

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVIII.

1911

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XX.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1911

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Comunicazioni pervenute all'Accademia sino al 15 ottobre 1911.

Fisiologia vegetale. — *Della probabile funzione degli oli essenziali e di altri prodotti volatili delle piante, quale causa di movimento dei succhi nei tessuti viventi.* Nota del Corrispondente ITALO GIGLIOLI.

Nello studio della complessa questione del movimento dell'acqua nelle piante, e generalmente nei tessuti degli organismi viventi, non si è finora data importanza all'azione delle sostanze volatili, in particolare degli oli essenziali, tanto largamente diffusi nel regno vegetale.

Le osservazioni di Hofmeister, fin dal 1867, sopra l'assorbimento degli oli essenziali nelle membrane cellulari, con spostamento di acqua, come in particolare egli osservava nel caso dei granuli di polline, restarono osservazioni trascurate e non comprese (1).

Più ancora, gli svariati esperimenti fatti da Raph. Dubois, nel 1886, sulla influenza dei vapori anestesici sopra i tessuti viventi, avrebbero dovuto molto suggerire. Ma le ricerche dell'insigne fisiologo di Lione, pur ricordate in un suo libro del 1898 (per magistralmente chiarire le relazioni fra l'acqua ed il protoplasma vivente), restarono lettera morta per gl'indagatori della vita delle piante. Di queste ricerche di Dubois, dal punto di vista della funzione degli oli essenziali e dei vapori organici nelle piante, non è fatto cenno nei più importanti trattati di Fisiologia vegetale; nè delle sue ricerche

(1) Hofmeister, *Lehre von der Pflanzenselle*, 1867, pp. 266, 238: citato da Arthur Heller, *Ueber die Wirkung ätherische Oele und einiger verwandter Körper auf die Pflanze*. Inaug. Diss. München, 1903 (Flora, 1904, Bd. 93, Heft I).

si tien conto dagli sperimentatori più recenti sopra questo argomento, o sopra argomenti che con questo sono connessi ⁽¹⁾.

Anche nei recenti studi di Adrian Brown, nel 1909, sull'azione selettiva delle membrane vegetali, di L. Guignard, di Mirande, e quelle di Heckel, sulla azione di anestetici sulle piante, nel 1909 e nel 1910 e 1911, e le esperienze in particolare suggestive di Henry E. Armstrong ed E. Frankland Armstrong, nel 1910, sulla funzione degli ormoni nel regolare il metabolismo delle piante, questa azione delle sostanze volatili, ed in ispecie degli olii essenziali, sul muoversi dei succhi non è sufficientemente apprezzata: benchè in varie di queste esperienze, specialmente di Mirande e di Heckel, si notino trasudamenti, ma senza che il fenomeno sia in modo particolare considerato e commentato, dal punto di vista dell'azione fisiologica delle sostanze volatili vegetali ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Raph. Dubois, *Influence des vapeurs anesthésiques sur les tissus vivants*. C. R. de l'Acad. d. Sc. t. 102 (1886) p. 1300. Ivi Dubois osserva di avere già pubblicato una serie di note sotto il titolo *Action des vapeurs de quelques liquides organiques neutres sur la substance organisée*, nei Comptes Rendus de la Soc. de Biologie.

Queste importanti esperienze vengono esposte nel trattato: Raph. Dubois, *Leçons de Physiologie générale et comparée*, Paris, 1898, nel capitolo *Du rôle de l'eau dans les fonctions de nutrition, de reproduction et de relation*.

Di queste esperienze di Dubois non vi è cenno nella *Pflanzenphysiologie* di W. Pfeffer, nè nella sua ultima edizione tedesca (Leipzig, 1904), nè nella traduzione inglese, edita ed annotata da Alfred J. Ewart (Oxford, 1906).

