari mezzi il terreno vegetale della superficie non può accumularsi ad un grande spessore; e uno strato denso di terra vegetale arresta in molti punti lo sgretolamento delle rocce sottostanti e dei frammenti della roccia.

Il mutar di luogo dei rigetti dei lombrici per le cause sopra indicate produce dei risultamenti che sono tutt'altro che insignificanti. È stato dimostrato che uno strato di terra dello spessore di 5 millimetri viene annualmente in molti punti portato alla superficie per ogni acro; e se una piccola parte di questa quantità scorre, o rotola, o è trascinata dall'acqua, anche per un breve tratto lungo un pendio qualsiasi, o viene portata via dal vento in una direzione, nel corso dei secoli tutto ciò deve produrre un grande effetto. Colle misure prese e coi calcoli fatti si è trovato che sopra una superficie di una inclinazione media di $9^{\circ} 26'$, 37,5 cent. cubi di terra emessa dai lombrici formano, nel corso di un anno, una linea orizzontale lunga 90 centimetri, cosicchè in 100 anni 3750 cent. cubi formerebbero una linea lunga 90 metri. Questa quantità allo stato umido peserebbe chil. 4,29.

Così un peso notevole di terra viene continuamente movendosi lungo ogni fianco di ogni valle, e col tempo deve giungere al letto di essa. Finalmente questa terra sarà trasportata dai corsi d'acqua che scorrono nelle valli fino nel mare, grande ricettacolo di tutta la materia del denudamento della terra. Si sa, per la quantità di sedimento che ogni anno viene portato al mare dal Mississippi, che questa enorme area di drenaggio deve in media diminuire ogni anno di millimetri 0,6575; e questo basterebbe in quattro milioni e mezzo di anni ad abbassare tutta l'area di drenaggio a livello della spiaggia del mare. Cosicchè, se una piccola frazione dello strato di terra fina, dello spessore di 5 millimetri, che viene ogni anno riportata alla superficie dai lombrici, viene portata via, non può mancare di prodursi un grande effetto in un periodo che nessun geologo considera come estremamente lungo.

Gli archeologi debbono essere grati ai lombrici, dell'avere essi protetto e conservato per un periodo indefinitamente lungo ogni oggetto, non soggetto a decomporsi, caduto sulla superficie della terra, sotterrandolo sotto ai loro rigetti. Così pure, molti pavimenti quadrellati eleganti e curiosi e altri avanzi vennero conservati; sebbene senza dubbio i lombrici furono in questi casi grandemente aiutati dalla terra trascinata dall'acqua e dal vento del terreno contiguo, specialmente quando questo è coltivato. I pavimenti a mosaico antichi hanno, tuttavia, sofferto sovente per essersi abbassati disugualmente, per essere stati disugualmente minati dai lombrici. Anche gli antichi muri massicci possono venire minati e abbassarsi, e nessun fabbricato ne va immune per questo rispetto, a meno di avere dei fondamenti profondi 1^m,80 a 2 metri sotto alla superficie, a

una profondità ove i lombrici non possono lavorare. È probabile che molti monoliti e certi muri antichi siano crollati per essere stati minati dai lombrici.

I lombrici preparano il terreno in modo eccellente pel crescere delle piante dalle radici fibrose e per i seminati di ogni sorta. Essi espongono all'aria periodicamente il terreno vegetale, e lo stacciano per modo che nessun sasso più grosso delle particelle che possono inghiottire rimane in esso. Mescolano tutto intimamente, come fa il giardiniere quando prepara la sua terra fina per le sue piante più scelte. In questo stato esso è bene acconcio tanto per trattenere l'umidità e assorbire tutte le sostanze solubili, quanto pel processo della nitrificazione. Le ossa degli animali morti, le parti più dure degli insetti, i nicchi dei molluschi terrestri, le foglie, i ramoscelli, ecc. vengono in un tempo non molto lungo sepolti sotto a rigetti accumulati dei lombrici, e sono così messi in uno stato di decomposizione ancora più grande a portata delle radici delle piante. I lombrici tirano un numero infinito di foglie nelle loro buche, in parte per turrarne l'apertura e in parte per nutrirsi.

Le foglie che sono portate nelle buche per cibo, dopo d'essere state sbriciolate in pezzettini, in parte digerite, e saturate dalle secrezioni intestinali e urinarie, vengono mescolate con molta terra. Questa terra forma quell'*humus* ricco, di color bruno, che copre quasi in ogni parte la superficie della terra di un manto bene definito. Von Hensen (1) mise due lombrici in un recipiente del diametro di 45 centimetri, pieno di sabbia su cui erano sparse delle foglie; e queste furono in breve tratte entro alle loro buche ad una profondità di 7 centimetri e mezzo. Dopo 6 settimane circa uno strato quasi uniforme di sabbia, dello spessore di un centimetro, era convertito in *humus* per avere attraversato il canale alimentare di quei due lombrici. Alcune persone credono che le buche dei lombrici, le quali sovente penetrano nel terreno quasi perpendicolarmente ad una profondità di 1^m,50 a 1^m,80, agevolino materialmente il suo drenaggio, sebbene i rigetti viscosi ammassati sulle aperture delle buche impediscano o arrestino l'acqua della pioggia dal penetrare profondamente entro alla terra. Esse agevolano pure molto il passaggio discendente delle radici di piccola mole; e queste vengono nutrite dall'*humus* con cui sono spalmate le buche. Molti semi vanno debitori del loro germogliamento allo essere stati coperti dai rigetti; e altri sepolti a una profondità notevole sotto a rigetti accumulati giacciono inerti, finchè in un tempo avvenire siano scoperti per accidente e possano germogliare.

