



I S E M P R E V E R D E

LUIGI MONTEMARTINI

— ★ ★ ★ —

La vita delle piante

ATHENA
EDIZIONI

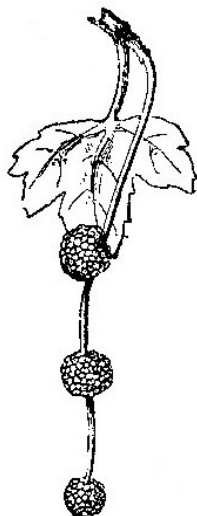
Athena Edizioni ti regala questo libro in formato cartaceo, stampato e spedito gratuitamente a casa tua. Infatti per ogni libro acquistato dal sito potrai scegliere un libro della collana Sempreverde in omaggio. Visita edizioniathena.it per maggiori informazioni.

PRIMA LEZIONE

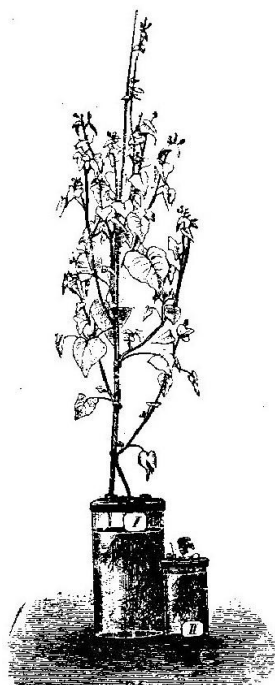
La nutrizione delle piante.

Assimilazione in generale.

Se noi prendiamo uno dei frutti rotondi che rimangono d'inverno pendenti ai rami dei grossi platani dei nostri pubblici passeggi e lo schiacciamo leggermente tra le dita, lo possiamo scomporre in tanti piccolissimi corpi di pochi millimetri di lunghezza, pesanti ognuno solo qualche milligrammo, muniti di un ciuffo di peli, mediante il quale possono quasi stare sospesi nell'aria, tanto piccoli e tanto leggeri che il vento anche debole li può portare e disperdere a grandi distanze. Sono questi altrettanti minuscoli frutti dei quali era composto il frutto schiacciato, e quelli di essi che andranno a cadere o saranno portati in terreno adatto, se troveranno poi condizioni opportune di umidità, di temperatura e di luce, germineranno e daranno una piantina di platano che, invisibile quasi sul principio, potrà crescere a poco a poco cogli anni e diventare anch'essa un albero colossale, capace di dare ad ogni



volger di stagioni migliaia di foglie e milioni e milioni di nuovi microscopici frutti, simili a quelli da cui nacque la prima piantina.



Come si arriva dal minuscolo corpo, che ha le dimensioni di pochi millimetri e pesa solo qualche milligrammo, all'albero colossale, nel quale sono molti metri cubi di legname pesante qualche centinaio di tonnellate?

Evidentemente la piccola piantina deve assorbire dall'esterno una quantità di materia, che elabora ed incorpora. L'insieme dei processi che subisce la

sostanza inorganica assorbita dall'esterno, per costituire la sostanza organica di cui è formato il corpo della pianta, si chiama *assimilazione in generale*.

Questo fenomeno ha importanza speciale nelle piante, perchè solo le piante (e non tutte, come vedremo, né in tutte le loro parti ed in ogni momento di loro vita) sono capaci di compiere

la trasformazione delle sostanze inorganiche in organiche sono atte cioè ad assimilare materie inorganiche: gli animali non lo fanno fare e devono nutrirsi invece di sostanze organiche già elaborate, epperò la loro vita dipende o direttamente (se animali erbivori) e indirettamente (se carnivori, i quali si nutrono di animali che sono essi erbivori) da quella delle piante.

Sostanze nutritive delle piante.

Quali sono le sostanze inorganiche che vengono assorbite ed assimilate, entrando poi a far parte del corpo della pianta?

Lo possiamo sapere in due modi: o facendo l'analisi chimica del corpo medesimo, o seguendone quasi la sintesi, mettendo cioè la piantina a vegetare nell'acqua distillata e cercando quali sali inorganici si devono aggiungere perchè essa possa crescere normalmente.

L'analisi chimica ci insegna che il corpo delle piante contiene una forte proporzione di acqua: dal venti all'ottanta per cento, a seconda che si tratti di un organo legnoso od erbaceo, in riposo o in piena vegetazione. La parte secca poi consta per circa il 90-95 per 100 di materie combustibili (specialmente carbone, unito a ossigeno, idrogeno e azoto), e solo pel rimanente di sostanze minerali incombustibili, che sono quelle che rimangono come ceneri, quando si bruciano i corpi dei vegetali.

Nelle ceneri si trovano: potassio, fosforo, calcio, magnesio, zolfo, ferro e qualche volta anche cloro, silicio ed altro.

Sono questi stessi elementi che, non puri ma combinati ad altri in forma di sali, si devono fornire alla pianta che si fa crescere, come sopra si è detto, nell'acqua distillata, perchè essa possa giungere a sviluppo completo. Infatti una soluzione nutritizia atta ad assicurare l'accrescimento normale della pianta può essere così composta: acqua distillata gr. 1000; nitrato di potassa gr. 1; solfato di magnesio gr. 0,5; solfato di calcio gr. 0,5; fosfato di calcio gr. 0,5; solfato di ferro gr. 0,003. Mancando o l'uno o l'altro degli elementi od alimenti essenziali, la pianta deperisce e muore; aggiungendone di nuovi, si rivelano inutili, quando non sono velenosi. Così la sintesi completa e conferma i risultati dell'analisi.

Parte degli elementi assimilabili sono assorbiti, come vedremo, nell'aria; parte sono assorbiti, sciolti nell'acqua, nel suolo, e la fertilità di quest'ultimo è in relazione all'acqua che esso contiene ed alla quantità degli elementi minerali solubili qui sopra elencati. I terreni smagriti sono quelli dai quali con colture ripetute si sono asportati gli elementi nutritivi delle piante: l'aggiunta di concimi (specialmente di concimi chimici scelti opportunamente, secondo la composizione del suolo ed i bisogni delle piante coltivate) ritorna al terreno la sua fertilità.

Assimilazione del carbonio.

Una metà circa del peso di un albero secco è carbone, ed infatti bruciando il legno in condizioni opportune, noi possiamo

ottenere pezzi di carbone, che sono più leggeri, ma conservano la stessa forma e le stesse dimensioni del legno bruciato: il carbone, dunque, si può dire, impregna tutto il corpo della pianta (anche delle parti non legnose, ma erbacee), sì da formarne quasi l'intelaiatura.

Dove prende la piccola piantina, nata dal seme, tutto il carbone che poi troviamo nell'albero colossale derivato da essa? Donde proviene tutto il carbone, che si trova pure in tutte le piante anche erbacee?

Non dal terreno, perchè o non ve ne è, o v'è in piccola quantità, ed in ogni modo, anche se ve ne fosse molto, le radici non sarebbero capaci di assorbirlo. Nella sintesi delle piante, che noi abbiamo tentato di fare coll'esperienza sopra descritta, abbiamo infatti visto che non è necessario fornire alle radici alcuna traccia di carbone, nè puro, nè unito ad altri elementi: se lo si fornisse, si vedrebbe che non è utilizzabile, mentre, pur non assorbendolo colle radici, la pianta cresce e ne accumula in quantità rilevante in tutti i suoi organi.

Il carbone viene preso nell'aria atmosferica, nella quale è contenuto in forma di biossido di carbonio ed in proporzione minimissima. In ogni 10.000 litri di aria (10 metri cubi) si contengono infatti da tre a quattro litri di gas biossido di carbonio, che pesano circa 7 grammi, e poichè $\frac{3}{11}$ del peso di questo gas è dato dal carbone, mentre $\frac{8}{11}$ sono di ossigeno, ne viene che per ogni 10.000 litri di aria atmosferica normale si possono trovare circa

gr. 2 di carbone.

Queste cifre ci dànno un'idea dell'importanza e della grandiosità del lavoro compiuto in tal senso dalle piante, le quali devono filtrare, si può dire, attraverso i loro tessuti, enormi masse di aria atmosferica, per spogliarla delle minime tracce di biossido di carbonio, che essa normalmente contiene e che vi viene continuamente versato dagli animali che respirano e dalle diverse sorgenti naturali di tale gas che si trovano sulla superficie della terra.

Si pensi, infatti, che un albero il quale abbia un peso secco superiore ai 100 quintali, ne contiene circa 50 di carbone, e si arriverà alla conclusione che per metterne insieme tanto si è dovuto toglierlo a 25 milioni di metri cubi di aria filtrata, nel volger degli anni, attraverso le foglie dell'albero.

E' stato calcolato che un ettaro di terreno coltivato può produrre in un anno da 1500 a 6000 quintali di carbone, a seconda del clima e della coltura, togliendolo a un volume di aria da 750 milioni a 3000 milioni di metri cubi, e che se tutta la superficie del globo fosse coperta da una foresta e il biossido di carbonio non si venisse di mano in mano rinnovando nell'aria, in capo a circa 10 anni l'atmosfera ne sarebbe completamente spogliata e le piante non potrebbero più vivere.

Invece gli animali da una parte colla respirazione loro, la natura colle infinite sorgenti naturali di questo gas, l'uomo stesso colle combustioni necessarie alle sue case ed alle sue industrie, continuano a rinnovare la provvista atmosferica, rimanendo

eterna la circolazione del carbonio, che è la parte essenziale del fenomeno della vita. Il carbone fossile è carbone che, nei più remoti periodi geologici del nostro pianeta, fu sottratto all'atmosfera dalle enormi piante del tempo. Sepolto nelle viscere della terra, ora viene cercato dall'uomo e rimesso in circolazione.

L'assorbimento e l'assimilazione del carbonio (detta *assimilazione* per eccellenza) è il fenomeno più importante della vita delle piante ed anche (poichè, come si è detto, la vita degli animali è legata a quella delle piante) di tutta la vita organica. Con esso si inizia il processo di trasformazione delle sostanze inorganiche in sostanze organiche. L'assimilazione si compie solo negli organi verdi e soltanto sotto l'azione della luce solare. La sostanza verde che si trova nelle piante (detta *clorofilla*, donde anche il nome di *assimilazione clorofilliana* dato al fenomeno) assorbe l'energia dei raggi solari e la fissa,

scomponendo il biossido di carbonio dell'aria, mettendo in libertà l'ossigeno e trattenendo il carbonio per formare, insieme agli elementi dell'acqua,

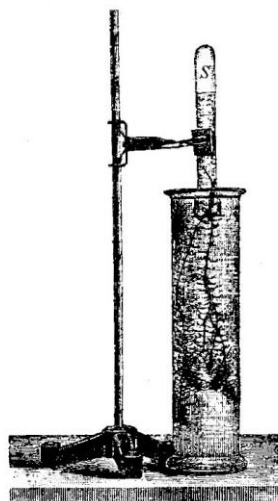


Fig. 3. - Ramo di
pianta acquatica
(*Elodea canadensis*)
che alla luce sviluppa bollicine
di gas
ossigeno, raccolte in alto nella
provetta S.

i primi e più semplici composti organici, gli idrati di carbonio, primo dei quali il glucosio e poi l'amido.

Il fenomeno è dunque accompagnato anche da emissione di ossigeno, che si può vedere facilmente staccarsi in forma di piccole bollicine di gas dalle piante acquatiche. L'aria che si trova vicino alle piante verdi illuminate dal sole è più pura e ossigenata.

Se la pianta viene posta al buio non assimila il carbonio, e non lo assimila nemmeno se essa non è verde.

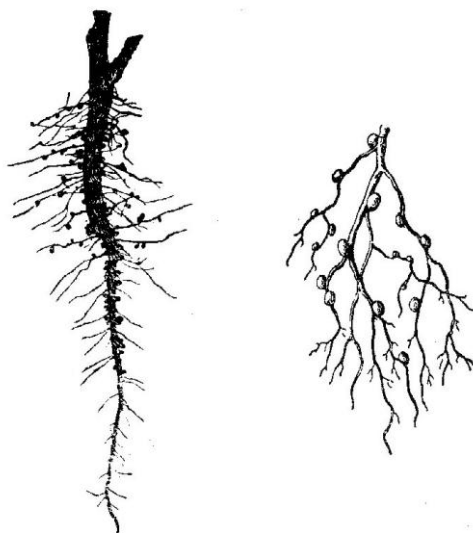
Sono dunque specialmente le foglie quelle che, insieme alle altre parti erbacee e verdi della pianta, compiono il fenomeno importante. Le altre parti non verdi fanno, rispetto all'aria, quello che fanno gli animali, cioè aspirano ossigeno ed emettono biossido di carbonio, come fanno del resto anche le parti verdi durante la notte e quando sono tenute al buio.

Assimilazione dell'azoto.

Formatisi, nel modo che si è spiegato, nelle parti verdi e sotto l'azione della luce solare, i primi e più semplici composti organici, ossia gli idrati di carbonio, che sono composti ternari, costituiti cioè solo da carbonio, idrogeno e ossigeno, sopraggiungono gli altri elementi assorbiti dalle radici nel terreno: avvengono allora ulteriori sintesi, e si passa ai corpi più complessi, nei quali l'azoto è il principale elemento, dopo il carbonio.

E' importante notare che, mentre l'azoto è libero nell'aria atmosferica e costituisce anzi quattro quinti del suo volume, pure

non è utilizzato; mentre invece le piante utilizzano solo l'azoto, unito ad altri corpi, per costituire nitrati o sali ammoniacali solubili nell'acqua e che possano, insieme all'acqua, venire assorbiti dalle radici.



Solo le Leguminose hanno la facoltà di utilizzare in modo sensibile l'azoto libero dell'atmosfera, e lo fanno colle radici, le quali acquistano tale proprietà da bacterî che vivono in simbiosi su di esse, provocando la formazione di piccoli tuberî, non dannosi, ma anzi per questa loro virtù utili alla vita della pianta, la quale può così prosperare anche in terreni smagriti e poveri di sali azotati, nei quali altre piante non potrebbero prosperare. Per questa loro proprietà molte Leguminose (trifoglio, erba medica,

fave, lupinella, ecc.) che sono coltivate uso foraggio, si rendono utili, arricchendo i terreni già sfruttati dalla coltivazione precedente di cereali.

Assorbimento e assimilazione delle sostanze minerali.