Neppure Czapek, *Biochemie der Pflanzen*, Jena, 1905, ricorda queste importanti esperienze del Dubois. Quelle di Hofmeister restano dimenticate anche nella monografia di Hugo De Vries, *Ueber einige Nebenprodukte des pflanzlichen Stoffwechsels*, pubblicata in Thiel's Landw. Jahrbücher, X, 1881, pag. 687.

Gli esperimenti di Dubois restano pure ignorati anche nelle due più recenti monografie sulla funzione degli olii essenziali nella pianta: la già citata dissertazione di A. Heller all'Università di Lipsia e quella di Carl Detto, *Ueber Die Bedeutung der aetherischen Oele bei Xerophyten*. Inaug. Diss. Univ. Jena, München, 1903.

⁽²⁾ Adrian J. Brown, *Selective Permeability of the Coverings of the Seeds of Hordeum vulgare, var. coerulescens*. Proc. Roy. Soc. 1909, 81 B. 82-93. Journ. Chem. Soc. 1909. Abstr. II, pag. 386. Brown osservò che l'acetato etilico favorisce il passaggio dell'acqua nei semi di orzo.

L. Guignard, *Influence de l'anesthésie et du gel sur le dédoublement de certains glucosides chez les plantes*. C. R. de l'Acad. d. Sc. t. 149, 1909, pag. 91. L. Guignard è il solo che ricordi le esperienze anteriori di R. Dubois.

Marcel Mirande, *Infl. exercée par certaines vapeurs sur la cyanogénèse végétale*. C. R. de l'Acad. d. Sc. t. 149, 1909, pag. 140.

M. Mirande, *De l'action des vapeurs sur les plantes vertes*. C. R. de l'Acad. d. Sc. t. 151, 1910, pp. 481 e 949.

L. Maquenne et Demoussy, *Sur le noircissement des feuilles verts*. C. R. de l'Acad. d. Sc. t. 149, 1909, pag. 960.

Ed. Heckel, *Infl. des anesthésiques et du gel sur les plantes à coumarine*. C. R. de l'Acad. d. Sc. t. 149, 1909, pag. 829; t. 151, 1910, pag. 129; t. 152, 1911, pag. 1825.

Dai fatti che io ho potuto osservare, mi sembra che resti dimostrata la importante azione degli olii essenziali e di piccole quantità di altre sostanze volatili nel muovere l'acqua nei tessuti viventi. Nello stesso tempo si rende manifesta, in modo differente da quanto fino ad oggi è stato creduto, la funzione degli olii essenziali nella vita e nella difesa delle piante.

H. E. Armstrong ed E. Frankland Armstrong, proseguendo le ricerche di L. Guignard e di M. Mirande, hanno indagato l'azione di parecchie sostanze nell'indurre lo sviluppo dell'acido cianidrico nelle foglie del lauroceraso, accentuando il fatto che in questo riguardo sono attivi vari composti volatili, poco solubili nell'acqua; e che nel risvegliare l'attività enzimica e lo svolgimento dell'acido prussico, questi composti inducono nelle cellule vegetali accumulazione di acqua. Gli Armstrong adottano il termine *ormone* (*hormone*), già introdotto da Starling nella fisiologia animale, per le sostanze che, attraversando facilmente le membrane delle cellule, risvegliano e quasi dirigono l'attività degli enzimi, cagionando mutamenti di pressioni osmotiche e conseguentemente movimenti di acqua ed alterazioni nella turgescenza. In particolare attivi in quest'azione ormonica, o di eccitazione, sarebbero, nelle esperienze degli Armstrong, gl'idrocarburi volatili, come il benzene ed il toluene, come pure il solfuro di carbonio, il cloroformio, l'acetone, la canfora, molti eteri, aldeidi, fenoli. L'*anidrofillia*, o poca solubilità nell'acqua, accompagnerebbe, secondo gli Armstrong, la funzione di ormone; ed essi con suggestiva ipotesi cercano di spiegare l'attività ormonica nella disintegrazione che sarebbe portata nella compagine delle membrane cellulari e del protoplasma. La quale disgregazione consisterebbe principalmente nell'intaccare il collegamento fra l'acqua e le particelle solide nelle membrane, cagionando movimento e passaggio di acqua ⁽¹⁾.