I lombrici sono meschinamente provveduti di organi di senso; perchè non si può dire che abbiano la vista, quantunque possano distinguere tra la luce e l'oscurità; sono interamente sordi, e hanno poco odorato; solo il senso del tatto è bene sviluppato. Possono quindi conoscere poco di ciò che sta loro attorno nel

(1) *Zeitschrift für Wissenschaft. Zoolog.*, B. xxviii, 1877, p. 360.

mondo esterno, e fa meraviglia come possano mostrare una certa abilità nello spalmare le loro buche coi loro rigetti e colle foglie, e, nel caso di alcune specie, ammucchiare i loro rigetti a mo' di edifici torreggianti. Ma è ancor più sorprendente che possano mostrare un certo grado d'intelligenza invece di un semplice impulso dell'istinto nel modo di turare le bocche delle loro buche. Operano quasi nel modo stesso come farebbe un uomo il quale avesse da chiudere un tubo cilindrico con varie sorta di foglie, di picciuoli, di triangolini di carta, ecc., perchè ordinariamente ghermiscono questi oggetti per la parte più aguzza. Ma gli oggetti più sottili sono tirati dentro per lo più per le estremità più larghe. Essi non operano nello stesso modo in tutti i casi, come fanno molti animali inferiori; per esempio, non tirano dentro le foglie pel loro picciuolo, a meno che il gambo sia tanto sottile quanto l'apice, o più stretto di questo.

Quando noi stiamo a guardare una distesa larga coperta d'erba, dobbiamo ricordarci che la sua levigatezza, dalla quale tanto dipende la sua bellezza, è dovuta in parte all'opera dei lombrici che hanno lentamente spianato tutte le sue scabrosità. È stupendo pensare che tutto il terreno vegetale della superficie di una distesa erbosa qualsiasi è passato e passerà di nuovo ogni tanti anni pel corpo dei lombrici.

L'aratro è una delle più antiche e più utili invenzioni dell'uomo; ma molto prima che esso esistesse la terra era infatti regolarmente arata, e continua ad essere arata dai lombrici o vermi di terra. Si può mettere in dubbio se vi siano molti altri animali i quali abbiano avuto una parte tanto importante nella storia del mondo quanto quella avuta da questi esseri dall'organismo tanto basso. Tuttavia, vi sono altri animali, di una organizzazione ancora più bassa, vale a dire i coralli, che hanno compiuto un'opera ancor più cospicua, avendo costruito un numero sterminato di scogliere e di isole nei vasti oceani; ma questi sono quasi tutti limitati nelle zone dei tropici.

FINA.

INDICE

INTRODUZIONE Pag. 1

CAPITOLO I.

Costumi dei Lombrici.

Natura dei luoghi ove dimorano — Possono vivere lungamente sott'acqua — Notturni — Girano la notte — Sovente stanno presso alle aperture delle loro buche, e sono distrutti così in gran numero dagli uccelli — Struttura — Non hanno occhi, ma possono distinguere la luce dalle tenebre — Si ritirano in fretta quando sono illuminati da una luce viva, non per un'azione riflessa — Potenza di attenzione — Sensitivi al caldo e al freddo — Interamente sordi — Sensitivi alle vibrazioni e al tatto — Piccola potenza olfattiva — Gus'o — Facoltà mentali — Natura del cibo — Onnivori — Digestione — Le foglie prima di essere inghiottite sono inumidite da un liquido della natura della secrezione pancreatico — Digestione extra stomacale — Ghiandole calcifere, loro struttura — Concrezioni calcari che si formano nel paio di ghiandole anteriore — La sostanza calcarea, in origine una escrezione, serve in seguito a neutralizzare gli acidi generati durante il processo digestivo Pag. 5

CAPITOLO II.

Costumi dei Lombrici (*Continuazione*).

Modo in cui i lombrici ghermiscono gli oggetti — Loro facoltà di succiamento — Loro istinto di ricoprire la bocca delle loro buche — Pietruzze ammucciate sopra alle buche — Vantaggi ottenuti da questa pratica — Intelligenza dimostrata dai lombrici nel modo in cui ricoprono le loro buche — Varie sorta di foglie ed altri oggetti in tal modo adoperati — Triangoli di carta — Sommario delle ragioni per credere che i lombrici mostrino un po' d'intelligenza — Mezzi coi quali scavano le loro buche, spingendo in là la terra ed ingoiandola — La terra vien pure inghiottita per la sostanza nutriente che contiene — Profondità a cui scavano i lombrici, e costruzione delle loro buche — Queste buche sono tappezzate di rigetti e nelle parti superiori di foglie — La parte inferiore selciata di pietruzze e di semi — Modo in cui questi rigetti sono emessi — Frana delle vecchie buche — Distribuzione dei lombrici — Rigetti torriformi nel Bengala — Rigetti giganteschi sui monti Nilgiri — Rigetti emessi in tutti i paesi Pag. 25

CAPITOLO III.

Quantità di terra fina portata alla superficie dai Lombrici.

Rapporto in cui varî oggetti sparsi sulla superficie dei campi erbosi sono coperti dei rigetti dei lombrici — Il seppellirsi di un sentiero selciato — Lento abbassamento di grosse pietre lasciate sulla superficie — Numero di lombrici che vivono entro a un dato spazio — Peso della terra rigettata da una buca, e da tutte le buche entro a un dato spazio — Spessore dello strato di terra vegetale che formerebbero i rigetti sopra a un dato spazio in un dato tempo quando venissero sparsi uniformemente — Lento rapporto in cui può crescere la terra vegetale ad una grande spessore — Conclusione Pag. 55

CAPITOLO IV.

Parte che hanno avuto i Lombrici nel seppellire gli antichi edifici.

Accumulamento dei rottami nei luoghi ove sorgevano grandi città, indipendente dall'azione dei lombrici — Seppellimento di una villa romana ad Abinger — I pavimenti e le pareti compenstrate dai lombrici — Abbassamento di un pavimento moderno — Il pavimento sotterrato all'abbazia di Beaulieu — Villeggiature romane a Chedworth e Brading — Avanzi della città romana a Silchester — Natura dei rottami dai quali sono coperti i ruderi — I lombrici hanno penetrato i pavimenti e le pareti a quadrelli — Abbassamento dei pavimenti — Spessore della terra vegetale — L'antica città romana di Wroxeter — Spessore della terra vegetale — Profondità delle fondamenta di alcuni edifici — Conclusione Pag. 75

CAPITOLO V.