Le altre sostanze nutrienti minerali devono essere assorbite dalle radici nel terreno. Perciò le radici si estendono in tutte le direzioni in cerca di esse, e il loro sviluppo è tanto maggiore quanto più rigogliosa è la parte aerea cui devono provvedere. L'assorbimento è fatto da appositi peli che si trovano vicino all'estremità di tutte le radici e loro ramificazioni e che si incuneano negli spazi più minuti tra le più piccole particelle del terreno, aderendo fortemente ad esse, così da assorbire, quando il terreno è asciutto, anche le più piccole tracce di umidità che pure vi aderiscono, e da sciogliere anche, mediante l'acidità di cui sono impregnate le loro pareti, le sostanze minerali solubili da assorbirsi.

Queste sostanze, trasmesse poi alle parti superiori delle radici prima e del fusto poi, arrivano, insieme all'acqua, nelle foglie e vengono poi – o nelle foglie o negli altri organi nei quali si formano tessuti nuovi, sotto l'azione della luce o senza di essa – assimilate ed unite ai composti organici meno complessi, per formare quelli più complessi di cui consta la sostanza vivente nelle

piante.

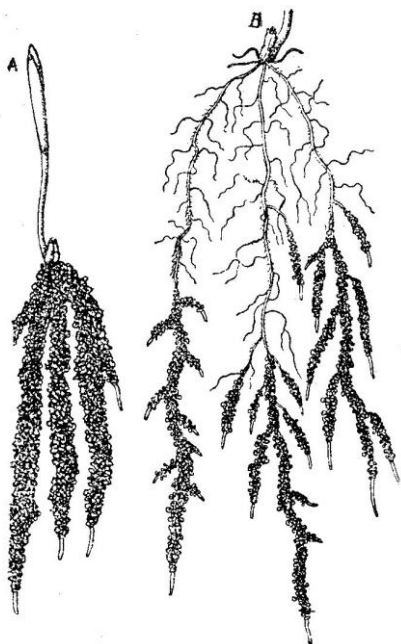
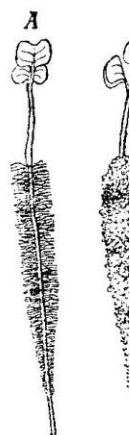


Fig. 5. - Radici di frumento:

A, piantina giovane nella quale tutte le radici sono ancor giovani e coperte di peli che aderiscono alle particelle di terreno per

assorbirne l'umidità ed i sali nutrienti; B, pianta adulta nella quale l'adesione e l'assorbimento si verificano solo alle estremità delle singole radici.



SECONDA LEZIONE

La circolazione dell'acqua e delle sostanze organiche nelle piante.

Doppia circolazione di sostanze.

Le piante che hanno il corpo differenziato in radice, fusto e foglie, assorbono l'acqua e le sostanze minerali nutrienti nel terreno, ma ne hanno bisogno anche in tutte le altre loro parti: solo negli organi verdi e sotto l'azione della luce solare sono capaci di assorbire e fissare il carbonio per formare i primi e più semplici composti organici, mentre tutti gli altri organi devono, per poter vivere e crescere, ricevere sostanze organiche già elaborate. Si capisce, quindi, che tanto l'acqua, quanto le sostanze minerali e le sostanze organiche elaborate negli organi verdi debbano circolare e passare dall'una all'altra parte della pianta.

Si stabilisce così una doppia circolazione: quella dell'acqua e delle sostanze minerali in essa disciolte e quella delle sostanze organiche elaborate negli organi verdi.

Si parla comunemente di una linfa ascendente e di una linfa discendente, ma la distinzione non è propria. Infatti, se si può dire ascendente la corrente dell'acqua e delle sostanze minerali (una soluzione di sali inorganici, non una linfa) che proviene

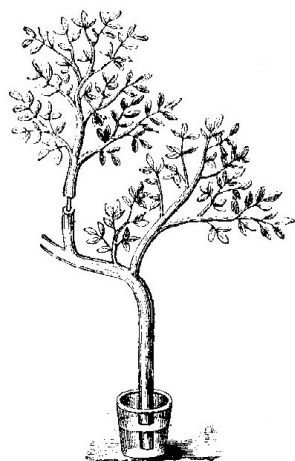
sempre dalle radici ed è destinata alle parti superiori della pianta, non si può dire sempre discendente la corrente delle sostanze organiche, le quali, elaborate nelle foglie, sono poi dirette verso i luoghi di consumo e cioè verso tutti gli organi non verdi, nei quali o esse sono consumate per l'accrescimento, o sono depositate in riserva per gli ulteriori sviluppi della pianta o delle sue parti. Ed in vero le radici, che non sono verdi, nè ricevono mai luce, e quindi per crescere hanno bisogno di sostanze organiche già elaborate, determinano una corrente continua discendente di tali sostanze. Gli apici dei rami aerei, invece, e la loro parte legnosa non verde, i fiori, i frutti e di semi che vi sono dentro, hanno tutti bisogno essi pure di sostanze organiche già elaborate e determinano quindi correnti ascendenti anche di queste.

Circolazione dell'acqua e delle sostanze minerali.

La circolazione dell'acqua e delle sostanze minerali in essa disciolte ed assorbite nel terreno avviene nel legno: nel legno giovane del fusto prima, e poi nel legno che si trova nelle nervature dei piccioli e dei lembi fogliari. Che sia nel legno dei fusti e non nella scorza che sale l'acqua lo si prova con un'incisione anulare, la quale interrompendo la continuità della scorza intorno ad un ramo e lasciando intatto il legno, non provoca l'avvizzimento

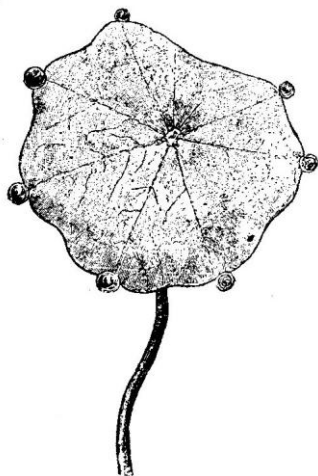
della parte superiore del ramo. Che sia poi nel legno delle nervature che continua la corrente, lo si prova facendo assorbire ad un ramo con foglie trasparenti, od anche ad un fiore a petali larghi e bianchi, una soluzione colorata.

Negli alberi grossi soltanto gli anelli più esterni e più giovani si utilizzano per la corrente ascendente dell'acqua, quelli che nella sezione si presentano meno colorati e sono indicati col nome di *alburno*: gli anelli più interni e più intensamente colorati, costituenti il cosiddetto *duramen*, non sono percorsi da nessuna corrente, ed infatti l'albero può vivere e la sua chioma rimanere rigogliosa anche se il legno interno marcisce ed il fusto è cavo, purchè rimangano vivi gli anelli periferici.



L'assorbimento e la corrente dell'acqua è regolata dalle perdite che la pianta subisce nell'atmosfera per traspirazione. Le piante, infatti, in condizioni favorevoli evaporano considerevoli quantità di acqua: per esempio, la canapa ne traspira grammi 9,3 per ogni decimetro quadrato di superficie fogliare ed in ogni giorno d'estate; una pianta di girasole ne perde in una giornata calda più di un litro, ed una sola pianta di quercia, che avesse 700.000 foglie, supposte tutte e sempre in buone con-

dizioni, ne potrebbe perdere 1200 ettolitri circa dal giugno all'ottobre! E perchè la pianta possa vivere rigogliosamente occorre che vi sia equilibrio tra la quantità di acqua che essa perde nell'atmosfera e quella che le sue radici possono assorbire dal suolo e trasmettere alle foglie: se l'acqua traspirata è in quantità maggiore di quella assorbita, le foglie avvizziscono, come avviene nelle giornate più calde dell'estate; se è minore, ha luogo un ingorgo di acqua nei tessuti della pianta, e talora l'eccesso viene spremuto fuori in forma di goccioline all'estremità delle foglie, come avviene quando ad una giornata molto calda segue una notte assai



fresca ed umida. L'amputazione di una radice o l'amputazione di un ramo può provocare squilibri nell'un senso e nell'altro e di conseguenza o l'avvizzimento o l'ingorgo.

Sono le foglie quelle che traspirano la maggiore quantità di acqua, perchè sono gli organi più sottili e più larghi, perchè rimangono esposte all'aria ed al sole e perchè, per i bisogni dell'assimilazione clorofilliana, devono essere aperte alla libera circolazione dell'aria. Epperò le dimensioni e la struttura delle foglie sono

regolate a seconda dei bisogni della pianta, rispetto all'assimilazione del carbonio e alle disponibilità di acqua da traspirare: la libera entrata dell'aria nei tessuti fogliari si effettua a mezzo di piccole bocche dette stomi, che sono numerosissime (fino 700 in un millimetro quadrato di superficie) nelle piante che possono traspirare molto, più scarse nelle piante che devono traspirare poco, e che quando l'acqua comunque viene a mancare si chiudono automaticamente, per riaprirsi subito dopo quando, ristabilitosi l'equilibrio, può riprendere l'assimilazione clorofilliana, senza pericolo che la foglia avvizzisca.

Nelle piante adattate a vivere in località asciutte le foglie hanno superficie ridotta, talora anzi non si formano neanche e l'assimilazione del carbonio si compie soltanto negli strati esterni del fusto, che rimangono verdi: è vegetazione debole, ma se si formassero larghe superfici verdi esposte abbondantemente alla luce, non potrebbero resistere alla siccità e sarebbero inutili.

Dove l'umidità non è distribuita uniformemente nel corso

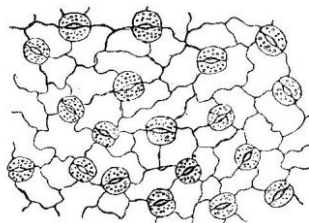
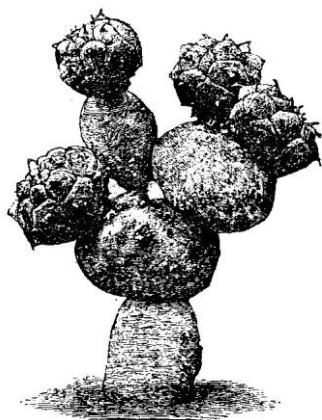


Fig. 9. — Epidermide della pagina inferiore di una foglia vista a forte ingrandimento, con numerosissimi stomi o bocciucce che si aprono e chiudono pel passaggio dell'aria.

della stagione vegetativa, le piante durante i giorni di pioggia im-



*Fig. 10. — Cactacea
senza foglie, col fusto grosso e
articolato,
che funziona contemporanea-
mente da serbatoio di acqua e
da organo verde assimilatore.*

magazzinano in certe loro parti una discreta quantità di acqua, che poi cedono a poco a poco ai tessuti verdi durante la stagione più asciutta, perchè essi possano continuare ad assorbire aria e funzionare. Talora sono semplici tessuti che fungono da serbatoî di acqua; talora tessuti pieni di mucilaggine che può

assor-
birne
grandi
quantità
e cederla
poi a
poco a

poco, come in parecchie piante grasse; talora finalmente sono certi organi speciali trasformati intieramente in veri serbatoî, come avviene in certe piante dell'Arcipelago Malese, nelle quali la parte inferiore del fusto si sviluppa in una specie di bulbo acquifero



*Fig 11. — Albero-bottiglia, col
tronco rigonfiato,
trasformato in serbatoio di ac-
qua.*

di molti centimetri di altezza e fino di 60 centimetri di diametro.

Circolazione delle sostanze organiche.

Poichè le prime sostanze organiche si formano nelle foglie verdi, mentre gli organi non verdi della pianta non ne possono formare, è necessario che quello che è elaborato nelle prime passi ad essere utilizzato nelle altre parti. La forma nella quale i prodotti dell'assimilazione clorofilliana passano dalla foglia al fusto è quella di glucosio, perchè il glucosio è solubile e può, quindi, sciolto nell'acqua, passare attraverso le membrane di tutte le cellule di cui consta il corpo della pianta. La circolazione ha luogo ancora lungo le nervature, non però nella parte di esse che forma legno ed è costituita da elementi legnosi (nella quale, abbiamo già detto, passano l'acqua e le sostanze minerali provenienti dal suolo), ma nella così detta parte librosa, che di solito è quella verso il dorso delle nervature stesse e consta di cellule allungate, a pareti sottili, a setti trasversali punteggiati, a contenuto adattatissimo per compiere il trasporto di cui si tratta. Tale trasporto si effettua in ogni momento, ma si rende evidente specialmente di notte, quando le sostanze asportate non sono sostituite da altre nuovamente formate: alla sera, infatti, le foglie contengono sempre, all'analisi chimica, molto più idrati di carbonio (amido e glucosio) che non al mattino. Si è calcolato che da un metro quadrato di foglie di girasole, esposte durante il giorno al

sole, sono asportate in un'ora, durante la notte, gr. 0.964 di glucosio, e dalla stessa quantità di foglie di zucca, nelle stesse condizioni, ne sono asportati gr. 0.822.

Negli alberi a foglie caduche, in autunno le foglie, prima di cadere, cedono al ramo che le porta tutte le sostanze nutritive che contengono.

Giunti nel ramo, i prodotti organici dell'assimilazione clorofilliana delle foglie si aggiungono a quelli che possono essere elaborati dal ramo stesso, se è verde, e sono diretti in basso o in alto, verso gli organi che ne hanno bisogno. Essi circolano nella stessa forma di soluzione di glucosio o di combinazioni solubili del glucosio con qualche sale inorganico, e passano nei tessuti più profondi della corteccia: facendo un'incisione anulare di questa, come nella precedente esperienza, si impedisce così ad essi di scendere e se ne produce un accumulo nella parte superiore dei rami incisi, con vantaggio degli organi che ivi si trovano. A questa pratica ricorrono sovente i frutticultori per aumentare la grossezza o affrettare la maturanza di certi frutti.

Organi di riserva.

Siccome la pianta non è sempre in grado di compiere la funzione clorofilliana, sia perchè, nei nostri climi, la stagione invernale non è, per la bassa temperatura, favorevole; sia perchè in certi periodi dell'anno non ha foglie verdi (il che vale per i nostri alberi a foglie caduche, i quali in primavera, per formare rami

nuovi e fiori, devono disporre di sostanze organiche già elaborate, non avendo organi per elaborarne di nuove); sia perchè in certi stadî mancano affatto gli organi sufficienti (come nelle piantine giovani nate da semi e sviluppatasi al buio sotto terra), così bisogna che la pianta, durante la buona stagione, elabori nei suoi organi verdi più sostanze organiche di quel che le occorra e le metta in serbo per utilizzarle nella stagione sfavorevole.