P. Guérin, *L'action des anesthésiques, du froid et des rayons ultra-violets sur certaines plantes*. Revue Scientifique, 24 dec. 1910, pag. 804.

Anche Pougnet, nello studio dell'azione delle radiazioni ultraviolette sopra i gusci freschi di vainiglia, azione molto analoga, per alcuni riguardi, a quella degli anestetici, osserva che i gusci s'imperlavano esternamente di goccioline acquose limpide: Jean Pougnet, *Action des rayons ultra-violets sur les gousses vertes de vanille*. C. R. de l'Acad. d. Sc., t. 152, 1^o mai 1911, pag. 1184.

Henry E. Armstrong and E. Frankland Armstrong, *The Function of Hormones in stimulating Enzymic Change in relation to Narcosis and the Phenomena of Degenerative and Regenerative Change in Living Structures*. Proc. Roy. Soc., 1910, 82, B. pp. 588-602.

H. E. Armstrong and E. F. Armstrong, *The Function of Hormones in regulating Metabolism*. Annals of Botany, vol. XXV, April 1911, pp. 507-519. Vedasi anche: A. E. Vinson, *The Stimulation of Premature Ripening by Chemical Means*. The Journ. of the American Chemical Society, vol. XXXII, Febr. 1910, p. 208.

(¹) Sono esperienze e vedute, queste degli Armstrong, che in parte collimano con quelle, del 1886, di R. Dubois. Il quale sperimentando sui trasudamenti cagionati da al-

La ipotesi alquanto complicata degli Armstrong fa pensare che forse l'azione delle sostanze volatili potrebbe più direttamente spiegarsi nei mutamenti della tensione superficiale dell'acqua contenuta nella massa protoplasmatica e nei suoi involucri. Qualunque sia la sua struttura e consistenza, e qualunque la natura dei costituenti solidi, una membrana in organismo vivente è costituita essenzialmente da corpuscoli solidi ravvolti e separati da strati sottilissimi di acqua, in contatto con aria, od altre sostanze gaseose. I meati attraverso le membrane sono costantemente tappezzati da veli tenui di acqua, variamente aderenti al sottostrato solido e fra di loro, e variamente esposti all'azione dei gas e delle sostanze volatili sempre contenute nei tessuti. Le sostanze che arrivando nei meati delle membrane alterano la tensione superficiale dell'acqua che ne riveste le pareti, cagioneranno movimenti e spostamenti in questa acqua, permetteranno lo scivolamento di straterelli di acqua sopra altri strati acquosi, inducendo così il passaggio di masse di acqua assieme con sostanze disciolte.

Sono le sostanze volatili, in particolare quelle poco solubili nell'acqua, che meglio si addentrano nei meati delle membrane cellulari e nell'intreccio del protoplasma: modificando la permeabilità non solo a masse di acqua, ma aprendo la via al passaggio di particolari sostanze disciolte: donde il risveglio di reazioni chimiche, o di una catena di reazioni chimiche, dalle quali nuovi movimenti e nuovi richiami di acqua necessariamente conseguono.

Con semplici esperienze è facile osservare quanto piccole quantità di sostanze volatili possano influire sui movimenti e sullo sgretolamento di sottili strati acquosi, a cagione dei mutamenti indotti nella tensione superficiale. Se una pellicola di acqua saponosa si distende in un cerchietto di filo metallico, essa potrà persistere per un certo tempo, variabile alquanto per cause differenti, ma riducibile ad una durata abbastanza costante quando le condizioni sono mantenute sufficientemente costanti. Basta, però, fare agire sulla superficie tesa e lucente di una di queste pellicole, mantenuta in posizione orizzontale, qualche sostanza volatile, per vedere la superficie increparsi con movimenti ed ondulazioni, seguite da manifestazioni cromatiche indicanti mutamenti di spessore; i quali mutamenti presto portano alla disgregazione ed al collasso della membrana acquosa. Nelle pellicole di acqua saponosa è naturale che l'anidride carbonica debba esercitare una rapidis-