Azione dei Lombrici nel denudamento della terra.

Prove del grado di denudamento sopportato dalla terra — Denudamento sub-aereo — Deposizione della polvere — Terreno vegetale: il suo colore oscuro e la sua finezza sono in grande parte dovuti all'azione dei lombrici — Disintegrazione delle rocce per mezzo degli acidi dell'*humus* — Acidi consimili sono generati, da quanto pare, entro al corpo dei lombrici — L'azione di questi acidi è agevolata dal movimento continuo delle particelle di terra — Uno strato denso di terra vegetale arresta la disintegrazione del suolo sottostante e delle rocce — Particelle di pietra consumate o triturate nel ventriglio dei lombrici — Le pietruzze inghiottite servono come pietre da macina — Levigatezza dei rigetti — Frammenti di mattoni nei rigetti sopra gli edifici antichi si trovano bene arrotondati — La potenza di triturazione dei lombrici non è al tutto insignificante dal punto di vista geologico Pag. 97

CAPITOLO VI.

Denudazione della Terra (*Continuazione*).

Denudazione aiutata dai rigetti emessi di fresco che scorrono giù dalle superfici coperte d'erba e in pendio — Quantità della terra che ogni anno scende al basso — Effetto delle piogge tropicali sui rigetti dei lombrici — Le particelle di terra più piccole portate via completamente dai rigetti dall'acqua — Sgretolamento dei rigetti secchi in palline, e loro rotolamento sulle superfici inclinate — Formazione di piccoli orli sui lati di un colle, dovuta in parte allo accumularsi dei rigetti sgretolati — I rigetti portati dal vento sulla terra piana dal lato opposto — Tentativo fatto per calcolare la quantità che viene in tal modo portata via dal vento — Degradazione degli antichi accampamenti e tumuli — Conservazione delle cime e dei solchi sopra terra anticamente arata — Formazione e quantità della terra vegetale sopra alla formazione cretacea Pag. 109

CAPITOLO VII.

Conclusione.

Sunto della parte che hanno avuto i lombrici nella storia del mondo — Loro opera nello sgretolamento delle rocce — Nella denudazione della terra — Nella conservazione dei ruderi antichi — Nel preparare il terreno allo accrescimento delle piante — Facoltà mentali dei lombrici — Conclusione Pag. 127

INDICE ALFABETICO

A

- ABBADIA di Beaulieu. *Pag.* 82; rigetti con particelle arrotondate trovati colà, 107.
 ABINGER, rigetti trovati in una villa romana, 107.
 ABINGER, villa romana, 76.
 ACCAMPAMENTI antichi, 121.
 ACIDI dell'*humus*, loro azione sulle rocce, 101.
 AFFONDAMENTO di alcuni pavimenti a Silchester, 89-90.
 AFRICA, polvere proveniente da essa, 99.
 AMIDO, mangiato dai lombrici, 16; digestione dei granelli di esso nelle cellule delle foglie, 18.
 ARCHIAC (D'), sue critiche, 2.
 ARIA, correnti d'aria; sensitività dei lombrici per quelle, 13.
 ARTEMISIA, le sue foglie non sono mangiate dai lombrici, 15.

B

- BEAUMONT (Elia di), sul terreno vegetale, 1; sui rottami che si trovano sotto le grandi città, 76; sulla polvere trasportata, 100; sulla permanenza del terreno vegetale, 121; sulla permanenza di tumuli antichi, 121.
 BENGAL, lombrici di quella località, 51.
 BETULAE (foreste di), le pietre colà non sono sepolte dai rigetti, 61.
 BRADING, villa romana, 84.

C

- CALCIO (carbonato di), concrezioni da esso formate, 19.
 CALORE (percezione del), 12.
 CAMPI anticamente coltivati, 122.
 CARNAGIE (sig.), profondità delle buche, 47.
 CARNE cruda, mangiata dai lombrici, 16.
 CARTA (triangoli di), 35.
 CAVITÀ, loro formazione nella creta, 58.
 CELLULE, libere, con sostanza calcarea nelle ghiandole calcifere, 20.
 CELLULOSA, sua digestione, 17.
 CHEDWORTH, villa romana di quella località, 83.

- CIBO dei lombrici, foglie, *Pag.* 16; terra, 42.
- CLAPARÈDE, sulla struttura degli intestini dei lombrici, 9; sulle ghiandole salivari, 19; sulle ghiandole calcifere, 20; la faringe adatta pel succiamento, 25; dubita se la terra serva di cibo ai lombrici, 43, 44; sui ventrigli dei lombrici, 103.
- CLEMATIS, suoi picciuoli, adoperati per turare le buche, 26.
- COBRA, serpente, sua intelligenza, 40.
- COLLE di Santa Caterina presso a Winchester, 125.
- COLLINE cretacee, quantità di terra portata colà annualmente alla superficie, 58.
- COLLINETTE cretacee presso a Winchester; valli in esse, 125.
- CONCLUSIONE, 127.
- CONCREZIONI di calce nelle ghiandole calcifere anteriori, 20; calcaree, loro uso, 23.
- CORALLI, limo da essi formato, 107.
- CORNICE (strada della), rigetti disintegrati sopra di essa, 116, 117.
- CORRENTI d'aria, i lombrici se ne risentono, 13.
- CRETA, formazione di terra vegetale sopra di essa, 124.
- CRETA, frammenti di questa in breve sepolti e corrosi, 59; residui di essa formanti un deposito superficiale, 59.
- CRETACEA, formazione, sua superficie molto denudata, 58.
- CROLL (sig.), intorno alla denudazione, 98.
- CROLLARE delle buche antiche, 49.

D

- DANCER (sig.), sulla azione e sul numero dei lombrici, 62-67.
- DENUDAZIONE del terreno, 97.
- DIGASTER, 103.
- DIGESTIONE dei lombrici, 17; extrastomacale, 19.
- DISINTEGRAZIONE delle rocce agevolata dai lombrici, 101.
- DISTRIBUZIONE geografica dei lombrici, 50.