Così durante l'estate, ha luogo un importantissimo fenomeno di circolazione dalle foglie verso gli organi di riserva, e durante la primavera da questi verso i luoghi di consumo. Ancora le sostanze organiche circolano in forma di soluzione di glucosio e nei luoghi di riserva o rimangono tali, come nei frutti, o si condensano in zuccheri più concentrati, come nei tuberi di barbabietola, o si condensano ancora di più in forma di amido insolubile, come nei tuberi di patata o nei semi di molte piante, per poi, al momento opportuno, risciogliersi di nuovo e passare verso gli organi nuovi in formazione, che ne hanno assoluto bisogno.

Così le sostanze elaborate dalle foglie vanno anche ad accumularsi, oltre che nei semi, nei quali si condensano intorno agli embrioni o dentro gli embrioni stessi, anche nei frutti carnosi, ove rimangono in forma di zucchero per lo più non, come vedremo, per essere poi riutilizzate dalle piante, ma per attirare gli animali. Il glucosio del mosto di uva, che colla fermentazione poi diventa vino, altro dunque non è che il glucosio formatosi

nelle foglie sotto l'azione dei raggi solari, onde appare giusta l'affermazione del poeta, che nella vite

sono i raggi del sol che si fan vino.

TERZA LEZIONE

Le piante che si nutrono di sostanze organiche.

Piante saprofite.

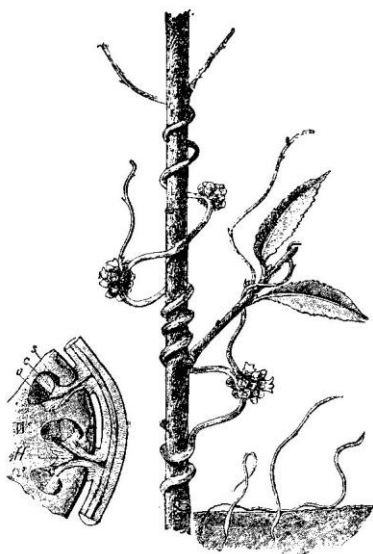
Non tutte le piante hanno organi verdi. Ve ne sono alcune nelle quali gli organi verdi mancano affatto o si formano in misura insufficiente: queste piante non possono assimilare, o lo possono solo in parte, le sostanze inorganiche che assorbono dall'esterno e, come gli animali, hanno bisogno, per nutrirsi, anche di sostanze organiche già formate. Si dicono perciò piante *saprofite* o *parassite*: saprofite se vivono di sostanze organiche in decomposizione o assorbite da organismi già morti; parassite se assorbono il nutrimento organico di cui hanno bisogno direttamente da organismi ancora vivi, producendo in essi alterazioni e malattie.

Sono saprofiti, per esempio, la maggior parte dei funghi mangerecci, i quali vivono col loro corpo filamentoso (chiamato *micelio*) assorbendo le sostanze organiche contenute nel terreno dei prati o dei boschi, assai ricco di humus, mentre fuori terra escono i grossi corpi di riproduzione, che sono quelli che noi vediamo. Anche una quantità di batteri e di funghi microscopici

che, come le muffe, vivono sulle sostanze in putrefazione o in fermentazione, sono saprofiti.

Piante parassite.

Esempi di vegetali parassiti ne troviamo pure in una quantità



*Fig. 12. — Cuscuta attaccata
al fusto di una pianta verde.*

*A destra piantine di cuscuta
in germinazione, destinate a morire di
esaurimento se
non trovano piante verdi cui attac-
carsi. A sinistra sezione ingrandita
del fusto della pianta attaccata e por-
zione
di fusto di cuscuta che caccia in quella
due anstori.*

di funghi microscopici, che attaccano altre piante vive, penetrano in esse col loro corpo filamentoso e ne succhiano il nutrimento organico, causando alle piante attaccate serie malattie e talora danni gravissimi.

Abbiamo però anche delle piante superiori parassite.

Un esempio classico ce lo dà la cuscuta, o *grongo*, il cui corpo è ridotto ad un semplice fusto filiforme, ramificato, senza foglie, senza radici, che si avvinghia attorno al fusto di altre piante (trifoglio, erba medica, ecc.), lo stringe, caccia in esso degli austeri formati da mazzetti di peli, che assorbono nella pianta stessa il nutrimento necessario allo sviluppo ulteriore del fusto ed alla produzione di numerosi glomeruli di fiori e frutti destinati alla riproduzione. La pianta non ha nessun organo verde e deve nutrirsi soltanto di sostanze organiche tolte, come si è detto, ad altre piante.

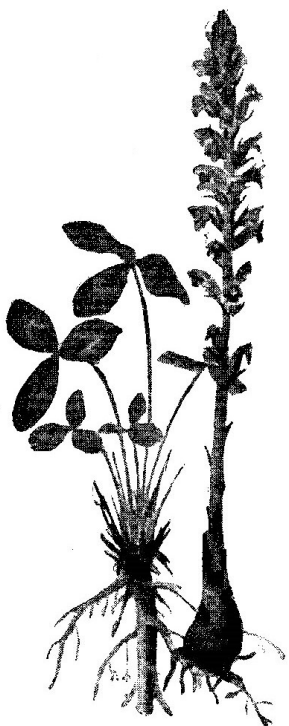


Fig. 13. — Pianta fiorifera di orobanche impiantata sulle radici del trifoglio.

L'orobanche delle fave e del trifoglio è un'altra pianta parassita, incapace di utilizzare la benchè minima quantità di sostanze inorganiche, il cui corpo filamentoso e abbondantemente ramificato sta sempre sotto terra, cacciando i suoi austeri nelle radici delle fave ed assorbendone i composti organici dei quali ha bisogno. Fuori terra escono soltanto, quando la pianta ha assorbito sufficiente nutrimento, gli assi fioriferi, che poi maturano semi e frutti sempre a spese di materiale organico sottratto alle fave, le quali per tale sottrazione deperiscono e muoiono.

Il visco invece è una pianta semiparassita. Essa vive sugli alberi legnosi, sui cui rami forma caratteristici cespuglietti verdi, molto visibili nell'inverno quando i rami sono spogli di foglie. La presenza di foglie verdi dà a questa pianta la facoltà di elaborare da sè stessa le sostanze organiche

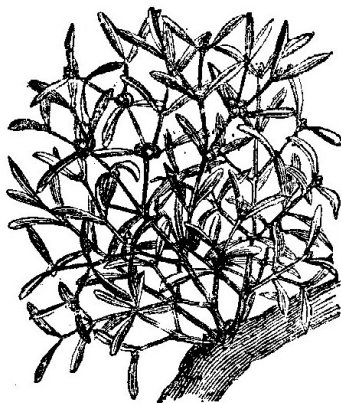


Fig.

14. — *Cespuglio di visco su un ramo di melo.*

di cui ha bisogno, ma non ne elabora abbastanza, epperò, vivendo essa sui rami degli alberi più grossi ed impiantando in questi le sue radici, non solo ne assorbe l'acqua ed una parte delle sostanze minerali che vi arrivano dal terreno, ma anche una parte delle materie organiche che vi si accumulano.

Piante carnivore.

Vi sono finalmente delle piante che per il loro modo di nutrizione si avvicinano ancor di più agli animali, in quanto si nutrono anche di sostanze organiche azotate, che prendono ad altri organismi e precisamente ad insetti: sono le così dette piante carnivore, od insettivore.

Alcune sono molto semplici, hanno le foglie o i piccioli fogliari coperti da sostanza vischiosa e trasformati in altrettante paniuzze, alle quali i piccoli moscerini restano appiccicati e vengono poi digeriti. E' così nella *Primula viscosa*, in certe specie di *Saxifraga*, nel *Sempervivum montanum*, ed in parecchie altre piante, nelle quali la superficie fogliare è coperta da due specie di glan-

dole: le une più grandi, secerenti sempre sostanza vischiosa; le altre più basse e che solo quando vengono in contatto col corpo di insetti o con sostanze azotate segregano un liquido acido, atto a sciogliere una parte di ciò che è contenuto nell'insetto, sì da renderlo assorbibile.

Talvolta a facilitare la presa degli insetti la foglia od una parte di essa si trasforma in una specie di cavità o trappola speciale. Caratteristiche a questo riguardo sono le foglie dei *Nepenthes*, nelle quali la porzione inferiore delle fo-



Fig. 15. — Pianta di *Nepenthes*, colle foglie terminanti in ascidio.

glie è alata e laminare, la porzione superiore è in parte filiforme

e contorta a cirro ed in parte laminare e chiusa su sè stessa a formare un recipiente a guisa di pipa, nel quale il lembo fogliare si dispone a guisa di coperchio. In fondo a tali ascidii, talora alti più di un decimetro, con qualche centimetro di diametro, si accumula del liquido, nel quale cadono miseramente ed annegano gli insetti piccoli e grossi che, attratti dal liquido zuccherino segregato dagli orli, scivolano poi sulla parete interna sottostante lucida e liscia. Nelle *Sarracenia* e nelle *Darlingtonia* gli ascidii hanno la forma di tubi sormontati da cappucci, che impediscono quasi vi cada, se non in piccola quantità, l'acqua di pioggia. Anche qui i colori della parte interna visibile da lontano e le secrezioni zuccherine attraggono gli insetti, ed il numero dei piccoli animali che rimangono imprigionati è assai grande: negli ascidii tubolari e lunghi circa 30 cm. della *Sarracenia variolaris* si possono, p. es., trovare gli avanzi di animali accumulati fino all'altezza di 7-8 cm.; e in quelli di *Darlingtonia*, alti fino a 60 cm. e contorti a spirale, gli avanzi degli insetti catturati in un anno possono arrivare fino a 18 centimetri di altezza!

V'è finalmente un terzo gruppo di piante carnivore le quali, per accalappiare gli insetti, sono dotate di movimenti speciali. Citeremo tra queste la *Drosera rotundifolia* e la *Dionaea muscipola*.

Le *Drosera* vivono in terreni paludosi, ed hanno le piccole foglie munite, sulla pagina superiore e sui margini, di piccoli tentacoli molli, di color rosso vinoso, coll'estremità ingrossata a clava e fornita di una goccia lucente, simili a tanti piccoli spilli infitti su un cuscinetto piano. Se questi tentacoli, che sono circa 200, vengono toccati da un corpo estraneo inorganico, essi non si muovono; ma appena qualche piccolo insetto, prendendo le perle lucenti per gocce di nèttare, si posi su di essi, o appena si buttino su di essi particelle di sostanze organiche azotate (carne od albumina), si stabilisce nei tentacoli un vero stato di eccitazione pel quale tutti si piegano e si spostano con un movimento combinato in modo da portare il corpo nel centro della foglia ed ivi chiuderlo sotto le estremità dei tentacoli curvati su di esso ed avvolgerlo tutto nelle secrezioni glandolari di questi. Il fenomeno si compie tanto più rapidamente se l'insetto vivo si agita per liberarsi. L'animale catturato rimane chiuso per un tempo più o meno lungo, e digerito; dopo di che i tentacoli tornano a



Fig. 16. — Foglie
di *Sarracenia*
trasformate in
ascidio.

riaprirsi e riprendono la loro posizione normale.

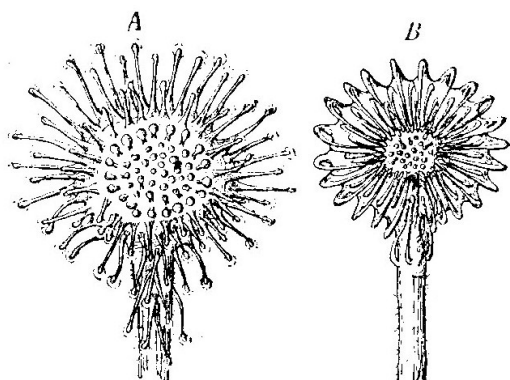


Fig. 17. — Foglia di *Drosera rotundifolia*:
A, coi tentacoli aperti; B, coi tentacoli chiusi.

La *Dionaea muscipola* ha foglie piccole, con picciuolo alato e quasi laminare, e con lembo rotondo diviso dalla nervatura mediana in due metà, un po' inclinate l'una sull'altra, come le valve di una conchiglia e che, appunto come le valve di una conchiglia, si chiudono quando un corpo estraneo venga a toccare la loro faccia superiore. Tale chiusura si compie rapidamente, in 10-30 secondi quando venga toccata una delle tre setole rigide che si trovano nel mezzo di ciascuna delle due metà fogliari e che si possono considerare dunque come organi speciali di tatto. Orbene, se la foglia è toccata da un corpo inorganico qualunque od

anche da un corpo organico che non contiene sostanze azotate (come, per esempio, un pezzetto di pane, un pezzettino di zucchero, un pezzettino di patata, od altro), essa, quasi fosse dotata anche di gusto, si chiude bensì, ma rimane chiusa per breve tempo e tosto si riapre; ma se si tratta di un piccolo insetto o di un corpo che contenga sostanze azotate (come, p. e., un pezzetto di carne o di bianco d'uovo cotto), la foglia rimane chiusa per un tempo più lungo, le sue due metà si premono l'una sull'altra sì da schiacciare quasi il corpo compreso, secernono poi, a mezzo di piccole ghiandole che si trovano alla loro superficie interna, un liquido denso, incolore e acido che, quasi come un succo gastrico, scioglie le sostanze albuminoidi e le rende assorbibili: quando la foglia si riapre (il che avviene da 8 a 14 giorni dopo, a seconda della grossezza del corpo racchiusovi) tutto quanto era assimilabile ed assorbibile del piccolo insetto più non si trova e non ne rimangono che i tegumenti ed i resti inutilizzati, i quali sono poi fatti cadere dal vento. La foglia viene messa così in grado di accalappiare e divorare nuova preda.

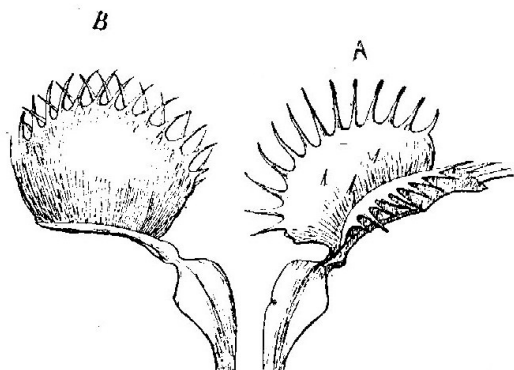


Fig. 18. — Foglia di *Dionaea muscipola*:
A, aperta; B, chiusa.