cuni vapori organici sopra le piante, spiega che questi vapori « hanno la proprietà di penetrare nella intimità dei tessuti, sostituendosi, senza mutare la forma colloidale del protoplasma, all'acqua che i tessuti normalmente contengono ». Il Dubois sperimentò allora con pochi vapori organici, il cloroformio, il benzene, il solfuro di carbonio, l'etere, l'alcole, da lui così ordinati in ragione decrescente di attività. Il Dubois ricorda, a questo proposito, le vecchie osservazioni di Th. Graham sulla sostituzione dell'acqua negli idrogeli, con formazione di alcogeli e di eterogeli.

sima azione disgregante. In alcune mie prove, mentre una pellicola mantenuta in condizioni normali durava in media 35 secondi, la rottura era quasi istantanea, od avveniva dopo 4 o 5 secondi, quando sulla pellicola si lasciava fluire, da una provetta, dell'anidride carbonica. In queste prove comparative, la sostanza volatile di più rapido effetto, fra quelle sperimentate, fu l'anidride carbonica; ma rapida pure è l'azione dei vapori del solfuro di carbonio; ai quali farebbero seguito, in decrescente ordine di rapidità, i vapori di etere, di cloroformio, di formaldeide.

Le essenze che si producono nelle piante sono quasi tutte, allo stato di vapore, eccitatrici di una membrana acquosa, benchè in grado differente. In poche prove preliminari, che richiederebbero maggior rigore nel mantenere costanti le varie condizioni esterne che agiscono sulla durata di una pellicola di acqua saponosa, più particolarmente attive, in ordine decrescente, si mostrarono i seguenti olii essenziali: di canfora, di origano, di geranio, di eucalipto, di bergamotto, di senape, di rosmarino, di *Gaultheria procumbens*. Basta avvicinare ad una pellicola di acqua saponosa un batuffoletto di cotone intriso con essenza, per vedere la rapida azione dei vapori organici nel suscitare correnti nella sottile massa di acqua, risvegliando le iridiscenze annunziatrici di completa disgregazione. Le condizioni chimiche dell'essenza dovranno molto influire sulla rapidità di quest'azione. Così, di due campioni di olio di canfora, l'uno proveniente dalla distillazione delle foglie del *Cinnamomum Camphora* crescente nell'Orto botanico di Pisa, e l'altro un prodotto giapponese, della Ditta Schimmel di Miltitz, l'essenza di canfora italiana si mostrò più attiva che la essenza giapponese; la ragione di questa differenza è forse da cercarsi nel fatto che la essenza italiana, assai più che la giapponese, dava le reazioni caratteristiche di una speciale attività ossidante. Vi sono poi alcune essenze e sostanze volatili che si mostrerebbero molto inerti nell'azione dei loro vapori sopra una pellicola di acqua saponosa: tali l'essenza di verbena, il tetracloruro di carbonio, il benzene.

Similmente, senza dubbio per mutamenti nella tensione superficiale di pellicole d'acqua, i vapori organici possono cagionare movimenti abbastanza vistosi nell'acqua fissata capillarmente nei meati di un terreno. Sperimentando con della cenere vesuviana finissima, la quale aveva assorbito il 37.33 % del proprio peso di acqua, mantenuta immobile per capillarità, bastava esporre la massa umida all'azione dell'aria cloroformizzata per veder fluire e separarsi dalla cenere una quantità di acqua corrispondente al 1.26 % del peso della cenere.

