

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXI.

1914

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1914

Botanica. — *Sulla funzione delle radici contrattili*. Nota preventiva del dott. G. CATALANO, presentata dal Socio A. BORZI.

La proprietà, che hanno molte radici, di contrarsi, è stata originariamente studiata da H. De Vries (¹), e consiste, secondo le sue ricerche, in una particolare manifestazione dei fenomeni di tensione nei tessuti radicali, rivelandosi principalmente con la formazione di rughe alla superficie della radice, cioè in seno ai tessuti esterni della corteccia. Sotto l'influenza di un aumento di turgore, le cellule del parenchima corticale di queste radici, invece di dilatarsi in tutte le direzioni, si accorciano in direzione longitudinale e si allargano trasversalmente. Tutto ciò non è che un caso particolare, ma sostanzialmente non diverso dall'ordinario, dell'effetto della tensione cellulare, determinato da una grande differenza nella estensibilità della membrana cellulare secondo le diverse direzioni.

Nel 1897 il Rimbach (²) verificava sperimentalmente siffatta proprietà delle radici in ben 70 specie di piante appartenenti a 6 famiglie Monocotiledoni ed a 14 Dicotiledoni. Esempio massimo di contrattilità radicale, secondo l'A., offrono alcune Amarillidee, nelle quali l'accorciamento della radice, per un tratto di 5 mm., ammonta a ben il 70 %.

Dal punto di vista biologico, il Rimbach ritiene che la contrazione delle radici abbia lo scopo di portare le parti adulte del corpo vegetale dal punto ove si trovano, in altro punto, mediante l'attività di organi differenti dalle parti stesse soggette a spostarsi.

Il Massart (³), confermando siffatte osservazioni, dice che la produzione di radici contrattili avviene solo quando i fusti si trovano situati troppo vicini alla superficie del suolo. Perciò non può mettersi in dubbio che il fenomeno sia una reazione che la pianta esegue quando *se sent trop superficielle*. Rispetto alle cause determinanti, l'A. ritiene, in base ad esperienze appositamente istituite, che è il contrasto tra l'oscurità e la luce, e non la differenza di pressione e di umidità, *qui indique aux plantes, en voie de crois-*

(¹) *Ueber die Contraction der Wurzeln*, Landwirtschaft. Jahrb., 9, 1880, pp. 37-80; *Over de contractie von wortels*, Versl. en Meded der Koninkl. Akad. van Wetenschappen, Afd. Nat., 2 reeks. 14 Dl., 1 Stuk, 1880, pp. 12-17.

(²) *Die kontraktilen Wurzeln und ihre Thätigkeit*, Beitr. z. wissenschaft. Botanik, Bd. II, Abth. I, 1897 (Ref. in Bot. Centralblatt, 1898, n. 20); *Ueber die Lebensweise des Arum maculatum*, Ber. der deutschen bot. Gesellschaft, Jahrg. XV, 1897, Heft 3, pag. 178 (Ref. in Bot. Centr., 1897, n. 27).

(³) *Comment les plants vivaces maintiennent leur niveau souterrain*, Bull. du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles, vol I, fasc. IV, 1903.

sance, à quel moment elles sont encore dans le sol et à quel autre moment elles arrivent dans l'air », e che quindi determina la formazione delle radici contrattili.

Secondo il Daniel ⁽¹⁾, invece, le radici contrattili del *Crocus* non sarebbero che un sistema compensatore transitorio di riserva alimentare che si sviluppa allorchè per una ragione qualunque, interna od esterna, la nutrizione generale della pianta si trova ostacolata. Siffatti apparecchi transitorii di compenso sono stati osservati anche dal Cavara ⁽²⁾ nella *Scilla bifolia*, che è una delle specie alle quali sono state attribuite radici contrattili. Alcuni esemplari di questa pianta, coltivati in vasetti ed abbandonati a sè stessi senza inaffiamento, o quasi, durante l'estate, sviluppavano radici tuberizzate, le quali, fungendo come serbatoi di acqua, rappresentavano uno speciale adattamento xerofilo, dovuto alle condizioni eccezionalmente avverse nelle quali le piante erano costrette a vivere.