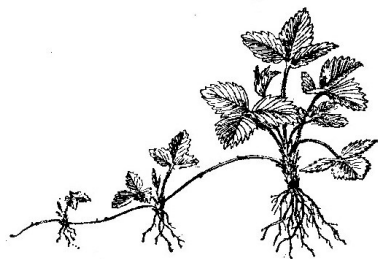
Il numero delle piante così dette carnivore od insettivore è relativamente grande: si può dire se ne conoscano circa cinquecento, e mostrano una molteplicità straordinaria di apparecchi destinati alla presa ed all'assorbimento degli alimenti. Tutte però sono piante verdi e si nutrono dunque anche assimilando direttamente sostanze inorganiche, anzi è a ritenersi sia questa ancora la loro nutrizione principale, poichè infatti possono vivere anche se si impedisce agli insetti di avvicinarle. La nutrizione a base di albumina, come si verifica liberamente in natura, è per queste piante nutrizione succedanea; esse, dunque, come molti animali, si può dire sieno omnivore o almeno capaci di nutrizione mista.

QUARTA LEZIONE

La riproduzione delle piante.

(Gli organi sessuali).

Moltiplicazione vegetativa.



*Fig. 19. — Pianta di fragola
con uno stolone generante
altrettante piantine.*

Si intende per riproduzione soltanto quella che avviene per semi e che dà luogo a veri e nuovi individui. Le piante si moltiplicano pure con grandissima facilità a mezzo di talee, di boture, di innesti, di bulbi, di tuberi, ecc., ma questa, che può avvenire anche da sè in natura senza bisogno di intervento

dell'uomo, come nel caso delle fragole, non è che una moltiplicazione vegetativa, la quale consiste nello staccare da una data pianta non un germe o un vero figlio, ma una parte del suo corpo, la quale poi si completa e può vivere da sè.

Organi sessuali delle piante.

Le piante sono però munite di organi sessuali veri e propri, ben differenziati, come negli animali, in organi maschili ed organi femminili, per lo più sulla medesima pianta, più raramente sopra piante diverse, ed i fenomeni intimi dell'unione degli elementi sessuali, o fecondazione, sono i medesimi che negli animali: si può dire a questo riguardo che lo studio dei fenomeni intimi sessuali delle piante ha in certi momenti preceduto quello degli stessi fenomeni negli animali ed ha servito a facilitare la scoperta di questi, e viceversa in altri momenti lo studio degli animali ha aiutato a trovare quello che poi si è trovato nei vegetali.

Nelle piante superiori (dobbiamo per necessità di tempo e di spazio limitarci a parlare soltanto di queste, ma nei vegetali inferiori i fenomeni della sessualità si svolgono secondo le medesime leggi che nei superiori) gli organi sessuali sono nei fiori e precisamente nelle parti più interne dei fiori: gli stami sono gli organi

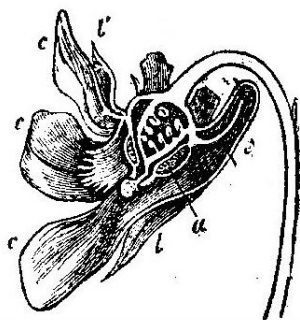
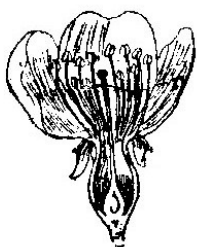


Fig. 20. — Fiore di viola sezionato: in mezzo l'ovario cogli ovuli; addosso a questo, gli stami colle antere (a) contenenti il polline; più esternamente la corolla (c, c, c) e il calice (l).

maschili e portano superiormente dei sacchi detti *antere*, contenenti una polvere detta *polline*, che rappresenta il vero elemento maschile; l'ovario, più centrale, è l'organo femminile e contiene gli ovuli nei quali sta il vero elemento femminile. Le altre parti più visibili del fiore, il calice e la corolla, hanno o funzione protettrice, o altra funzione di cui diremo fra poco.



*Fig. 21. — Fiore di
cigliegio sezionato
longitudinalmente:
nel mezzo, in basso, l'ovario,
e attorno
gli stami, la corolla,
il calice.*

Certi fiori hanno o solo gli stami o solo l'ovario e si dicono unisessuali, mentre quelli completi si chiamano ermafroditi.

Perchè la fecondazione avvenga, occorre che uno o più granelli di polline vadano a cadere sulla parte più alta dell'ovario (lo stimma), vi rimangono appiccicati e germinano, sviluppando un lungo e sottile budello, che penetra giù giù lungo la parte filamentosa dell'ovario, fino a toccare gli ovuli, nei quali versa il nucleo maschile, che deve andare a fondersi con quello femminile.

Piante anemofile.

Se in una calda giornata di luglio, passando in un campo di granoturco, ne scuotiamo le piante, vediamo cadere dalla parte

superiore di esse una quantità di polvere gialla, che si diffonde nell'aria e vien portata dal vento anche a grandi distanze. Altrettanto fanno, se scosse, le piante maschili di canapa. Pure i pini e gli abeti lasciano cadere in primavera, da certi glomeruli che si formano all'estremità dei rami, una quantità di polvere gialla, che nei secoli del medio evo, quando più estese erano le foreste di queste conifere, poteva venir prodotta in tale e tanta abbondanza che, trasportata dal vento e depositandosi lontano, assumeva quasi l'aspetto di pioggia di solfo, cui la fantasia popolare dava i significati più strani e terribili mentre si può dire fossero piogge di.... baci!



Fig. 22. — Pianta di granoturco; in alto la infiorescenza maschile, dalla quale cade il polline necessario a fecondare le infiorescenze femminili (pannocchie) che stanno sotto.

Si tratta infatti di polline: nel granoturco deve cadere sugli stimmi degli organi femminili (i barbigli delle pannocchie che si formano più in basso) per poi fecondarli; nella canapa deve investire e coprire tutti i fiori poco vistosi delle piante femminili, perchè queste diano frutti; negli abeti e nei pini deve penetrare i giovani coni femminili ancor verdi, perchè questi abbiano a trasformarsi nei coni grossi, legnosi e maturi, caratteristici di queste piante. Se noi tagliamo in un campo di gra-

noturco le cime di tutte le piante prima che esse abbiano sviluppato e lasciato cadere la polvere pollinica, le pannocchie sottostanti non graniscono, e così pure rimangono sterili se, pur lasciando cadere il polline, se ne coprono i barbigli in modo che non ne possan ricevere. Rimane sterile e non dà semi anche la pianta femminile di canapa che sia portata a vivere isolata in un ambiente dove non possa raggiungerla traccia di polline di piante

maschili, cresciute magari a distanza; e non diventano grossi e legnosi i coni degli abeti e dei pini se si impedisce l'accesso del polline ad essi.

Queste e molte altre piante, nelle quali il polline fecondatore è abbandonato al vento e al caso e solo il caso ed il vento lo portano sugli organi femminili, si chiamano piante anemofile (dal greco *anemós* che significa vento, e *filos* amico). In esse i fiori sono per lo più unisessuali, non vistosi, piccoli ma in gran numero, specialmente i maschili, perchè è necessaria sia prodotta e dispersa una immensa quantità di elementi maschili, per avere molta probabilità che una parte almeno minimissima di essi vada a cadere su ogni organo femminile: a impollinare tutti i barbigli di una pannocchia di granoturco e fecondare così tutti gli ovarî che corrispondono ad essi, bastano poche decine di grani di polline, ma quante migliaia e migliaia di grani devono cadere dall'alto per esser sicuri che ogni barbiglio ne riceverà almeno uno? Così pure a impollinare e fecondare tutti gli ovuli contenuti in un giovane cono di abete basterebbe qualche decina di grani di polline, ma per assicurarne o renderne più probabile l'arrivo quanti milioni e milioni di grani, trasportati a guisa di nubi dal vento, devono dagli alberi più lontani passar sopra o investire la chioma intiera dove sono gli organi da fecondarsi?

V'è in queste piante pertanto un immenso sciupio di materiale vitale, buttato via senza che venga se non in piccolissima

parte utilizzato. Non sono certo queste le piante meglio organizzate nei loro amori.

L'uomo può qualche volta aiutarle e le aiuta quando ne ha del vantaggio. Ad esempio, per la palma dei datteri, che porta organi maschili ed organi femminili su individui diversi, l'uomo non ha interesse a tenere o coltivare piante maschili che non danno frutti, e d'altra parte non può sopprimerle tutte, se no le piante femminili, non fecondate, rimarrebbero sterili: tiene, adunque, solo un numero limitato delle prime, e per assicurarsi che il polline da esse prodotto andrà a cadere su tutte le infiorescenze femminili da fecondarsi, invece di lasciare che esso sia abbandonato al vento e disperso da questo, taglia le infiorescenze maschili quando quasi stanno per aprirsi e va a scuoterle lentamente sopra tutte quelle femminili, distribuendo su ognuna di queste, in modo più sicuro del vento, la parte di polline di cui ha bisogno per formare i suoi frutti.

Piante idrofile.

In altre piante che vivono nell'acqua il trasporto del polline dagli stami o dai fiori maschili che lo producono agli organi femminili è fatto in modo più economico dall'acqua.

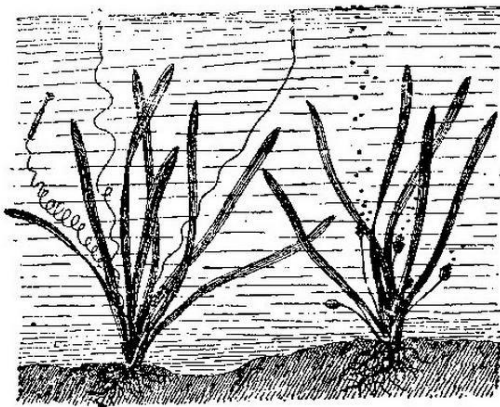


Fig. 23. — Due piante di *Vallisneria spiralis* in fondo all'acqua: dalla pianta di destra si staccano i fiori maschili, che vanno a galla; da quella di sinistra si formano i femminili.

Caratteristica a questo riguardo la *Vallisneria spiralis*, pianta erbacea, che vive in fondo alle acque di lento corso, sviluppando lunghe foglie nastri-formi, che si lascian cullare dalla corrente. I fiori di questa pianta si sviluppano in fondo all'acqua e sono

unisessuali: quelli maschili, quando sono maturi, si staccano prima di aprirsi, vengono a galla e qui si aprono, spargendo sul pelo dell'acqua la polvere pollinica, che viene a poco a poco portata lontano; i fiori femminili invece non si staccano, ma dall'allungamento del loro peduncolo sono portati alla superficie dell'acqua e vi rimangono, finchè non abbiano raccolto una parte della polvere pollinica sparsa dai primi. Quando essi hanno ricevuto il pegno d'amore, il loro peduncolo si contorce a spirale e

trascina ancora sott'acqua l'ovario fecondato, che nella quiete sicura del fondo maturerà la futura prole.

Queste piante che si servono dell'acqua si chiamano idrofile (dal greco *idor* che vuol dire acqua); esse non devono produrre l'immensa quantità di polline che vediamo nelle anemofile, ma anche in esse la immensa maggioranza del polline prodotto rimane inutilizzato. Anche in esse i fiori sono poco vistosi e quasi sempre unisessuali.

Piante entomofile.

Più numerose e meglio perfezionate sono le piante nelle quali il polline viene trasportato sull'organo femminile a mezzo di insetti: si dicono piante entomofile (dal greco *entomós*, insetto).

In queste piante i fiori sono di solito vistosi e muniti di corolla ben distinta, ed elaborano sostanze odoranti e sostanze zuccherine (*nèttare*) adattatissime ad attirare gli insetti. La forma della corolla e la posizione dei *nettari*, o glandole che secernono il nèttare, non che il colore e il profumo dei fiori, sono tali che solo determinate specie di insetti vanno a visitarli: la disposizione reciproca poi delle diverse parti fiorali e degli organi sessuali sono tali in ogni pianta e così adatte alla forma ed alle dimensioni del rispettivo insetto, che questo, senza volerlo, mentre va a bottinare il nèttare, strofina gli organi sessuali e porta in modo sicuro il polline sopra lo stigma dell'ovario. Il nèttare, si può dire, è la ricompensa che la pianta dà all'insetto perchè le renda un tale

servizio, e mediante esso sono evitate le immense perdite di materiale che si hanno nelle piante anemofile ed idrofile.

Sono numerosissimi gli esempi di un simile adattamento. Basterà descriverne alcuni.

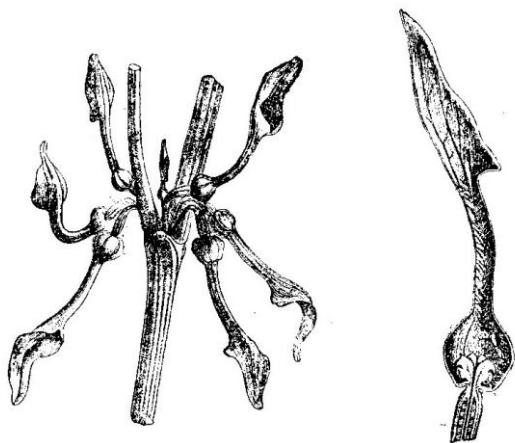


Fig. 24. — Fiori di Aristolochia clematitis.

A destra uno di essi più ingrandito e spaccato longitudinalmente, mostra nell'interno la piccola mosca che non può uscire.

L'*aristolochia* è una pianta erbacea che vive in primavera lungo le nostre siepi e forma all'ascella delle sue foglie mazzetti di piccoli fiori giallo-verdognoli, a forma di fiasco, coll'apertura sormontata da un grande stendardo: l'interno del collo è tappezzato da peli piuttosto rigidi, diretti in basso, e il fondo del ventre è occupato dal largo stimma, che rappresenta la parte superiore

dell'organo femminile e che copre sotto i suoi orli i sacchi pollinici ancora acerbi. Questi fiori emanano un leggero odore di carne guasta, di cui sono avidi alcune piccole mosche le quali, attratte da tale odore, penetrano giù giù per il collo, flettendo i peli che poi si raddrizzano e chiudono l'uscita all'incauto animale che vi è penetrato e resta chiuso nel carcere, nel quale porta il polline di cui si è sporcato in una precedente visita ad altro fiore. Quando l'organo femminile ha ricevuto tale polline, i suoi orli si alzano e scoprono così e rompono i sacchi pollinici sottostanti, dai quali esce una nuova quantità di polline, che sporca ancora tutto il corpo della piccola mosca: da questo momento il fiore ha ricevuto ed ha dato all'insetto tutto quanto doveva ricevere e dare; i peli del collo avvizziscono e l'insetto può volar fuori ed incauto va a visitare altro fiore al quale porta il nuovo pegno d'amore a lui affidato, mentre il fiore abbandonato e che non abbisogna più di nulla, abbatte lo stendardo sulla sua apertura e la chiude ad altre inutili visite.