E

- EIEZIONE dei rigetti, 48.
- EISEN, numero delle specie dei lombrici, 5; profondità delle buche, 46.
- ERICACE, abitate da pochi lombrici tranne nei sentieri che le attraversano, 6.
- ERNST (dott.), sui lombrici di Caracas, 50.

F

- FABRE (sig.), sugli istinti dello Sphex, 40.
- FACOLTÀ mentali dei lombrici, 15.
- FARINGE, sua azione, 25.
- FARRER (sig. T. H.), sulla villa romana ad Abinger, 76, 80.
- FISH (sig.), sua critica delle mie opinioni, 3.
- FOGLIE di pino adoperate per turare le buche, 26, 31; per tappezzare le buche, 47.
- FOGLIE, i lombrici distinguono il sapore delle varie specie, 14; consumate dai lombrici, 16; il loro inacidimento non è agevolato dalla secrezione alcalina da cui sono inumidite, 17; nello inacidirsi generano acidi, 22.

- FONDAMENTI, profondi negli edifizi romani a Wroxeter, *Pag.* 95.
 FORMICHE, loro intelligenza, 39.
 FOSTER (Michele), sul fermento pancreatico, 16; sulla acidità del contenuto degli intestini, 22.
 FRASSINI, loro picciuoli, 34.

G

- GALTON (sig.), intorno al numero dei lombrici, 7.
 GEIKIE (Arcibaldo), sulla denudazione, 98; respinge le idee di E. di Beaumont intorno alla denudazione, 121.
 GEIKIE (Giacomo), respinge le idee di Richthofen, 100; intorno alle rocce coperte di ghiaccio, 103.
 GHIANDOLE, calcifere, 9; loro funzione, 19.
 GLEN ROY, evidenza della rarità dei scoscendimenti, 109.
 GRASSO, mangiato dai vermi, 16.
 GUSIG, nei lombrici, 14.

H

- HAAST (Von), sugli strumenti primitivi trovati sepolti nella Nuova Zelanda, 62.
 HENSEN, sul numero dei lombrici nei giardini, 2; sui lombrici che non vivono di sola terra, 45; sulla profondità delle buche, 46; sul numero dei lombrici viventi in una data area, 67; sulla composizione della terra vegetale, 100; sulla quantità di *humus* formata dai lombrici, 129.
 HENSLOW (prof.), sui risalti del declivio dei colli, 116.
 HOFFMEISTER, numero delle specie dei lombrici, 5; sui lombrici che svernano in compagnia, 15; percezione della luce dei lombrici, 10, 11; sui nemici dei lombrici, 28; profondità delle buche, 46; sullo svernare dei lombrici, 47.
 HOOKER (sir J.), sui rialzi di terra sull'Imalaia, 116.

I

- INFRACIDIMENTO delle foglie, non affrettato dalla secrezione di cui sono inumidite, 17.
 INSINUARSI della terra nella creta, 124.
 INTELLIGENZA dei lombrici, 16, 28.
 INTRISINI dei lombrici, il loro contenuto è acido, 22.
 ISOLE abitate dai lombrici, 50.
 ISTINTO dei lombrici, 16.

J

- JOHNSON (dott. H.), sui ruderi romani ad Wroxeter, 93, 96; sull'ammoniaca contenuta dai rigetti dei lombrici, 102.
 JOHNSON (S. W.), come crescono le messi, 102.
 JOYCE (rev. J. G.), sui ruderi romani di Silchester, 83.
 JULIEN (sig. A. A.), sulla composizione della torba, 100; sugli acidi dell'*humus*, 101

K

- KEY (rev. H), sul seppellirsi delle ceneri per opera dei lombrici, *Pag.* 62.
 KING (dott.), sulla formazione del terreno vegetale nelle foreste della Francia, 2;
 sui rigetti del contorno di Nizza, 45, 49; sui grandi rigetti trovati sui monti
 Nilgiri a Ceylan, 52; peso dei rigetti trovati presso a Nizza, 68; sui rigetti
 portati via dall'acqua sui monti Nilgiri, 114; sui rigetti sgretolati sulla strada
 della Cornice, 113, 117.
 KNOLE (parco di), foreste di faggi, mancanti di lombrici, 6.
 KONINCK (di), sullo sgretolarsi delle rocce, 99.

L

- LABURNUM (foglie del), 30.
 LANKESTER (Ray), sulla struttura dei lombrici, 9; sui lombrici della Terra di
 Kerguelen, 50.
 LA PLATA, uragani di polvere, 99.
 LAYARD (sig.), sui costumi del Cobra, 40.
 LÉON (F.), sul liquido digestivo dei lombrici, 16.
 LIQUIDO digestivo dei lombrici, 16.
 LOMBRICI, notturni, 8; ne muore alle volte un gran numero, 9; morti sono man-
 giati da altri lombrici, 16; contenuto acido del loro intestino, 22; facoltà di
 succiamento, 25; turano le loro buche, 26; loro intelligenza, 28; modo in
 cui fanno le loro buche, 41; numero di essi vivente in una data area, 67;
 compenetrano i vecchi muri, 80, 88; loro ventrigli e triturazione delle pietre
 che contengono, 104; preferiscono di vivere sulla terra fina, 121.
 LUCCIO, sua stupidità, 40.
 LUCE, i lombrici hanno la percezione di essa, 10.
 LUOGHI abitati dai lombrici, 5.

M

- MAER HALL, quantità di terra portata colà alla superficie, 55.
 MALLET (sig.), sullo affondarsi del terreno sotto i grandi edifici, 67.
 MENTA (foglie di), soltanto stropicciate, 15.
 MISSISSIPPI, sua area di drenaggio, 98.
 MÖBIUS, sui costumi del luccio, 40.
 MONILIASTER, 104.
 MONTI, mancano di lombrici, 7.
 MORREN, sui lombrici che vivono dopo una lunga immersione, 7; sui lombrici che
 rimangono immobili presso all'apertura delle loro buche, 8; sui lombrici che
 mangiano lo zucchero, 16; sulla scomparsa delle ghiandole calcifere durante
 l'inverno, 21; sulle pietruzze trovate nei ventrigli dei lombrici, 104, 105.
 MUELLER (Fritz), sui lombrici del Brasile meridionale, 50.
 MURI antichi ad Abinger trapassati dai lombrici, 80; trapassati dai lombrici a
 Silchester, 88.