Certamente, come osserva il Terracciano ⁽³⁾, in molte altre monocotiledoni la tuberificazione delle radici è del tutto normale, ed avviene quali che siano le condizioni climatiche e l'esaurimento del terreno; tuttavia, come si vede, è opportuno distinguere diversi casi nello studio delle radici contrattili quando si voglia riconoscere qual'è precisamente la loro funzione. Infatti, non sempre la contrazione ha l'effetto supposto, di far discendere i fusti nel terreno. Perchè ciò avvenga occorre il concorso di molti fattori, alcuni inerenti alle qualità delle radici stesse, altri a quelle dell'ambiente esterno. Infatti le radici, oltre che contrattili, debbono essere dritte e verticali, altrimenti l'accorciamento si disperderebbe lungo un decorso tortuoso; debbono essere fornite di peli radicali o, meglio, di numerose e sottili ramificazioni verso l'estremità inferiore, in modo che questa possa solidamente fissarsi nel terreno. Occorre, infine, che il cilindro assile, che rappresenta la regione più solida della radice, prenda parte anch'esso alla contrazione o, per lo meno possa seguire passivamente l'accorciamento del parenchima. Ora, siccome non sempre si trovano riuniti tutti questi caratteri in uno stesso caso, come non sempre le condizioni di mobilità dei fusti e la compattezza del suolo permettono la discesa dei fusti stessi, il Rimbach ha sentito la necessità di distinguere diverse forme di radici contrattili, a seconda che l'abbassamento dei fusti ha luogo realmente, o no. Così pure, non sempre la formazione di radici contrattili è un riflesso dipendente dallo stato di posizione

(1) *Sur les racines napiformes transitoires des Monocotylédones*, Revue de Botanique, III, 1891, pag. 455.

(2) *Un adattamento dei bulbi di « Scilla bifolia » alla xerofilia*, Boll. Soc. bot. it., 1911, pag. 96; id. *Tuberizzazione di radici secondarie in « Scilla bifolia »*, Boll. R. Orto Botanico di Napoli, III, pag. 453.

(3) *Sulle radici transitorie delle Monocotiledoni*, nei Rendiconti del Congresso botanico di Palermo, maggio 1902.

del corpo vegetale nel substrato. È stato inoltre dimostrato, come si rileva da quanto si è detto sopra, che formazioni analoghe, se non proprio le stesse radici contrattili, nella *Scilla bifolia* hanno ufficio ben diverso, cioè quello di servire da magazzini di riserva di acqua. Infine non appare ben dimostrato che i fenomeni esteriori (ossia, principalmente, la formazione di rughe alla superficie della corteccia, i quali servono a contrassegnare la caratteristica proprietà di siffatte radici) dipendano effettivamente da un processo di accorciamento delle radici od abbiano eventualmente tutt'altra origine. Io stesso ho avuto occasione di osservare da vicino la formazione delle dette caratteristiche rughe corticali nelle radici di una *Richardia africana*, cioè in una delle specie tipicamente descritte come dotate di radici contrattili, e tuttavia senza poter riscontrare in pari tempo nè un abbassamento del tubero, nè almeno un aumento dello stato di tensione delle radici stesse.

Nell'intendimento, quindi, di verificare quale parte spetti realmente al fenomeno della contrazione radicale nell'economia delle piante, e se si tratti di una funzione piuttosto complicata, come è sembrato fin'ora, ho voluto studiare dal punto di vista istologico alcuni tipici casi di radici contrattili. Mi limito qui ad esporre quanto ho potuto rilevare sulla detta specie di *Richardia*, la cui considerazione ha una particolare importanza, appartenendo essa ad una famiglia, nella quale il fenomeno in parola è largamente diffuso e caratteristico.

La struttura della corteccia radicale in questa pianta è contraddistinta dalla grande regolarità della disposizione delle cellule, in serie radiali e strati concentrici, ciascuno dei quali ne contiene presso a poco un egual numero. La stessa regolarità si riscontra nelle radici delle *Alocasie*, secondo van Tieghem⁽¹⁾. Tuttavia, come in queste ultime piante, anche nella *Richardia* gli ultimi 5-6 strati sono costituiti da cellule più piccole, di forma poliedrica, e non regolarmente seriate con le altre più interne, ma digradanti insensibilmente verso di esse. Cosicché tutta la corteccia può dividersi in due regioni: l'una esterna, di 5-6 strati, coi caratteri detti, oltre l'epidermide e uno strato ipodermico; e l'altra interna, fatta di cellule rotonde in sezione trasversale e regolarmente succedentisi in serie radiali.