La salvia dei prati ha fiori asimmetrici bilabiati, con stami disposti a bilanciere e chiudenti il tubo della corolla, in fondo al quale sta il nettare: quando la sfinge che li visita, appoggiandosi al labbro inferiore del fiore, che è perfettamente adattato al suo corpo, spinge la proboscide entro il tubo corollino, in fondo al quale essa sa di potere far bottino, i due stami si abbattano quasi come una molla sul suo addome e vi depongono mucchietti di polline proprio là dove, quando l'insetto vola poi a visitare un

fiore più vecchio, va a battere l'estremità bifida del lungo stilo pendente dalla corolla, e resta così impollinata.

Le nostre piante da frutta in primavera richiamano intorno alla loro chioma fiorita centinaia e centinaia di vespe e di api, che volano di fiore in fiore a far bottino di miele, ma intanto portano dall'uno all'altro fiore il polline fecondatore, ed assicurano la formazione dei frutti.

I grossi fiori di zucca sono unisessuali: alcuni hanno sotto l'ovario (lo zucchetto) ed hanno in fondo alla corolla un grosso stimma diviso in sei parti; altri sono sterili, ed hanno in fondo alla corolla gli stami riuniti in una sola colonna. Chi porta il polline dai fiori che si dicono sterili sugli organi femminili sono le numerose vespe ed api e calabroni che visitano questi fiori ricchi di miele: impedendo agli insetti di penetrare nei fiori femminili, i piccoli zucchetti che sono sotto di essi non hanno sviluppo.

Per lo più, anche quando i fiori



Fig. 25. – Fiore di Salvia pratensis. La freccia indica la direzione che deve seguire la tromba della sfinge per arrivare a succhiare il miele in fondo alla corolla: a, antere che si abbassano sul corpo della sfinge; n, stimma che più tardi si abbasserà sopra altre sfingi.

sono ermafroditi, ossia contengono stami ed ovario, non è il polline di un fiore che va a fecondare l'ovario del medesimo fiore. La fecondazione anzi tra organi affini, quasi di una stessa famiglia, dà prole scarsa e debole, e molte volte è esclusa dalla posizione speciale nella quale si trova un organo rispetto all'altro, oppure dal fatto che, come si è visto dianzi per l'aristolochia, il polline matura ed è messo in libertà solo dopo che lo stimma del medesimo fiore ha ricevuto il polline di altro fiore.



*Fig. 26. — Rametto
fiorifero di melo,
visitato da insetti.*



*Fig. 27. — Fiori di
bocca di leone
visitati da insetti.*

Talora però le cose si fanno proprio in famiglia e gli stami di un fiore scaricano il loro polline nello stimma che è in mezzo a

loro. In qualche caso, essi sono perfino dotati di movimento, e quando un insetto entra in mezzo ad essi in cerca di miele e li urta, essi scattano e vanno a battere la loro antera sullo stemma centrale.

Sfioritura.

In tutti questi casi e negli altri di minore importanza, nei quali gli agenti di impollinazione invece degli insetti possono essere altri animali, le parti fiorali più vistose, il nèttare e il profumo hanno solo la funzione di attirare l'insetto e facilitargli il compito suo. Effettuato il trasporto del polline sull'organo femminile, tutto diventa ormai inutile, le ulteriori visite di insetti non sono richieste e la pianta le evita, il fiore sfiorisce, cioè perde tutte le parti appariscenti: di esso rimane solo l'organo femminile, protetto talvolta ancora da residui o da trasformazioni del calice, chiudente in sè l'elemento maschile, dal quale ha avuto l'impulso per continuare in un nuovo sviluppo.

QUINTA LEZIONE

La riproduzione delle piante.

(La prole)

Embrione delle piante.

Compiutosi il processo intimo della fecondazione, ne segue, come per gli animali, la formazione del nuovo essere. Mentre l'uovo cresce e si trasforma in seme dentro l'ovario che cresce

esso pure e si trasforma in frutto, a poco a poco si forma nel futuro seme l'embrione della nuova piantina, il giovanissimo e piccolissimo figlio. Talora ha un'organizzazione molto semplice, nè si può dire sia sensibilmente differenziato; talora invece, come nei fagioli e nelle fave, possiamo distinguere nettamente in esso una piccola radice e una piccola gemma fogliare.

Quando è formato, l'embrione cessa di crescere, secca insieme al seme che lo contiene e prima di staccarsi dalla pianta madre che lo ha prodotto e nutrito entra in vita latente.

Si può, dunque, dire che la prole delle piante nasce dormente; rimane anzi dormente per parecchio tempo, talora per dei mesi e degli anni, fin che, posti i semi in condizioni opportune di umidità e di temperatura, la prole in essi racchiusa si risveglia, l'embrione ripiglia a crescere e dà la piantina: è il fenomeno della germinazione.

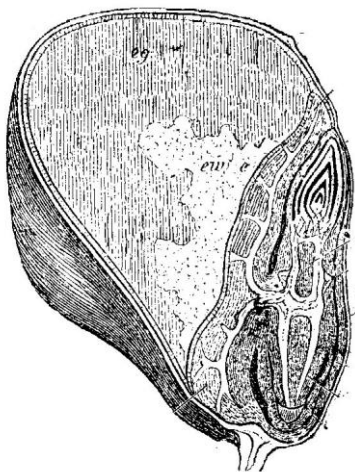
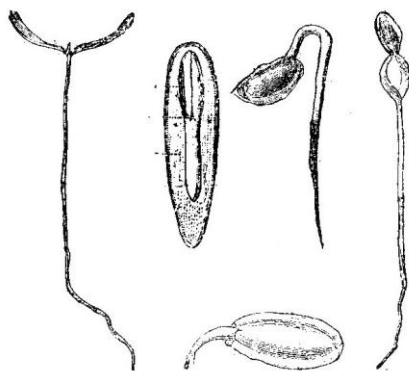


Fig. 28. — Sezione di un seme di granoturco, con a destra il piccolo embrione ben differenziato, e a sinistra il grosso tessuto di riserva, contenente le sostanze nutritive destinate al primo periodo di vita della futura piantina.

Seme delle piante.

Chi protegge una tale prole fin che dorme, e chi la nutre quando essa si risveglia e comincia a crescere?

Per rispondere, bisogna ben guardare alla struttura dei semi. I tegumenti seminali, quando i semi non restano chiusi sempre nel frutto e protetti da questo, sono di solito duri e capaci di resistere agli agenti esterni: non si lasciano passare tanto facilmente dall'acqua, e in molti casi non sono nemmeno intaccati dai succhi acidi dello stomaco degli animali superiori, sì che anche se ingeriti da questi passano intieri attraverso l'intestino e sono poi emessi insieme alle feci, senza essere stati menomamente offesi. Di più, essendo secchi, resistono, tanto essi quanto l'embrione che ricoprono, alle temperature più calde dell'estate e a quelle più rigide invernali. Costituiscono dunque un riparo assai valido per la prole che devono proteggere.



*Fig. 29. — Seme di una fanerogama e sua germinazione. In mezzo, il seme sezionato longitudinalmente, coll'embrione già differenziato; sotto il seme intero che comincia a cacciar fuori la radice; a destra lo stesso colla radice più lunga e la parte superiore prima chiusa ancora nei tegumenti
seminali e poi libera; a sinistra la nuova piantina con spiegate le prime due foglie.*

Ma come si nutrirà, abbiano domandato, questa giovane prole, nei primi giorni di sua esistenza, uscendo dal lungo sonno nel quale venne lasciata?

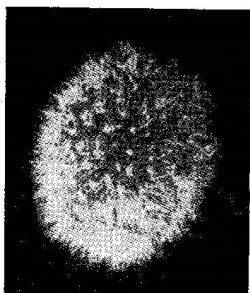
Noi sappiamo che la trasformazione di sostanze inorganiche in sostanze organiche può avere luogo solo negli organi verdi e sotto l'azione della luce: orbene, poichè uscendo appena dai tegumenti seminali rotti da essa la giovane piantina non ha ancora

organi verdi, e poichè anche se li avesse essa di solito si trova al buio sotto terra, ne viene che essa è nell'impossibilità assoluta di utilizzare i principii fertilizzanti inorganici del suolo, sieno pur sparsi in grande abbondanza attorno ad essa. Perciò ai suoi primi giorni ha pensato la pianta madre e dentro il seme, sotto i tegumenti, di fianco all'embrione o in una parte di questo, essa madre ha accumulato una quantità piccola o grande (a seconda della grossezza del seme e della piantina) di sostanza organica già da essa stessa elaborata nelle sue foglie sotto l'azione dei raggi solari. E' il piccolo fardello che porta ogni nato, è la previdenza materna che anche nelle piante si manifesta come negli animali: nutrendosi di questa riserva organica la piccola piantina risvegliata a nuova vita può allungare il suo fusticino fino ad uscire del terreno, può distendere all'aria ed alla luce le sue prime foglioline, sia pure talvolta piccolissime, e si mette in grado di nutrirsi da sè stessa, elaborando ed assimilando le sostanze inorganiche da essa stessa assorbite dall'esterno.

Frutto e disseminazione.

Procreata così la nuova prole, provveduto a proteggerla, fin che rimarrà dormente, da ogni avversità esterna, assicurato il nutrimento per i primi giorni nei quali si risveglierà a vita, chi si incarica di accompagnarla e disseminarla pel mondo, dal momento che la pianta madre non si può muovere? E' evidente che se tutte le migliaia di figli o di semi che può produrre ogni anno

un grosso albero cadessero sotto l'albero stesso, nessuno forse di essi riescirebbe a vivere, e in ogni modo le specie non avrebbero nessuna area di diffusione: occorre che quei semi sieno disseminati, cioè portati a distanza l'uno dall'altro e tutti dalla pianta che li ha prodotti. Quanto più saranno dispersi, tanto maggiore sarà la probabilità che una parte di essi vada a cadere in ambiente favorevole al suo ulteriore sviluppo.



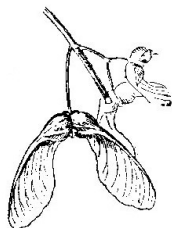
*Fig. 30. – Capolino di achenii di Tarassaco.
I piccoli achenii
sormontati da un
ciuffo di peli, sono
portati via dal vento.*

A favorire la disseminazione è destinato in modo speciale il frutto, ossia quello che diventa l'ovario dopo la fecondazione, mentre gli ovuli in esso contenuti si trasformano in semi. Se, infatti, in principio e durante lo sviluppo e maturazione dei semi le pareti dell'ovario continuano ad avere una funzione eminentemente protettiva, in ultimo, a frutto maturo, assumono le forme e le strutture più diverse, appunto come adattamento a favorire nei modi più vari la disseminazione.

In moltissimi frutti la parete [è]¹ secca. In tal caso essa può

¹[Integrazione del testo a cura della redazione di Liber Liber.]

non aprirsi mai (frutti indeiescenti), o aprirsi per mettere in libertà i semi in essa contenuti (frutti deiescenti). Nei frutti secchi indeiescenti, cioè che non si aprono mai, i semi formano un tutto unico coi frutti e vengono disseminati insieme a questi: talora si sviluppano su di essi ciuffi di peli che li rendono leggeri e trasportabili dal vento, come nel caso già visto del platano o in quello più comune del tarassaco; talora si sviluppa qualche membrana che sotto l'azione del vento funziona quasi a guisa di ala, come nell'acero; talora si ricoprono di spine ed uncinetti, mediante i quali si attaccano agli animali che passan vicino e si fanno da essi portare lontano; talora assumono la forma e il colore di piccole larve di insetti, sì da invogliare gli uccelli a mangiarle, per poi farsi deporre lontano, insieme alle feci; talora finalmente hanno struttura e rivestimento tali che, cadendo nell'acqua, possono anche non esserne bagnati e, o galleggianti o sommersi, ne vengono portati lontano.



*Fig. 31. –
Frutto alato
di acero.*



*Fig. 32. –
Frutto
uncinato di
Lappula.*

Nei frutti secchi deiescenti le pareti sono talvolta costruite in modo che, seccando o toccate, scattano e lanciano a certa distanza i semi che sono sotto di esse. E' così dei frutti di geranio e di quelli di *noli-tangere* o *begliuomini*.

Negli altri casi, quando i semi sono messi in libertà senza venire lanciati lontano, possono riscontrarsi in essi, nelle diverse specie di piante, le disposizioni più varie che abbiamo visto nei frutti indeiescenti, per facilitare la disseminazione a mezzo del vento, dell'acqua o degli animali. E può la disseminazione venire favorita anche dalla piccolezza dei semi, in certe piante addirittura microscopici, tanto che, p. es., se ne possono contenere fino 25.000 in una siliqua di vaniglia: più piccoli di granelli di finissima sabbia, essi rimangono in gran quantità attaccati anche a chi tocca soltanto per poco un frutto aperto e maturo.

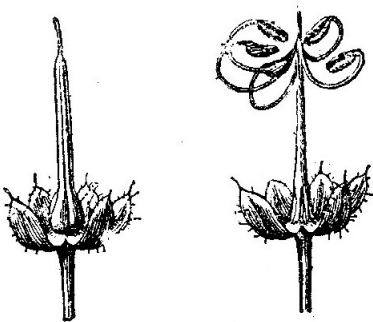


Fig. 33. — Frutto di geranio: a sinistra ancora chiuso, a destra colle valve sollevate a spira, dopo avere lanciato via i semi.

Quando il frutto è carnoso, tutta la polpa è destinata, si può dire, agli animali, i quali, attratti da essa, se ne cibano e o buttano via lontano i semi, o li ingeriscono e li depongono poi ancor più lontano insieme alle feci. Anche qui è quasi un'altra mancia che offre la pianta, questa volta all'animale frugivoro,

perchè si incarichi di portare lontano la sua tenera prole.

Nel visco che, come abbiamo detto (veggasi alla pagina 21²), deve vivere sui rami degli alberi legnosi, la polpa del frutto è vischiosa, così che quando gli uccelli se ne cibano, non sempre riescono a inghiottire senz'altro i semi in essa contenuti (nel qual caso sarebbero in ogni modo depositi insieme alle feci, spesso su altri alberi e senza perdere la facoltà di germinazione), ma riman-

²[Pag. 30 di questo testo. A cura della redazione di Liber Liber.]

gono appiccicati di sovente alle parti esterne del becco e per distaccarneli bisogna che l'uccello sfreggi il becco medesimo nella corteccia dei rami, attaccandoli così, senza volerlo, nei luoghi migliori e più sicuri perchè abbiano a germinare.