N

- NILGIRI** (monti), rigetti trovati colà, *Pag.* 52.
NIZZA, rigetti nei suoi contorni, 44; rigetti sgretolati dei suoi contorni, 115.
NOTTE, i lombrici escono allora dalle buche, 8.

O

- OBLITERAZIONE** delle buche antiche sul terreno coltivato, 122.
ODORATO (senso dell') 13.
ODOBI, grado di sensitività dei lombrici per essi, 13.
OGGETTI giacenti sulla superficie, in breve vengono sepolti dai rigetti, 53.
OSSA stritolate, sepolte sotto ai rigetti, 62.

P

- PAVIMENTI** antichi abbassati a Silchester, 90.
PAVIMENTO moderno minato dai lombrici, 81.
PERICHÆTA naturalizzato nei dintorni di Nizza, 44.
PERRIERE, sui lombrici che sopportano una lunga sommersione, 7; sulle ghiandole calcifere, 19; sull'azione della faringe, 25; sulla potenza seppellitrice dei lombrici, 41; sui lombrici acclimati, 45; sui lombrici uccisi dall'acido acetico, 67; sul ventriglio dei lombrici, 103, 105.
PESO della terra emessa da una sola buca, 67.
PICCIUOLI di Clematis, 33; dei frassini, 34.
PIETRE grosse, minate dai lombrici a Leith Hill, e a Stonehenge, 63.
PIETRE piccole, ammucciate sulle buche, 27; piccole nei ventrigli dei lombrici, 104; arrotondate nei ventrigli dei lombrici, 105.
PLAIFAIR, sulla denudazione, 121.
POLVERE, distanza a cui è trasportata, 99, 100.
PRESA, facoltà dei lombrici, 26.
PROFONDITÀ a cui scavano i lombrici, 46.

Q

- QUANTITÀ** di terra portata alla superficie dai lombrici, 53.

R

- RAMSEY** (sig.), sullo affondarsi di un pavimento minato dai lombrici, 81; sulla denudazione, 97.
RIALZI sopra i campi anticamente coltivati, 122.
RICHTHOFEN, sui depositi di polvere nella Cina, 100.
RIGETTI, acidi, 22; presi a Beaulieu, 42; a mo' di torre dei dintorni di Nizza, 45; modo in cui sono emessi, 48; torreggianti dai contorni di Calcutta, 51; di grossa mole sui monti Nilgiri, 51; loro peso misurato da una sola buca e da una data area, 67; spessore dello strato da essi formato nel corso di un anno, 71; emessi sopra antichi edificii, 106; scorrenti lungo un pendio, 100; trascinati via dall'acqua, 114; asciutti. loro disintegrazione, 115; trasportati dal vento, 118.

- RISALTI di terra sul declivio delle colline, *Pag.* 116.
 ROBINIA, suoi picciuoli, 35.
 ROCCE, loro sgretolamento agevolato dai lombrici, 101.
 ROCCE triturate nei ventrigli dei lombrici, 105.
 RODODENDRO (foglie di), 30.
 ROMANES (sig.), sulla intelligenza degli animali, 40.
 ROTOLAMENTO dei rigetti asciutti, 115.
 ROTTAMI, sopra una villa romana a Silchester, 85.
 RUDERI antichi sepolti dai lombrici, 75.

S

- SACHS, sulle radici viventi che corrodono le rocce, 102.
 SALIVA, è dubbio se i lombrici ne secernano, 19.
 SALVIA (foglie di), non sono mangiate dai lombrici, 15.
 SAUSSURE (De), sui ciottoli di mattoni romani, 106.
 SCAVAZIONE delle buche, 41.
 SCAVI circolari presso a Stonehenge, 120.
 SCHMULEWITSCH, sulla digestione della cellulosa, 17.
 SCORRERE in giù dei rigetti, 110.
 SCOTT (sig.), sui lombrici presso a Calcutta, 51.
 SECREZIONE pancreatica, 16; non acida, 23.
 SELCI, intaccate esternamente e internamente dalle azioni atmosferiche, 103; loro posizione verticale nei residui sopra alla creta, 59.
 SEMI, conservati nelle buche dei lombrici, 48.
 SEMPER, intorno ai vari animali che inghiottiscono sabbia, 43.
 SENSI dei lombrici, 10.
 SENTIERI abitati dai lombrici, 6.
 SENTIERO, selciato, ricoperto col tempo dai rigetti dei lombrici, 61.
 SEPPELLIMENTO dei ruderi di edifizî antichi operato dai lombrici, 75.
 SILCHESTER, antica città romana, 88.
 SILICE, colloide, intaccata dagli acidi dell'*humus*, 10.
 SOCIEVOLEZZA dei lombrici, 15.
 SOLCHI nei campi anticamente coltivati, 122.
 SORBY (sig.), sulla triturazione delle particelle minute delle rocce, 108.
 SORDITÀ dei lombrici, 12.
 SPESSORE dello strato di terreno vegetale emesso ogni anno dai lombrici, 71; sopra le rovine di Chedworth, 84; sui ruderi a Silchester, 92; sui ruderi romani a Wroxeter, 94.
 STONEHENGE, grosse pietre, minate colà dai lombrici, 65; scavi circolari fatti colà, 120.
 STRUTTURA dei lombrici, 8.
 SUCCIAMENTO (potere di), 25.
 SUNTO del libro, 127.
 SUPERFICIE, oggetti sparsi sopra di essa sono sepolti dai lombrici, 56.