Queste ultime cellule, le quali costituiscono la principale massa del corpo corticale della radice, hanno la proprietà di contrarsi non appena assorbono acqua dall'esterno, come si può agevolmente verificare in sezioni longitudinali non molto sottili, messe in acqua distillata. Ora, perchè questa facoltà, che hanno le cellule di contrarsi sotto l'influenza di un aumento di turgore, abbia il supposto effetto di far accorciare la radice (e quindi di produrre l'abbassamento dei fusti), occorre naturalmente che la contrazione stessa

⁽¹⁾ *Recherches sur la structure des Aroidées*, Annal. des sciences naturelles, V série, Botanique, VI, 1866, pp. 72-210.

possa divenire permanente, che cioè le cellule possano fissarsi nella forma che assumono quando aumentano di turgore. Ciò non può aver luogo se non per mezzo dell'accrescimento. Questo, cioè l'ingrandimento delle cellule, dovrebbe procedere in modo che esse possano raggiungere forma e dimensioni definitive, imposte dalle particolari qualità fisiche delle loro membrane, ossia seguendo la tendenza, che hanno queste ultime a dilatarsi trasversalmente ed accorciarsi longitudinalmente.

Senonchè, l'osservazione della lunghezza definitiva che assumono queste cellule in confronto a quella che hanno mentre sono in via di accrescimento, porta a concludere che tutto ciò non si verifica, e che l'accrescimento stesso mette invece capo, come nei casi normali, ad un allungamento ed allargamento uniformi delle singole cellule. Infatti, in una lunga radice di *Richardia africana*, provvista già, nella sua porzione superiore, delle caratteristiche rughe, la lunghezza delle cellule corticali va gradatamente crescendo a partire dall'estremità inferiore apicale, fino a raggiungere, nella zona provvista di rughe (nella quale cioè, secondo gli autori, sarebbe avvenuta la contrazione), una lunghezza doppia o tripla di quella delle cellule corrispondenti nelle porzioni inferiori. Ciò specialmente si osserva nelle cellule più esterne della regione interna, vale a dire in quelle che occupano una posizione intermedia rispetto a tutta la massa del parenchima corticale, e che, secondo gli autori, sarebbero precipuamente impegnate nel fenomeno della contrazione. Al tempo stesso, esse acquistano grande ampiezza trasversale; ma ciò in nessun modo potrebbe portare ad una contrazione dell'intero tessuto, se in pari tempo non si verificasse una diminuzione della lunghezza, rispetto a quella che esse hanno quando sono ancora giovani ed in via di crescita. Questo accrescimento radiale, che maggiormente si verifica nelle cellule immediatamente in contatto col cilindro assile, per via della mutua compressione alla quale sono soggette in tal punto della corteccia, è invece causa, per quanto indiretta, della formazione delle rughe, in seno al tessuto che costituisce la regione esterna della corteccia. Le cellule di quest'ultima (ad eccezione di quelle dell'epidermide e dell'ipoderma), a differenza delle altre, possono segmentarsi ed aumentare di numero, seguendo in tal modo, di pari passo, l'aumento dello spessore della radice, che si compie, come si è detto, per incremento di volume delle singole cellule interne. Di queste ultime, quelle situate immediatamente al di sotto della detta regione esterna capace di segmentarsi sono naturalmente sollecitate a stirarsi lateralmente secondo la direzione del perimetro; e quando quest'ultimo comincia ad essere troppo grande, rispetto alla possibilità, che dette cellule hanno di ricoprirlo, esse, non potendosi segmentare, nè seguire in altro modo un ulteriore aumento della periferia, sono costrette a staccarsi l'una dall'altra. Allora perdono il turgore; le pareti vengono in contatto fra loro, ed in ultimo avvizziscono completamente, così che nei tratti corrispondenti delle serie radiali di cellule si ori-

gina un vuoto, in cui rimangono i residui delle pareti cellulari avvicinate tra loro ed in parte disciolte. Questi vuoti, dapprima si alternano con tratti di serie cellulari ancora intatti; ma infine anche questi si dissolvono, ed il vuoto diventa continuo. La zona esterna (con l'epidermide e l'ipoderma), la quale intanto si è accresciuta per segmentazione, perde, così, ogni appoggio al di sotto di sè e diventa una sorta di involucro indipendente, troppo ampio rispetto al perimetro che l'accrescimento subito l'avrebbe fatta capace di rivestire. Così si originano le rughe o cresse trasversali, caratteristiche della porzione superiore di queste radici, e che sono state attribuite a contrattilità; ma, come si vede, la loro formazione è un effetto indiretto, puramente materiale, dell'accrescimento, combinato con le particolari condizioni di struttura delle varie regioni della radice, e non già della contrazione del tessuto parenchimatico.