Interramento dei semi.

Quando non si tratta di piante coltivate, per le quali è l'uomo che provvede ad ogni cosa, chi mette i semi sotto terra, in modo da assicurare una posizione stabile alla piantina che ne dovrà nascere?

Vi sono piante i cui semi cominciano a germogliare sopra terra, e sono poi le radici delle giovani piantine che s'insinuano nel suolo e contraendosi vi attirano anche la base del fusticino: alcuni semi anzi, come quelli del visco, germinano meglio alla luce che al buio.

Per i semi di molte altre piante basta la copertura naturale formata dalle molte foglie e dai molti detriti vegetali che si abbattono d'autunno sul terreno e marciscono durante l'inverno. I semi germinano in primavera sotto questa copertura e quando le piantine riescono a passare attraverso ad essa e giungere alla luce, si sono già abbastanza fissate e consolidate al terreno.

Per altre piante bastano gli animali più pesanti a spingere coi loro piedi e seppellire sotto terra i semi che hanno bisogno di essere sepolti.

In altre finalmente sono i frutti stessi dotati di struttura tale

da andarsi a seppellire da sè. Cito, per darne un'idea, i piccoli e sottili frutti di *Erodium gruinum*, allungati e appuntiti ad un'estremità e sormontati dall'altra da un'asta sottile eminentemente

igroscopica, la quale seccando si contorce a spira ed imprime al frutto un movimento rotatorio pel quale, a guisa di succhiello, esso penetra nel terreno. I semi di *Stipa pennata* hanno una forma simile; in essi però l'asta è sormontata da un ciuffo di peli, per

mezzo del quale il movimento rotatorio è aiutato anche dal vento.

I frutti della *Trapa natans*, o castagno d'acqua, hanno forma di àncora, per la quale si fissano nel fondo degli stagni.



Fig. 34. — Frutto di *Erodium gruinum*: a sinistra, prima del contorcimento dell'asta; a destra dopo il contorcimento a spira.



Fig. 35. — Frutto di *Trapa natans*, a forma di àncora.

Interessanti sono per questo

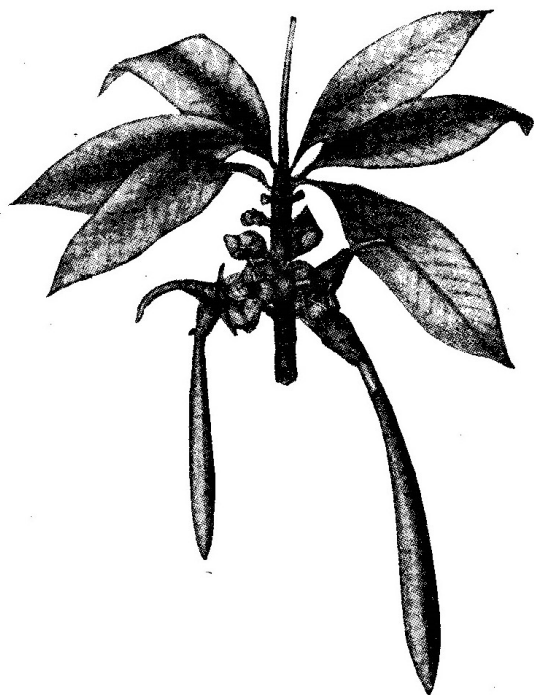


Fig. 36. – Frutti di Mangrovie germinanti, mentre sono ancora appesi all'albero.

riguardo le *Mangrovie*, piante arboree che abitano i margini delle paludi dei tropici, nelle quali esse si avanzano a poco a poco, spingendo innanzi, si può dire, i loro figli. I frutti di queste piante contengono un solo seme che germina prima ancora che i frutti cadano dai rami: la radichetta del giovane embrione si allunga così verso il basso fuori dal frutto, talvolta per un metro e più di

lunghezza, e si rigonfia a clava nella parte inferiore, rimanendo sempre appesa per mezzo del fusticino e della gemma ancora chiusi nel frutto, finchè per l'aumento del peso si stacca, cade verticalmente e si impianta ad una certa profondità, colla sua estremità appuntita, nel fango profondo, dove continua a crescere e comincia a ramificarsi, mentre la parte superiore della nuova piantina, ormai libera e fissata al terreno, cresce verso l'alto.

SESTA LEZIONE

La sensibilità delle piante.

Sensibilità al tatto.

Che alcune piante possano dimostrare una sensibilità tattile, ossia reagire quando sieno toccate con un corpo solido, lo abbiamo già visto a proposito delle piante insettivore (veggasi alla terza lezione) le quali chiudono le loro foglie od i loro tentacoli quando sieno toccati da qualche piccolo insetto. Abbiamo anzi visto in quell'occasione che in alcuni casi, come per es. nelle foglie della *Dionaea*, vi sono peli speciali sui quali è localizzata la sensibilità e che si possono considerare come organi tattili per eccellenza.

Anche parlando dei fiori abbiamo avuto occasione di ricordare che in qualche pianta i filamenti staminali sono sensibili al tatto e quando vengono toccati da un insetto scattano quasi, si curvano e portano l'antera a battere contro lo stimma (veggasi alla pagina 34)³.

L'esempio più tipico di sensibilità tattile ci è dato però dalle

³[Capitolo "Sfioritura" di questo testo. A cura della redazione di Liber Liber.]

foglie della Sensitiva (*Mimosa pudica*), le quali sono foglie composte, palmato-pennate, con quattro raggi inseriti su un peduncolo primario, come le dita di una mano e portanti ognuno tante paia di foglioline, tutte inserite mediante piccoli rigonfiamenti basali. Ad un minimo contatto o ad un piccolo urto le foglioline si chiudono a due a due, l'una sull'altra, verso l'alto, i quattro raggi si stringono l'uno vicino all'altro, il peduncolo che li porta si piega marcatamente verso il basso. Basta anche toccare la sola fogliolina terminale di uno dei quattro raggi, ed a poco a poco si vedono chiudere l'una dopo l'altra, procedendo dall'apice verso la

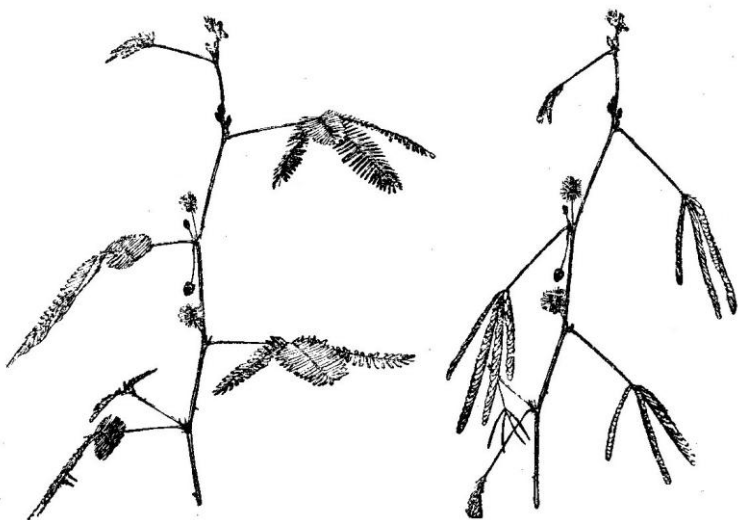


Fig 37. — Rami di sensitiva: a sinistra colle foglie aperte, a destra colle foglie chiuse, dopo essere state toccate

base, tutte le fogliette che si trovano su quel raggio; poi, procedendo in senso inverso, quelle degli altri tre raggi; in seguito questi si avvicinano tra loro ed il peduncolo che li porta si abbassa, e qualche volta si vede seguire l'abbassamento graduale e la chiusura delle altre foglie sopra e sotto quella toccata, fino ad una certa distanza sul fusto: si ha così la prova di una trasmissione a distanza dell'impressione subita.

Sensibilità al dolore.

La stessa reazione che le foglie di Sensitiva ci danno quando vengano toccate, la osserviamo anche se sono comunque ferite, oppure se sono scottate anche senza in alcun modo toccarle, p. e., concentrando a distanza su di esse, a mezzo di lente, i raggi solari. In questi casi anzi la reazione è più rapida e si trasmette a distanza maggiore. Si può dunque dire che la pianta sente anche il dolore.

Questa sensibilità alle impressioni esterne capaci di produrre dolore la si può osservare, con opportuni apparecchi, anche nelle piante che non reagiscono con movimenti visibili. Si può infatti constatare nel corpo delle piante, quando venga scottato, o ferito, o comunque eccitato e fino ad una certa distanza dal punto di eccitazione, la generazione di piccole e deboli correnti elettriche, come quelle che si osservano, pure in seguito ad eccitazioni dall'esterno, nei muscoli e nei nervi degli animali. L'eccitazione può poi dar luogo, come si vedrà più avanti a proposito delle

ferite, quasi a processi febbrili localizzati intorno ai punti eccitati, con debole produzione di calore, constatabile cogli apparecchi più delicati.

E che si tratti di veri fenomeni di sensibilità simile a quella dimostrata dagli animali, risulta dal fatto che sottoponendo la pianta all'azione dei vapori di etere o di cloroformio, ossia anestetizzandola, essa, benchè comunque ferita o colpita, più non li presenta.

Sensibilità alla luce.

Che le piante sieno sensibili anche alla luce risulta da moltissimi fatti, non già nel senso che esse percepiscano l'immagine degli oggetti che le circondano, come fanno gli animali superiori, ma nel senso di reagire all'azione della luce e dimostrare tale reazione con orientamenti e movimenti evidenti, quali si osservano appunto in certi animali inferiori.

E' a tutti noto, p. e., che se si lascia sviluppare una pianta davanti ad una finestra, essa si piega verso la luce. Così si piegano verso la parte donde ricevono maggiore copia di luce anche le piante che crescono nei nostri giardini ai margini delle aiuole molto fitte. E' pure noto a tutti l'esempio del girasole, che piegando verso il mattino il capo fiorito a levante, lo gira lentamente durante il giorno seguendo l'inclinazione del sole sull'orizzonte, fin che alla sera lo piega a ponente verso il sole che tramonta.

Vi sono piante nelle quali la reazione allo stimolo della luce è

ancor più evidente. Le così dette *piante-bussola* (p. e. la *Lactuca scariola*) comunque sieno girate o disposte, orientano sempre i lembi delle loro foglie in posizione meridiana, da nord a sud, parallelamente alla direzione che hanno i raggi solari nelle ore di maggiore intensità. In altre i lembi fogliari si spostano continuamente, per una serie di movimenti complessi, dalla posizione orizzontale a quella verticale, seguendo la direzione dei raggi luminosi che li colpiscono.

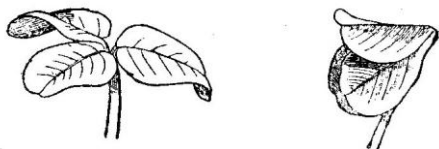


Fig. 38. — Foglia di trifoglio: a sinistra aperta, a destra in posizione di sonno.

Certi organi vegetali non sentono la direzione della luce, ma solo percepiscono il buio e la luce: così le foglie composte di molte Leguminose alla notte chiudono le loro foglioline l'una sull'altra, per poi riaprirle quando torna la luce, e le corolle di molti fiori (p. e., il vilucchio) si chiudono di sera per riaprirsi al mattino. Che la posizione notturna, chiamata *posizione di sonno*, sia dovuta a mancanza di luce, lo si deduce dal fatto che essa in molti casi può essere provocata anche di giorno, portando l'organo al buio, e viceversa può essere abbandonata durante la

notte quando si sottoponga la pianta ad un'intensa illuminazione artificiale.

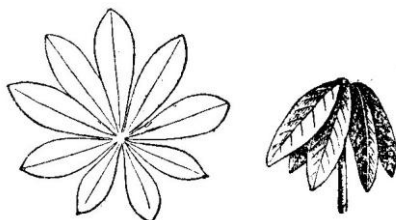


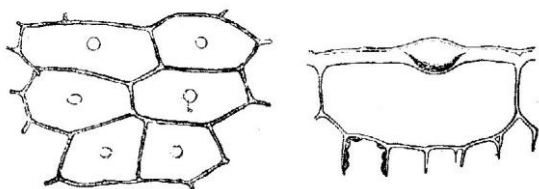
Fig. 39. — Foglia di lupinella: a sinistra aperta, a destra in posizione di sonno.

E' importante notare che anche le piante, come gli animali, possono avere organi speciali adatti a meglio ricevere l'impressione luminosa: talora sono papille superficiali, che assumono la funzione di lenti; talora semplici e piccoli ispessimenti lentiformi nella membrana esterna dell'epidermide, destinati sì le une che gli altri a concentrare i raggi luminosi sulla sostanza viva sensibile

che sta sotto e che infatti non sente più nulla e non reagisce in alcuna misura quando quei piccoli corpi vengono coperti o resi in qualsiasi modo opachi. Non sono certo gli occhi complicati degli animali superiori, capaci di ricevere l'immagine degli oggetti circostanti, ma sono i primi rudimenti di occhio, quali si trovano in alcune categorie di animali inferiori e atti solo a ricevere l'impressione diffusa delle onde luminose.

Facoltà di orientamento.

La facoltà di orientamento, in seguito ad una sensibilità non ben definita, che manca all'uomo e che troviamo solo in alcuni



*Fig. 40. — Epidermide con papille ottiche:
a sinistra vista di fronte,
a destra vista in sezione.*

animali superiori (come nei piccioni viaggiatori, o nei pipistrelli, che anche al buio più completo sentono quasi a distanza la presenza di corpi solidi e possono evitarli), è posseduta invece da quasi tutte le piante.

Ognuno sa, p. e., che l'agricoltore ed il giardiniere non si occupano, nel seminare, di collocare i semi in modo da dirigere verso il basso la radichetta della piccola piantina in essi contenuta e verso l'alto la gemma fogliifera, chè anzi i semi, buttati a caso nel terreno, cadono con ogni probabilità in posizione diversa. Però ognuno sa pure che, qualunque sia la posizione nella quale i semi sono caduti, sempre la radice della piantina germinante si piegherà e si allungherà verso il basso, penetrando più profondamente nel terreno, mentre il fusticino si piegherà verso l'alto, uscendo dal terreno all'aria libera. Pieghiamo comunque la piantina quando si è orientata e, se si tratta di un vaso, rovesciamolo in modo da disporla orizzontalmente, ed ancora e sempre la radice si piegherà verso il basso e il fusto verso l'alto. Sono, dunque, l'estremità della radice e l'estremità del fusticino, ambedue sensibili alla azione della gravità, ma in senso opposto: si dice che la prima è dotata di *geotropismo positivo* (perchè è attratta verso il centro della terra), la seconda di *geotropismo negativo* (perchè si muove in senso opposto).