T

- TATTO**, i lombrici hanno questo senso molto sviluppato, *Pag.* 13.
TERRA inghiottita come cibo, 42; suo peso, emessa da una sola buca, 46; quantità di questa portata alla superficie, 55; sua denudazione, 97; quantità di essa che scivola lungo un dato pendio, 112.
TERRENO vegetale, sua spessorezza, annualmente emessa dai lombrici, 71; sua spessorezza sui ruderi romani a Chedworth, 84; sua natura e sua spessorezza sopra i ruderi romani a Silchester, 92; sua spessorezza a Wroxeter, 95; sua formazione e sua spessorezza sopra il terreno cretaceo, 124.
TIFOSALIDE, 9.
TIMO, non è mangiato dai lombrici, 15.
TORBA, sua formazione, 100.
TRASPORTO dei rigetti per opera dell'acqua, 111.
TRIANGOLI di carta, 35.
TRITURAZIONE delle particelle di roccia nei ventrigli dei lombrici, 105.
TURAMENTO delle buche, 26; come viene operato, 27.
TUMULI antichi, 121.
TYLOR (sig. E.), sui terreni coltivati anticamente, 122.
TYLOR (sig. A.), sulla denudazione, 28.

U

- UDITO** (senso dell'), 12.
UTRICULARIA (ventose della), 46.

V

- VENTO**, sua azione sui rigetti, 118.
VENTRIGLI dei lombrici, 104.
VIBRAZIONE, i lombrici sono molto sensibili ad essa, 13.
VISTA (facoltà della) nei lombrici, 10.

W

- WEDGWOOD** (sig.), sulla formazione del terreno vegetale, 2.
WHITAKER (sig.), sulla denudazione, 98.
WHITE, sui lombrici, 8.
WINCHESTER, formazione cretacea, 123.
WRIGHT (sig.), sull'età di Wroxeter, 93.
WROXETER, antica villa romana colà, 93.

Z

- ZUCCHERO**, mangiato dai lombrici, 16.
-

OPERE COMPLETE

DI

CARLO DARWIN

Traduzione italiana acconsentita dagli Autori.

Volumi in-8° massimo con figure nel testo.

LA TEORIA DELL'EVOLUZIONE esposta nei suoi fondamenti come **Introduzione alla lettura delle opere del Darwin e de' suoi seguaci**, del Prof. G. Canestrini. Un volume in-8°, 2ª edizione. L. 5.

VIAGGIO DI UN NATURALISTA INTORNO AL MONDO. Trad. del prof. M. Lessona. L. 9,70.

Il lavoro scientifico veramente produttivo del Darwin incomincia col suo Viaggio intorno al mondo, che intraprendeva li 27 dicem. 1831, partendo dal porto di Devonport, in qualità di naturalista sul *Beagle*, vascello a dieci cannoni del governo inglese. Egli aveva ottenuto il permesso di tenere come sua proprietà tutte le raccolte che avesse fatto durante il viaggio, rinunciando in cambio a qualsiasi stipendio. Il viaggio durò quasi cinque anni, e precisamente fino al 2 ottobre 1836, e si fu in questo tempo che il Darwin con instancabile attività raccolse in tutte le parti del globo interessanti e numerosi prodotti naturali, ed osservò con impareggiabile precisione tutti i fenomeni che si presentarono al suo sguardo. E rivolse particolarmente la sua attenzione ai caratteri, ai costumi ed alle condizioni di vita delle varie stirpi umane; agli istinti ed ai costumi degli animali; alla distribuzione geografica di essi e dei vegetali; alle piante rampicanti; ai mutui rapporti che corrono tra i diversi organismi; ed alle isole del corallo nel Pacifico.

SULLA ORIGINE delle SPECIE per ELEZIONE NATURALE. Trad. arricchita di tutte le modificazioni ed agglunte che il Darwin ha fatto nelle successive edizioni inglesi, per G. Canestrini. L. 11.

L'autore aveva abbozzata la sua teoria già nel 1839, e permise soltanto il 1° luglio 1858,

cedendo all'insistenza di alcuni suoi amici, che ne fosse presentato un sunto alla Società Linneana di Londra. L'opera succitata vide la luce li 24 novembre 1859, preceduta dalla seguente dichiarazione dell'autore: - Il mio lavoro è quasi finito; tuttavia io voglio aspettare ancora due o tre anni per completarlo. La mia salute non è troppo ferma e quindi mi sono affrettato a pubblicare il presente estratto. Io fui spinto a quest'opera soprattutto dalla considerazione che il signor Wallace, nello studio della Storia naturale dell'Arcipelago Malese, giunse quasi esattamente a conclusioni identiche alla mia sulla origine delle specie -.

In quest'opera, che è la più importante, l'autore espone le idee cardinali della sua teoria, e tratta dell'elezione artificiale, della naturale e della sessuale, suffragando i suoi concetti con ricco corredo di argomenti. Appoggiato agli effetti della domesticità e della coltura sugli animali e sulle piante, egli sostiene che l'elezione naturale, ossia la sopravvivenza del più adatto che scaturisce dalla rapida riproduzione degli organismi e della conseguente impossibilità che tutti quelli che nascono giungano a riprodursi, abbia dato origine agli esseri viventi svariatisimi che abitano il nostro pianeta, discendendo tutti da una sola o da poche forme antichissime ed estremamente semplici, che si trasformarono e perfezionarono lentamente nel corso dei millennii.

I MOVIMENTI E LE ABITUDINI DELLE PIANTE RAMPICANTI. Trad. dei professori G. Canestrini e P. A. Saccardo. L. 2,50.

L'autore dimostra che le piante diventano rampicanti per arrivare, in mezzo ad altri vegetali (ad es. nelle foreste), alla luce e ad esporre una grande superficie delle loro foglie alla sua azione ed a quella dell'aria libera con un consumo piccolissimo di materia organizzata, in confronto degli alberi che hanno da

sostenere un carico di rami pesanti mediante un tronco massiccio. Esse hanno, a questo riguardo, un vantaggio nella lotta per l'esistenza sugli altri vegetali, ciò che spiega la loro frequenza in tutte le regioni del mondo e conferma la teoria dell'evoluzione. Da quest'opera risulta ancora, che le piante rampicanti spiegano varie specie di movimenti in relazione manifesta ai loro bisogni; e che organi diversi, come un peziolo, un ramo od un peduncolo florale, sono sensibili al tocco e si piegano verso la parte toccata, laonde tanto il movimento spontaneo come la sensibilità, cessano di essere caratteri esclusivi del regno animale.