Per tal modo il fenomeno della contrattilità cellulare, dovuto alle variazioni di turgore, non può che produrre una semplice *fluttuazione* dello stato di tensione delle radici giovani, a seconda delle condizioni di maggiore o minore turgore in cui vengono a trovarsi volta a volta le cellule per effetto delle condizioni di umidità o di secchezza esterne. Ora questo processo, come si comprende di leggieri, non può produrre alcun notevole abbassamento dei fusti. Queste variazioni di tensione hanno anzi luogo in tutte le radici della stessa pianta, cioè anche in quelle le quali, per non avere le caratteristiche rughe, non sono considerate come contrattili. Tuttavia resta da chiarire il fatto che la formazione delle radici contrattili (rugose) ha luogo quando i fusti sono troppo superficiali, e cessa quando essi si trovano alla profondità giusta; in altri termini, si tratta di studiare l'influenza che gli agenti esterni esercitano sull'accrescimento delle radici, quando esse si trovano direttamente esposte alla loro azione.

A questo riguardo, maggior fondamento acquista l'opinione espressa dal Daniel e confermata dal Cavara in un caso tipico di piante a radici tiranti: che cioè a queste ultime spetta invece una funzione acquifera, sia pure di carattere transitorio, o come risultato di un adattamento.

Infatti, la stessa proprietà di contrarsi che hanno le cellule sotto l'influenza di un aumento di turgore, non esclude siffatta funzione, ma anzi ricorda le proprietà di alcune cellule tipicamente acquifere, quali, ad es., quelle dei così detti « veli radicali » delle radici aeree delle stesse Aroidae. La grande facilità con la quale le cellule contrattili assorbono l'acqua e s'inturgidiscono; la presenza di areole nelle membrane, le quali permettono rapidi e facili scambi di quest'acqua tra cellula e cellula, e la notevole capacità che acquistano allo stato adulto le cellule stesse per effetto dell'accrescimento, le fanno particolarmente adatte a compiere la funzione acquifera, per cui l'intero tratto della radice che si ingrossa assume il carattere di un vero serbatoio d'acqua, cui la regione corticale esterna, per i particolari carat-

teri istologici dell'epidermide e dell'ipoderma, fa da mantello protettivo molto efficace.

Ma oltre a ciò numerose osservazioni sul comportamento di queste radici, sull'epoca in cui si producono, e sul loro destino finale, provano indubbiamente che la funzione loro spettante è quella accennata. Il fatto che esse acquistano uno sviluppo considerevole quando le piante sono situate troppo superficialmente, è in evidente rispondenza con le condizioni di maggior secchezza in cui si trovano esposti in tal caso i fusti e, quindi, le piante stesse. Nella *Richardia africana*, che prospera coi tuberi sommersi completamente nell'acqua, le radici raggiungono il massimo sviluppo solo quando il livello ordinario dell'acqua si abbassa fino a scoprire le parti da cui sorgono. Epperò la formazione delle rughe (che dipende, come abbiamo visto, dalla cessazione dello stato di turgore delle cellule per effetto dell'accrescimento, e quindi, dal costituirsi di ampie lacune alla periferia della regione interna della radice) corrisponde esattamente allo stato di esaurimento delle riserve idriche delle radici. Il che ha luogo naturalmente quando esse hanno raggiunto il massimo dell'accrescimento in volume, e perduri il loro stato di scoprimento dal terreno o dall'acqua. L'apparizione delle rughe è quindi connessa con la durata della esposizione alla secchezza delle parti inferiori della pianta, giacchè in tali condizioni avviene precisamente l'impiego e l'esaurimento delle riserve liquide delle radici. Se invece le radici scoperte della *Richardia africana*, dopo divenute flosce e rugose, si fanno coprire novamente da uno strato d'acqua, non tardano ad imputridire.