Le ramificazioni, tanto della radice che del fusto, sono dotate della stessa proprietà ma in misura minore: esse infatti si dispongono non proprio nella direzione della verticale già occupata dall'asse principale, ma formano con questa un certo angolo, variabile in limiti larghi da specie a specie, ma che in una stessa specie, quando le condizioni di coltura sono uniformi, è quasi costante. Lo stesso dicasi delle ramificazioni di secondo ordine,

sensibili anch'esse all'azione della gravità, ma in misura diversa da quelle di primo ordine, sì da disporsi, se libere, ad angolo speciale colla verticale e da ritornarvi, come fanno le ramificazioni di primo ordine, quando ad una ad una ne siano allontanate o complessivamente tutta la pianta (se si tratta di una coltura in vaso) sia distolta nel suo orientamento normale.

Che si tratti veramente di una facoltà di orientamento legata all'azione della gravità (ossia al senso dell'alto e del basso), lo si dimostra ponendo un seme a germinare in un apparecchio che ruoti continuamente e lentamente in un piano verticale, sì da non fermarsi in una data posizione; in tali condizioni la piantina che nasce e che si trova ad avere ora l'alto da una parte, ora dall'altra, non può orientarsi e continua ad allungarsi nella direzione in cui si trovava uscendo dal seme; la sua radice esce magari dalla terra, se è entro vaso, mentre il fusticino fogliifero vi si impianta più profondamente, e spostato dalla posizione originaria e messa in altra diversa, continua a crescere in questa, senza dimostrarsi minimamente capace di orientarsi.

Le radici delle piante nel terreno sono sensibili anche ad altri stimoli non ben precisati, che ne modificano l'orientamento.

Se il terreno nel quale si sviluppano fosse chimicamente e fisicamente uniforme, esse continuerebbero ad allungarsi nella direzione loro segnata dalla gravità; seguendo la verticale la radice principale e formando un angolo determinato con questa le ramificazioni laterali. Ma nel terreno, oltre le disformità fisiche che

obbligano le radici a spostarsi a seconda degli ostacoli che trovano frapposti al loro allungamento rettilineo, vi sono pure disformità chimiche: le sostanze di cui le radici hanno bisogno (acqua, ossigeno dell'aria e sali minerali da assorbirsi, perchè nutrienti per la pianta) non sono distribuite uniformemente, e però noi vediamo le radici abbandonare la loro direzione normale e piegarsi, allungandosi, verso i centri nei quali queste sostanze sono più facili ad essere utilizzate da esse. Chi le guida? Come mai una radice, che sta allungandosi secondo un determinato angolo verso il basso, sente in vicinanza alla sua estremità (sia pure a pochi millimetri) una piccola raccolta di sostanze nutrienti e si dirige da quella parte, vincendo l'azione di gravità, per andarla ad assorbire? E come mai, invece di allungarsi continuamente verso il basso, quando sente più difficile la respirazione per la mancanza dell'aria (il che accade a profondità molto diverse da terreno a terreno) si sposta e si dirige ancora verso l'alto in cerca di ossigeno? E come mai se il terreno superficiale è asciutto, ma v'è dell'umidità in uno strato profondo, essa la sente e si avventura allungandosi verso il basso assai più del normale, fino a raggiungere l'acqua che deve assorbire? Talune piante spingono le loro radici fino a decine e decine di metri di profondità!

Noi non sappiamo. Lo scienziato chiama col nome di *tropismi* tutte queste sensibilità speciali e come dice che le radici sono dotate di *geotropismo*, perchè sentono l'azione della gravità, così

dice che sono pure dotate di *chemotropismo* quando indicano di sentire la presenza di sostanze chimiche nutrienti, di *aerotropismo* se dimostrano di orientarsi a seconda dei loro bisogni di aria, di *idrotropismo* per le facoltà di segnalare ad una certa distanza l'umidità e di orientarsi verso di essa.

Ma come si manifestino queste sensibilità non si può dire. Sappiamo solo che esse sono localizzate alla punta estrema (pochi millimetri) tanto della radice principale, che di tutte le laterali, sì che tagliata la punta ad una radice essa non sente più nulla: e possiamo così dire che il sistema radicale di una pianta dentro il terreno va a frugare e ricercare ogni minima traccia di quello che la pianta ha bisogno ed è guidato da tanti piccoli centri che, simili ad altrettanti centri nervosi, hanno una facoltà di orientamento legata a sensibilità, che non hanno riscontro nemmeno negli animali.

SETTIMA LEZIONE

Le malattie delle piante.

Anche le piante, come gli animali e gli uomini, possono ammalare, e le malattie sono dovute o al fatto che le condizioni esterne sono sfavorevoli alla vegetazione, o a mancanza di sostanze nutrienti, o all'azione di parassiti sia vegetali che animali.

Malattie dovute a condizioni sfavorevoli di vegetazione.

Ogni specie di pianta ha bisogno, per vivere, di una certa temperatura, di una data umidità ed anche di una determinata intensità di luce: sopra e sotto le condizioni più opportune, la pianta vegeta male, deperisce e muore. Per la temperatura abbiamo, p. es., le piante adattate ai climi della zona torrida e che da noi non vivono che in serra, mentre lasciate fuori o non resistono o possono vivere senza però raggiungere le dimensioni normali o senza riprodursi (la palma del dattero cresce nella nostra riviera, ma non matura i frutti); ed abbiamo anche le piante dei climi temperati e freddi, le quali crescerebbero male se fossero portate più al caldo.

Per l'umidità abbiamo le piante di paludi e le piante di terreni

ricchi ed umidi, che verrebbero male nei luoghi asciutti, e viceversa abbiamo le piante così dette *xerofite*, adattate ai posti asciutti e che verrebbero male in siti umidi.

Per la luce finalmente abbiamo piante ombrofile ed ombrofobe, adattate cioè all'ombra o alla luce solare diretta.

Spostare queste piante dal loro ambiente e metterle a vivere in ambiente diverso da quello cui sono adattate, vuol dire obbligarle a condurre una vita stentata, allevarle gracili, incomplete, clorotiche, insomma ammalate.

Deperimento delle piante negli appartamenti.

Le piante da appartamento sono tra le più facili ad ammalarsi, appunto per le condizioni tutte artificiali nelle quali vivono. Anche dove la temperatura è mantenuta, durante l'inverno, uniforme ed adatta, riesce difficile mantenere intorno ad esse il grado di umidità di cui hanno bisogno e che è diverso da quello richiesto per gli uomini e.... pei mobili. Inoltre esse trovano nelle nostre abitazioni due nemici formidabili: la polvere e la mancanza di luce.

Il pulviscolo sottile che si deposita su tutti i mobili, si deposita pure sulle foglie delle piante e ne chiude, si può dire, gli stomi, impedendo o disturbando la circolazione dell'aria, la quale, come abbiamo già detto nella prima lezione, è la condizione principale di buona nutrizione.

La mancanza di luce, o almeno la insufficiente illuminazione

attraverso i vetri, le persiane, le tende, ecc., fa sì che le parti verdi non possano compiere bene il lavoro di assimilazione delle sostanze inorganiche, che noi sappiamo esse compiono.

Per queste due ragioni specialmente, quando non si aggiungono anche condizioni sfavorevoli di temperatura o di umidità, le piante negli appartamenti deperiscono tanto facilmente e, una volta deperate, non oppongono resistenza ai parassiti dai quali sono poi frequentemente invase.

Occorre liberarle dalla polvere, lavandone di frequente le foglie con spugna o cotone bagnato; esporle di frequente alla luce, all'aria libera e anche, in certe stagioni, alla pioggia; e, quando è possibile, cambiarle dopo un certo periodo e mandarle a vivere e rinforzarsi in ambiente più sano, sostituendole con altre che sieno prima vissute in ambiente normale.

Deperimento delle piante dei pubblici passeggi.

Anche le piante dei pubblici passeggi delle grandi città sono facili a deperire: si dice che la città di Parigi spenda ogni anno qualche centinaio di migliaia di lire per mantenere gli alberi dei suoi *boulevards*. Qui una delle cause può essere ancora nella quantità di polvere che comunque si solleva nelle strade dei grandi centri abitati e che, quando le piogge non sono frequenti, va a coprire completamente le foglie: tale polvere riesce più dannosa

quando si solleva dalle massicciate moderne a base di catrame. Ma la causa principale del deperimento sta nella mancanza di aria e di acqua per le radici. Le radici, come già abbiamo avuto occasione di dire, hanno bisogno di respirare e di assorbire acqua nel terreno, epperò crescono bene soltanto in terreno che sia ben aerato e contenga una certa quantità di acqua: orbene le massicciate stradali compatte che si fanno oggi impediscono la libera circolazione dell'aria nel terreno, nè bastano per i bisogni di questa le ristrette interruzioni che si lasciano intorno alla base degli alberi, come non bastano queste ad introdurre tutta l'acqua necessaria, la quale riesce utile solo quando arriva alle estremità delle radici e non alla loro base. Le radici per ciò sotto i nostri viali interni soffrono di asfissia e di mancanza di acqua, e la loro sofferenza trae seco il deperimento dell'intera pianta.

Tale deperimento può essere affrettato se qualche fuga di gas illuminante da un tubo sotterraneo avvelena l'aria del terreno, nel quale le radici non possono più vivere.

Malattie dovute a bacterî.

Tra le malattie dovute ad attacco di parassiti ve ne sono diverse che hanno per agenti patogeni dei bacterî. I bacterî, infatti, come attaccano gli animali e l'uomo, attaccano anche le piante e provocano su di esse alterazioni speciali. Caratteristica a questo riguardo la *rogna* o *tubercolosi* dell'olivo, che deturpa i rametti di questa pianta, facendo sviluppare su di essi tubercoli più o meno

grossi: è dovuta al *Bacteriurn Savastanoi*, che si propaga forse durante la potatura, se fatta con istrumenti infetti.

Moltissime piante formano sui loro rami o sul fusto tubercoli simili, anche più grossi, che gli americani chiamano *crown gall*, e che sono dovuti ad un altro batterio, il *Bacterium tumefaciens*.

Le malattie delle piante che si possono con sicurezza attribuire a bacterî sono parecchie e di mano in mano che si approfondiscono le ricerche e si perfezionano i metodi di investigazione, se ne trovano sempre delle nuove.

Malattie dovute a funghi parassiti.

Altre malattie sono dovute a parassiti vegetali, specialmente a funghi microscopici parassiti, che col loro corpo filamentoso e sottile (detto micelio) penetrano i diversi organi vegetali, ne alterano i tessuti e li uccidono, producendo poi alla superficie esterna degli organi attaccati ed uccisi i loro minutissimi organi di riproduzione, che vanno ad infettare altre piante sane. Gli organi attaccati si presentano con macchie speciali caratteristiche, o seccano tutti o in parte, o talvolta anche marciscono.

Sono centinaia e centinaia le malattie delle piante coltivate, dovute a tali sorta di parassiti, e talune sono dannosissime: la peronospora della vite, il mal bianco delle rose e delle quercie, la ruggine delle rose, la ruggine dei cereali, il carbone dei cereali, la vaiolatura rossa delle fragole, la fersa del gelso, ecc.

Malattie dovute ad animali parassiti.

I parassiti animali o corrodono direttamente le piante, come fanno, p. es., i maggiolini, o ne succhiano i succhi, come i pidocchi, o depongono in esse e su esse le loro uova, sì che le larve che ne nascono sono quelle che riescono dannose: talvolta la deposizione dell'uovo provoca una eccitazione locale dei tessuti che conduce alla formazione di una galla. Comuni e note a tutti sono le galle delle quercie prodotte appunto da punture di insetti.

Anche le malattie delle piante coltivate, dovute a parassiti animali sono molte e spesso dannosissime. Ricordiamo la fillossera della vite, che attaccando le radici delle viti europee, obbliga i viticoltori a rinnovare tutti i vigneti; la tignola dell'uva e delle frutta, la *Diaspis* dei gelso, ecc.

Azione dei parassiti.

E' a notarsi che i parassiti esercitano sopra le piante la stessa azione che esercitano sopra gli animali: in principio danno luogo a fenomeni di eccitazione di tutte le funzioni, specialmente della respirazione, che si esplica con leggerissima produzione di calore, quasi come uno stato febbrile; poi seguono fenomeni di intossicazione, colla morte delle parti toccate.

Una specie di stato febbrile con debole produzione di calore si potè localmente avvertire nelle piante anche in seguito a ferite, ed accompagna i processi di cicatrizzazione.

Terapia delle piante.

La terapia vegetale non è tanto progredita. Non vi sono cure cui sottomettere le piante attaccate da parassiti per renderle resistenti: ci si limita solo a combattere i parassiti, cercando di distruggerli e impedir loro di svilupparsi. Per i funghi microscopici parassiti la difesa classica è data dalle soluzioni diluite di solfato di rame, colla quale si bagnano le piante da difendersi. Per gli insetti parassiti si adoperano diverse formule di insetticidi, che sono consigliate dalle Stazioni di patologia e di entomologia, alle quali ognuno può gratuitamente ricorrere per consulto.

Un metodo da tenersi presente per la difesa contro le malattie delle piante è nella selezione e coltivazione di varietà che siano ad esse resistenti. Per esempio, per la fillossera della vite i viticoltori devono ricostituire i vigneti distrutti dal parassita, piantando certi vitigni americani, le cui radici sono resistenti, ed innestando poi su di essi ancora la vite europea, il cui frutto è preferito.

E un indirizzo nuovo di ricerche, quando si tratti di parassiti importati da altri paesi, è quello di cercare nei paesi d'origine i nemici naturali, che quasi sempre esistono, del parassita medesimo ed importare anche quelli. Ne abbiamo un esempio assai istruttivo in quanto si è fatto per la *Diapris pentagona*. Questa cocciniglia, importata in Italia dal Giappone, si è qui moltiplicata e diffusa con una rapidità allarmante e fu causa di danni gravissimi alla nostra gelsicoltura. Orbene, il prof. Berlese ha notato che in

Giappone, il paese di origine del parassita, questo non riesce tanto dannoso perchè ha un nemico naturale accanitissimo in una minutissima vespa (la *Prospaltella Berlese*) la quale si moltiplica essa pure con una rapidità grandissima, e le cui femmine vanno a deporre le ova nel corpo della *Diaspis*, sì che poi la larva che se ne sviluppa uccide l'ospite. Il Berlese ha importato in Italia anche la piccola vespa, la quale comincia a diffondersi e sta per diventare una preziosa alleata dell'uomo nella difesa dei gelsi dalla tanto temuta e dannosa malattia.