VARIAZIONE degli ANIMALI e delle PIANTE allo STATO DOMESTICO. Trad. sulla seconda edizione inglese pel prof. G. Canestrini. L. 17.

È questa l'opera più voluminosa del Darwin, che contiene un tesoro di osservazioni preziosissime. In essa l'autore, tratta diffusamente degli animali domestici, e mette in chiaro la potenza dell'elezione artificiale, la quale ha trasformato le forme selvaggie in guisa da farle servire ai nostri bisogni, alle nostre idee di bellezza ed anche semplicemente ai nostri capricci. Il simile dicasi dei vegetali, nei quali l'elezione artificiale ha mutato quelle parti, alle quali prodigammo le nostre cure ed ottenemmo così da alcune piante, delle frutta succose ed aromatiche, da altre dei fiori belli od olezzanti, da altre ancora delle foglie variopinte, da altre ancora dei fusti mangerecci o delle radici alimentari. Questa parte del lavoro ha un interesse speciale per gli allevatori del bestiame, per gli agricoltori, per i giardinieri e per gli orticoltori. Nella parte rimanente l'autore tratta di argomenti fondamentali della sua tesi, come sono, ad es., l'ereditarietà dei caratteri, l'incrocio e la riproduzione consanguinea, l'azione delle condizioni esterne della vita, gli effetti dell'uso e del non-uso degli organi, gli organi rudimentali, la correlazione dei caratteri e l'acclimatazione degli animali e delle piante. Nell'ultimo capitolo è esposta una ardita ipotesi, conosciuta sotto il nome di pangenesi, destinata a raccogliere sotto un unico punto di vista tutti i fatti che si riferiscono alla riproduzione degli organismi.

L'ORIGINE DELL'UOMO E LA SCELTA IN RAPPORTO COL SESSO. Prima traduzione del prof. M. Lessona. L. 13.

Nelle opere precedenti il Darwin non ha mai trattato della discendenza dell'uomo, forse per non compromettere le sorti della sua teoria coll'esposizione di concetti che urtano contro vieti pregiudizi.

Dallo studio dell'*Origine delle specie* risulta tuttavia manifestamente la necessità di assoggettare l'uomo alle medesime leggi, cui obbediscono gli altri esseri organici, e di farlo quindi discendere da un'antica forma dell'ordine delle scimmie. In questo libro l'autore esprime decisamente tale opinione, e l'avvalora con numerosi argomenti tratti dalla struttura corporea del genere umano, e soprattutto dagli organi rudimentali, dallo sviluppo e dalle ano-

malie. Al medesimo risultato conduce lo studio comparativo delle facoltà mentali dell'uomo e degli altri animali. Queste idee hanno procurato al Darwin delle violenti critiche da parte di quegli autori che non credono di dover abbandonare le tradizioni bibliche.

La seconda parte dell'opera tratta della scelta sessuale. È un fatto indiscutibile che il maschio differisce dalla femmina assai frequentemente anche in caratteri che non sono essenziali del sesso, e si può di leggieri convincersene passando in rivista le varie classi zoologiche, come ha fatto l'autore del libro di cui discorriamo. Per spiegare queste così dette differenze sessuali secondarie il Darwin ammette l'elezione sessuale, la quale poggia anch'essa sopra una lotta, ma non già per l'esistenza, sibbene pel possesso della femmina.

In alcuni casi tali differenze sono riposte nella presenza di armi (corni, denti robusti, sproni, ecc.), che trovansi nei maschi, e non nelle femmine; allora il Darwin le ritiene prodotte dalla lotta cruenta fra i maschi pel possesso anzidetto, nella quale vince il meglio armato e procrea dei discendenti di simile conformazione: in altri casi le differenze sono di natura sessuale, ed allora sono dovute ad una lotta incruenta fra i maschi, i quali riescono a farsi preferire dalle rispettive femmine, sia per lo splendore del piumaggio, sia pel canto melodioso, sia per gli atteggiamenti graziosi, sia per i grati profumi che spandono; caratteri tutti che i vincitori riproducono nei figli di uguale sesso, e che vieppiù perfezionandosi passano di generazione in generazione. In ogni caso, tra gli animali è il maschio che assume un contegno attivo; mentre la femmina o si sottomette al vincitore della battaglia cruenta, o sceglie quello che nella lotta incruenta meglio corrisponde alle sue simpatie. Queste opinioni hanno incontrato una forte opposizione tra gli scienziati, specialmente in Italia, per cui la scelta sessuale deve dirsi ancora *sub iudice*.

Dell'ESPRESSIONE dei SENTIMENTI nell'UOMO e negli ANIMALI. Trad. del prof. G. Canestrini. Un volume con 21 incisioni nel testo e 7 tavole in litografia. L. 8.

L'autore descrive le azioni principali dell'uomo e di alcuni animali, le quali costituiscono l'espressione, e tenta di spiegarne l'origine e lo sviluppo. Questo libro serve mirabilmente di sostegno alla teoria darwiniana, perchè si rileva che alcuni atti non sono solo comuni a tutte le razze umane, dalle più colte fino alle meno incivilite e più abiette; ma hanno un qualche riscontro in altri mammiferi, per cui si è condotti ad attribuirli ad una struttura corporea simile, che alla sua volta trova una spiegazione nei rapporti di parentela.

LE PIANTE INSETTIVORE. Trad. dei professori G. Canestrini e P. A. Saccardo. L. 6,50.