Tutto ciò spiega perchè le radici si *contraggono* quando si trovano allo scoperto, e rimangono lisce e sottili quando i fusti, da cui sorgono, sono convenientemente approfonditi.

Le suddette considerazioni acquistano poi maggior valore dal fatto che le radici, cui è stato attribuito l'ufficio di tirar giù i fusti, si ritrovano per eccellenza in piante terrestri a fusti sotterranei. Queste piante cominciano a vegetare nella stagione umida, ed ingrossano gradatamente le loro radici durante il periodo vegetativo, immagazzinando nei loro tessuti una certa quantità di acqua; e soltanto sul finire del periodo vegetativo, quando cioè si è già nella stagione secca, appaiono in queste radici le caratteristiche rughe nella corteccia. Così avviene, per es., nei *Crocus* ⁽¹⁾, nell'*Arum maculatum*, ed anche in qualche Dicotiledone, come nella *Ficaria ranunculoides*, secondo osservazioni del prof. Borzi.

A questo riguardo daremo maggiori dettagli in un prossimo lavoro *in extenso*; intanto, dall'esempio descritto si può concludere che ai fenomeni di contrazione radicale non spetta se non il significato derivante dalla loro natura

(1) Goebel, *Organographie der Pflanzen*, pag. 473.

prettamente fisica, già stabilita dalle chiare ricerche del De Vries. Essi, da soli, non bastano alla funzione del mantenimento del livello sotterraneo dei fusti, la quale assai più efficacemente si compie per attività incrementale dei fusti stessi, ossia con veri e propri tropismi, come è stato illustrato nello stesso lavoro del Massart, di cui ci siamo in parte occupati.

Fisiologia. — *L'azione del radio nello sviluppo primaverile delle uova del baco da seta.* Nota di C. ACQUA, presentata dal Socio R. PIROTTA.

Lo studio dell'azione del radio sullo sviluppo delle uova in diverse forme di animali è stato oggetto di parecchie ricerche, le quali hanno dato in genere risultato positivo, nel senso di accertare un'azione del radio stesso, quantunque possa esplicarsi nei singolari casi in diversa maniera. Come fatto generale si ha la constatazione di un arresto o di un ritardo provocato dal radio nelle uova già fecondate, e di una alterazione indotta nella costituzione dei nuclei. Particolarmente interessanti sono le ricerche della scuola di O. Hertwig, che mettono in evidenza l'azione del radio stesso, facendolo anche agire negli elementi sessuali prima della fecondazione. Naturalmente in questa Nota non m'è possibile entrare nella estesa letteratura. Accennerò soltanto al fatto, più volte constatato, che l'azione del radio si manifesta diversamente secondo che agisce in diversi stadi di sviluppo, che detta azione non è uguale su tutti i tessuti, e che si esplica anche dopo un periodo di latenza. Fu accennato anche alla possibilità di un'azione acceleratrice, la quale però non sembra confermata. Chi volesse con qualche dettaglio conoscere l'argomento può consultare i lavori recenti di Hertwig G. e P. ⁽¹⁾ e il lavoro, anch'esso recente, del Vernoni G., ⁽²⁾ nei quali è anche estesamente citata la letteratura.

Nel campo della bacologia citerò il lavoro di P. Tomaselli ⁽³⁾, nel quale l'Autrice, dopo avere sperimentato su larve del B. Mori, su crisalidi, su farfalle e su seme-bachi, giunge a concludere che il radio, limitatamente alle esperienze eseguite, si mostrò inattivo affatto nel campo della bacologia. Tuttavia l'argomento, come opportunamente è osservato in detto lavoro, non può ritenersi esaurito, ed è perciò che io ho creduto ripren-

⁽¹⁾ Hertwig G., *Parthenogenesis bei Wirbeltieren hervorgerufen durch artfremden radiumbestrahlten Samen*; Hertwig P., *Das Verhalten des mit Radium bestrahlten Spermatozoon im Froschei*. Archivi für mikroskopische Anatomie, 1913.

⁽²⁾ Vernoni G., *Studi di embriologia sperimentale. (L'azione del radio sull'uovo di pollo)*. Archiv für Entwicklungsmecanik der Organismen, 1911.

⁽³⁾ Tomaselli P., *Esercita il radio nessuna influenza sulle manifestazioni della Séricaria Mori?* Annuario della R. stazione bacologica di Padova, vol. XXXVI, 1909.