OTTAVA LEZIONE

La morte delle piante.

Piante che producono frutti una sola volta.

Se la pianta non è colpita da malattia, o presa da parassiti, o violentemente distrutta, e se viene lasciata sempre in ambiente adatto alla vegetazione, quando e come muore?

Vi sono piante che vivono soltanto il tempo necessario a produrre i loro figli (nei semi) e si esauriscono e muoiono nella produzione di essi: tali piante diconsi *monocarpiche* (dal greco *monos* che vuol dire uno e *carpòs* che vuol dire frutto, perchè queste piante producono i frutti una sola volta e poi muoiono), e ve ne sono di annuali, di bienni e di quelle che vivono più a lungo.

Piante monocarpiche annuali sono, p. e., da noi il frumento e tutti i cereali, il ravizzone, il lino, la canapa, le zucche, i girasoli, e moltissime altre piante che tutti gli anni dobbiamo riseminare, nè possiamo altrimenti coltivarle che riseminandole. In queste piante, dopo la formazione dei fiori e la loro fecondazione, le sostanze organiche nutritizie elaborate nelle parti verdi sotto l'azione della luce solare e distribuite nei varî organi comprese le radici, emigrano tutte verso e dentro i frutti ed i semi in via di sviluppo e vanno in parte a nutrire i giovani embrioni in via di

formazione, in gran parte a depositarsi intorno ad essi per servire di nutrimento alle future piantine che ne deriveranno. Una volta che i semi sieno completamente maturi, gli altri organi della pianta seccano, e ne rimane solo il corpo vuoto da ogni sostanza organica nutritizia: la pianta muore.

E' così che, mentre p. e. il frumento, o l'avena, o la segale, se tagliate in erba, prima che si sviluppino e maturino la spiga, contengono le sostanze organiche nutritizie elaborate nelle parti verdi, e possono essere utilizzate nell'alimentazione del bestiame; più tardi, quando la spiga è matura, non contengono più nulla, sì che la paglia non ha alcun valore nutritizio pel bestiame, perchè tutto è andato nei semi. Solo se l'estate viene rapido, caldo e asciutto, si dà precipitare la maturazione e non lasciare il tempo necessario per l'emigrazione di tutte le sostanze nutritizie nel seme, oppure allorquando il grano è coricato dal vento o dalle piogge violente e la circolazione dei succhi è così ostacolata dentro di esso, solo allora una parte delle sostanze nutritizie rimane nella paglia e va perduta, mentre il seme riesce meno ricco che con una estate ed in condizioni normali.

Che la pianta viva soltanto per maturare i suoi frutti e cioè per dare alla luce i suoi figli, lo si vede bene nella canapa dove, come abbiamo avuto altra volta occasione di dire, vi sono piante che portano solo fiori maschili e piante che danno solo fiori femminili: orbene, le piante maschili, quando hanno prodotto il polline e affidato al vento questa polvere fecondatrice, non hanno

più nulla da fare e seccano e muoiono, dando all'uomo che le ha coltivate poca produzione di tiglio; le piante femminili invece, dopo fecondate, devono compiere ancora, si può dire, il lavoro di gestazione, maturare cioè i semi ed assicurare alla prole racchiusa dentro di essi protezione e nutrimento, epperò vivono ancora parecchi mesi, continuano ad elaborare nelle loro foglie verdi nuove sostanze nutritizie, che emigrano e vanno ad accumularsi nei frutti, e per le esigenze meccaniche di loro vita continuano anche a formare nuove fibre, nuovo tiglio, pel quale si rendono più utili e care anche all'agricoltore, che le fa oggetto di cura.

Un esempio di piante monocarpiche bienni lo abbiamo nella barbabietola coltivata: in essa, durante il primo anno di vita, le grosse foglie verdi continuano ad elaborare sostanze organiche, che scendono ad immagazzinarsi in forma di zucchero nella grossa radice carnosa; nell'anno successivo poi, se la grossa radice non è asportata ed utilizzata dall'uomo, sorge da essa l'asta fiorifera che dà molti fiori, da cui derivano poi molti frutti con semi nei quali lo zucchero passa a poco a poco per nutrire prima la giovane prole in via di sviluppo e poi per depositarsi intorno ad essa come patrimonio nutritizio ereditato dalla pianta genitrice. Nel formare e maturare i suoi semi, tutta la pianta, compresa la sua radice, si esaurisce e poi muore.

L'uomo, quando raccoglie il grano e se ne serve per nutrirsi, adopera i piccoli patrimoni che la pianta ha già lasciato in eredità

e diviso ad ognuno dei suoi figli; quando adopera la radice carnosu della barbabietola, adopera il grosso patrimonio ancora indiviso, messo in serbo dalla pianta per produrre prima i suoi figli e poi dividerlo tra essi. Accade qualche volta che la pianta di barbabietola, invece di accumulare prima nella grossa radice tanto nutrimento per poi l'anno dopo dare alla luce i suoi figli, è meno previdente, non accumula nulla, dà figli subito il primo anno e li nutre direttamente col materiale che elabora di mano in mano nelle foglie e che invece di immagazzinarsi nella radice, va subito nell'asse fiorifero verso i fiori e i frutti in via di maturazione: la pianta allora non vive due anni, ma un solo anno; in compenso non viene sfruttata dall'uomo, che considera una tale fioritura precoce come un suo malanno.

Vi sono finalmente piante monocarpiche che prima di produrre fiori, frutti e semi per poi morire, vivono non uno nè due, ma parecchi anni, continuando ad elaborare ed immagazzinare materiale organico nutritizio, destinato alla funzione finale. Caratteristica a questo proposito la *Agave*, grossa pianta erbacea cespugliosa, dalle foglie carnose assai spesse (hanno più di un metro di altezza con 20-30 cm. di larghezza e fino a 20 e più cm. di spessore), oriunda dall'America centrale e importata e largamente diffusasi in tutte le coste del Mediterraneo. In America fiorisce dopo 5-8 anni di vita, da noi in Europa non fiorisce ad età fissa, ma dopo un lungo periodo indeterminato, tanto che la

si chiama anche impropriamente *Aloe dai cento anni*: talvolta fiorisce quando viene in parte rotta e maltrattata, quasi che mettendone in pericolo l'esistenza essa si affrettasse a produrre i suoi figli. Quando fiorisce, dal centro della grossa rosetta di foglie di cui si compone il suo corpo, s'alza rapidamente, quasi a guisa di colonna che può raggiungere parecchi metri di altezza con 20 e più cm. di diametro alla base, l'asse fiorifero, che si ramifica in alto a guisa di candelabro e porta all'estremità dei rami numerosissimi e grossi fiori (se ne contarono fino 4000 in una sola infiorescenza), che si trasformano presto in frutti e semi. Le foglie si spremono, si può dire, e si svuotano di tutte le sostanze orga-

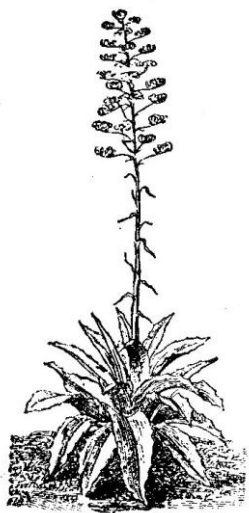


Fig. 41. — Pianta di *Agave*
in fiore.

niche nutritive elaborate ed accumulate nei loro grossi corpi carnosì nel volger degli anni, e tali sostanze, in forma di soluzione zuccherina, scendono alla base di esse verso il centro della rosetta fogliare e salgono poi in rapida corrente lungo la colonna fiorifera a nutrire i fiori numerosi e ad immagazzinarsi intorno ai giovani embrioni, che tanto rapidamente si sviluppano e maturano.

Svuotatesi le foglie, la pianta muore, e tutta l'eredità sua, frutto di parecchi anni di lavoro dei suoi organi verdi, resta divisa intorno ai suoi figli. Anche qui l'uomo può intervenire e rivolgere a suo vantaggio il patrimonio destinato alla figliuolanza della pianta, che in America è coltivata: quando la pianta si dispone a fiorire, appena si comincia a formare nel centro della grossa rosetta di foglie la colonna fiorifera, la si taglia alla base e si scava nella radice sottostante una piccola depressione, nella quale fluisce abbondante e si può raccogliere il liquido zuccherino che scende dalle foglie per risalire verso i fiori. Tale liquido, fatto poi fermentare opportunamente, dà la bevanda nazionale dei messicani, il *pulque*.

Piante che fruttificano ogni anno.

Altre piante, e sono tra queste tutti gli alberi legnosi, non danno i frutti una volta sola, ma continuano a vivere e ne danno ad ogni periodo di vegetazione. Si dicono queste, piante *poli-car-piche* (dal greco *poliùs* che vuol dire molto, e *carpòs* frutto, cioè che danno frutti molte volte). Le possiamo chiamare anche piante perenni, perchè si può dire abbiano vita indefinita.

Talora, come le piante munite di bulbi, di tuberi o di rizomi, vivono per mezzo di parti sotterranee, che mandano fuori terra ogni anno fusto e foglie, che producono fiori e frutti e poi seccano, mentre le sostanze elaborate nelle foglie verdi vanno solo in parte nei fiori e nei frutti e una parte va ad immagazzinarsi

negli organi sotterranei e servirà negli anni successivi a dare nuovi fusti aerei, con altre foglie, fiori ecc. E' così per le patate, per i ciclamini, le dalie, le canne, ecc. In questi casi gli organi sotterranei continuano a rinnovarsi, e si può dire che a loro mezzo la pianta, pur producendo ogni anno numerosa prole, continua a vivere giovane.

Quando invece si tratta di alberi legnosi, questi, sia che si tratti di alberi sempre verdi o a foglie caduche, formano i grossi corpi legnosi (fusto e rami) che crescono continuamente in spessore e che tutti gli anni danno parti nuove, insieme a fiori e frutti nuovi. In questi grossi corpi si immagazzina durante l'estate la parte di sostanze organiche elaborata dalle foglie verdi, che non va consumata pei fiori, frutti e semi, e che è riserva destinata ai bisogni della pianta per la formazione di organi nuovi e per le stagioni sfavorevoli alla funzione clorofilliana. Però non tutti i grossi corpi legnosi che costituiscono il fusto ed i rami principali sono vivi, chè anzi la parte più interna del legno (il così detto *duramen*, che nella sezione dei fusti si presenta più intensamente colorato) è morta e non serve che di sostegno alle altre, non compiendo nessuna funzione vitale: infatti essa può anche marcire e scomparire, come si vede in molti fusti vecchi cavi internamente, senza che per questo la pianta cessi dal vegetare rigogliosamente.

Ogni anno si forma all'esterno del corpo legnoso, sotto la corteccia, un nuovo anello di legno giovane, mentre un anello

più interno muore e va ad ingrossare il *duramen*. Così anche nei fusti vecchi di qualche secolo la parte viva del legno è solo alla periferia, costituita da un numero vario di anelli, a seconda della specie e della località (è la parte più bianca, in sezione, e detta *alburno*), sempre giovane e in continua rinnovazione.

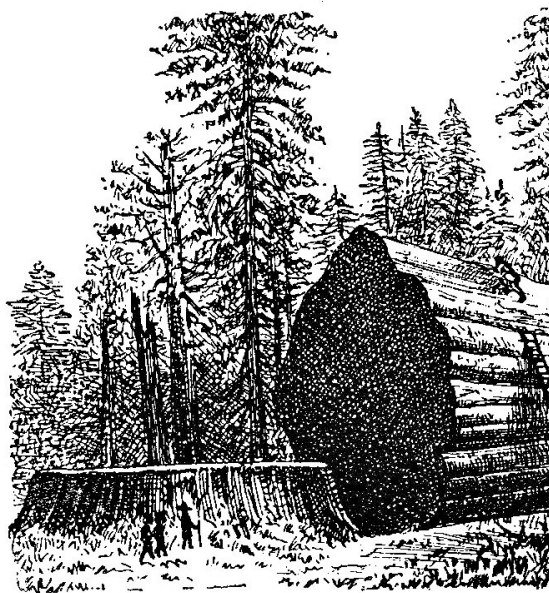


Fig. 42. — Fusto secolare di una conifera.

L'albero può, teoricamente, vivere all'infinito, ma la parte viva di esso non conta mai che pochi anni ed è sempre in piena gioventù, che al ripetersi delle stagioni dà fiori, amori e figliolanza.

Esempi di alberi secolari ne abbiamo parecchi. Sull'Etna vive

ancora il così detto *castagno dai cento cavalli*, il cui fusto fin dal 1500 pare avesse 60 metri di circonferenza alla base, mentre oggi è tutto cavo e ridotto a pochi resti della parte periferica, coperti dalla corteccia e portanti rami con foglie e frutti. A Roma sul Gianicolo venne tenuta in vita fino a pochi anni or sono, sostenendola con puntelli perchè non si rompesse, la famosa quercia all'ombra della quale andava a riposare Torquato Tasso. A Pavia pure fino a pochi anni or sono si conservò vivente il colossale olmo di Foscolo, all'ombra annosa del quale, si dice, ha riposato anche il poeta. A Palermo si conservano ancora gli olivi piantati, si dice, dai Saraceni. Il fusto di queste piante è internamente cavo, cariato, distrutto dal lavoro del tempo, ma la parte viva è sempre giovane di pochi anni e continuamente si ringiovanisce nei secoli, capace sempre di produrre nuove generazioni. Se non intervengono cause meccaniche che abbattano il fusto, reso meccanicamente debole per la carie interna delle parti più vecchie e per l'ingrandimento sproporzionato della corona, la pianta vive in eterno e, malgrado l'apparenza, eternamente giovane; in ciò superiore agli animali ed agli uomini, i quali purtroppo invecchiano.

LIBRI DA CONSULTARSI

BRIOSI G. e FARNETI R. – *Atlante Botanico*. Milano, Hoepli, 1904.

KERNER DI MARILAUN A. – *La vita delle piante* (trad. it. di A. Moschen). Torino, 1895.

MONTEMARTINI L. – *Fisiologia vegetale*. Manuali Hoepli, Milano 1898.

STRASBURGER E., JOST L., ecc. – *Trattato di Botanica* (trad. it. di C. Avetta), Milano 1913.

TOGNINI F. – *Anatomia vegetale*. Manuali Hoepli, Milano, 1896.