Può dimostrarsi con molti fatti che varie piante, sia nostrali che esotiche, hanno la proprietà di secernere da particolari ghiandole delle loro foglie un succo analogo all'umore gastrico degli animali, e di contrarre all'arrivo

di qualche insetto l'orlo delle foglie od i lunghi peli del margine in guisa da accalappiarlo; l'animale si dibatte, ma la foglia lo racchiude sempre più, e mentre esso s'inviaschia nel succo attaccaticcio e muore, questo, agendo da fermento, finisce collo scomporlo in un liquido che facilmente è assimilato dalla foglia che se ne alimenta per sé e per l'intera pianta. Tali fenomeni furono osservati in molte droseracee. Interessanti come insettivori sono anche le utriculariacee. La *pinguicula vulgaris*, ad esempio, piglia colle sue foglie, coperte di una sostanza vischiosa, degli insetti, delle foglioline, dei semi, ecc.; sotto l'influenza di una pressione o di qualsiasi oggetto irritante il lembo fogliaceo si piega all'interno, s'impossessa degli organismi rinchiusi e li digerisce. Nella *utricularia neglecta* sono speciali vescichette che fungono da tranelli, catturando larve d'insetti, crostacei, vermi ed altri minuti animali acquatici. Se la barriera, che si credeva esistere fra il regno animale e vegetale, non fosse stata atterrata da precedenti osservatori, queste scoperte l'avrebbero per sempre demolita.

DEGLI EFFETTI DELLA FECONDAZIONE INCROCIATA E PROPRIA NEL REGNO VEGETALE. Trad. del prof. P. A. Saccardo. Un volume di pag. 340. L. 7.

L'autore dimostra in questo libro, stivato di cifre desunte da numerosi esperimenti, gli effetti dannosi della fecondazione propria e i vantaggi dell'incrociata, facendo vedere come quest'ultima aumenti il vigore costituzionale e la fecondità, mentre la prima diminuisce l'una e l'altro, conclusione che può essere subordinata ad un principio più generale, a quello cioè che un lieve cambiamento nelle condizioni vitali è utile a tutti gli organismi. Si può asserire, in generale, che la natura rifugge dalle nozze consanguinee; se così non fosse, la frequente separazione dei due sessi sopra individui diversi, la dicogamia tanto diffusa nel regno vegetale e non sconosciuta nel regno animale, come ancora la struttura di molti fiori atta a promuovere l'incrocio col mezzo degli insetti, sarebbero fatti assolutamente inesplicabili.

LA FORMAZIONE DELLA TERRA VEGETALE PER L'AZIONE DEI LOMBRICI. Trad. del prof. Michele Lessona. L. 3,50.

Dopo aver studiato i costumi dei vermi terrestri e lombrici, il Darwin dimostra che la terra vegetale è prodotta, almeno in parte, dal lavoro lento ma incessante di questi animalletti, i quali ingoiano negli strati profondi e la portano poi alla superficie e la emettono dall'orifizio anale, dopo averla triturrata, raffinata e concimata nell'interno del loro corpo. In tale guisa viene provato che questi animali così bassi e così disprezzati sono benemeriti dell'agricoltura. Ma in pari tempo essi possono tornare dannosi alla pubblica igiene, perchè nei luoghi di sepoltura possono portare i miasmi dalla profondità del sepolcro alla superficie, e rendere così possibile lo svi-

luppo e la diffusione dei medesimi nelle acque che servono di alimento.

Mentre tutti i lavori del Darwin possono dirsi magistrali, quello qui sopra menzionato è certamente uno dei suoi capi d'opera e i pochi cenni che esponemmo provano meglio di ogni lunghezza di discorsi ampollosi, che l'Haekel non ha torto se chiama questo celebre scienziato il Colombo della biologia.

INTORNO AI DIVERSI APPARECCHI ATTI A PROMUOVERE LA FECONDAZIONE DELLE ORCHIDEE COL MEZZO DEGLI INSETTI, E SULL'UTILITÀ DELL'INCROCIO. L. 6.

L'autore tratta della struttura mirabile di questi vegetali, la quale costringe gli insetti, che li visitano, a servire da pronubi, cioè a deporre il polline di un fiore sullo stigma di altri fiori, e ad impedire così le nozze consanguinee e l'auto-fecondazione, agevolando l'incrocio che è sorgente di fecondità e di robustezza.

LE DIVERSE FORME DEI FIORI IN PIANTE DI UNA STESSA SPECIE. Trad. italiana di G. Canestrini e L. Moschen. Un volume con incisioni nel testo. L. 7.

In questo libro sono raccolti i lavori del Darwin sul dimorfismo e trimorfismo delle piante, pubblicati tra gli anni 1862 e 1868. Le osservazioni nel medesimo esposte vengono a ribadire le conclusioni dell'opera precedente, giacchè le differenze nella lunghezza degli stili e degli stami osservati nei fiori di una medesima specie, si collegano strettamente colla azione benefica degli insetti pronubi.

IL POTERE DI MOVIMENTO DELLE PIANTE, Traduzione italiana di Giovanni e Riccardo Canestrini. Un vol. in-8° gr. illustrato con 199 incisioni nel testo. L. 10.

Carlo Darwin ha redatto quest'opera in collaborazione con suo figlio Francesco, e viene a stabilire che nelle piante esiste un certo grado di sensibilità e di movimento spontaneo. Già l'osservazione delle piante rampicanti aveva condotto a questo risultato, nella quale la parte aerea era stato principale soggetto di esattissime indagini; ma adesso si arriva del pari allo studio dei fenomeni che si osservano nelle radici dei vegetali.

LE ISOLE MADREPORICHE E I BANCHI DI CORALLO. Un volume preceduto dalla Biografia dell'autore, e arricchito di numerose aggiunte pei proff. Giovanni e Riccardo Canestrini. Torino 1887. - Prezzo L. 6.

Il Darwin espone la teoria oggi generalmente accettata dai geologi, intorno alla forma ed all'origine dei banchi di corallo (coste, argini e lagune madreporiche), teoria che è basata sui lenti abbassamenti del fondo dei mari. Nella nostra traduzione gli egregi proff. Canestrini, vi aggiunsero tutti i più recenti studii sullo stesso tema.