Sperimentando con della sabbia grossolana d'Arno, molto poco omogenea, e costituita in grande parte da frammenti di conchiglie fossili, ne saturai 100 grammi con acqua. L'acqua assorbita capillarmente, e non più lasciata percolare, pesava gr. 35. Bastava esporre la sabbia al cloroformio perchè in

poco tempo circa un terzo di quest'acqua, cioè gr. 10.9, avesse fluito dalla massa di sabbia.

Sperimentando ancora con due porzioni, ciascuna di 150 gr., di sabbia molto fina ed omogenea dell'Arno, feci assorbire rispettivamente alle due porzioni 46 gr. e 47 gr. di acqua, mantenuti persistentemente immobili nella massa di sabbia. Le due porzioni di sabbia, sostenute in appositi imbuto, si posero in due differenti recipienti chiusi; la sabbia che conteneva 46 gr. di acqua fu esposta ai vapori di cloroformio, mentre la sabbia che conteneva 47 gr. di acqua si lasciò nell'aria normale. Dopo quasi 6 ore, la sabbia cloroformizzata aveva lasciato percolare gr. 3.1 di acqua, mentre l'altra sabbia, che pur aveva un grado maggiore di acquosità, lasciò percolare appena gr. 0.1.

L'azione dei vapori di cloroformio, o di altri vapori organici, entro una massa di terra imbevuta coll'acqua, è relativamente piccola e deve manifestarsi con lentezza; poichè la superficie acquosa sulla quale agiscono i vapori organici è molto piccola in rispetto alla grande massa di acqua contenuta nel terreno. Ben differenti dovrebbero essere le condizioni nel caso dell'acqua contenuta in un tessuto cellulare, dove l'acqua non riempie mai completamente l'interno delle cellule e gli spazi intercellulari, l'aria ed i gas potendosi liberamente inframmettere, passando da spazio in spazio, ed agendo in poco tempo sopra una larga superficie liquida. Non è sorprendente, adunque, che nei tessuti degli organismi viventi, ed in particolare nei tessuti delle piante, i vapori organici, quali sono le essenze, possano grandemente influire sui movimenti dell'acqua.

Va pure considerato che in un tessuto vivente la quantità d'acqua è esuberante, trovandosi in condizioni di facile rinnovamento: tali da permettere ai vapori organici di agire sulla tensione superficiale e muovere l'acqua nelle cellule e attraverso le membrane. Sperimentando con sabbie, sature di acqua, abbiamo visto come i vapori di cloroformio possano subito e facilmente spostare una frazione non indifferente dell'acqua assorbita. Nella finissima sabbia vesuviana, l'acqua subito spostata, per effetto del cloroformio, era del 3.39 % di tutta l'acqua immobilizzata nella massa sabbiosa. Nella sabbia fina d'Arno, l'acqua resa fluente dal cloroformio era del 6.73 % dell'acqua totale. E nella sabbia grossolana e poco omogenea, dove i vapori di cloroformio potevano più profondamente insinuarsi nella massa di sabbia e di frammenti di conchiglie, l'acqua subito spostata per azione del cloroformio raggiunse il 31.14 %, cioè circa un terzo di tutta l'acqua presente. Quanto più numerosi e relativamente spaziosi sono i meati e le camere di aria nel terreno, e tanto più potentemente e prontamente agiranno sull'acqua capillare i vapori organici ed insolubili. Ma dopo il primo spostamento di acqua (quando non si muti lo stato di aggregazione della sabbia) l'azione del vapore organico si arresta; ed invano si faranno agire nuove quantità di clo-

roformio sulla superficie della sabbia; e questa potrà conservarsi per molti giorni in ambiente cloroformizzato, senza che dalla sabbia cada una stilla di acqua. Ma se nella sabbia si trovasse modo di ripristinare l'acqua prima perduta, basterebbe un nuovo influsso di vapore di cloroformio per cagionare spostamenti nell'acqua fissata negl'interstizii della sabbia. Ora, nei tessuti viventi siamo appunto in queste condizioni: che il continuo risveglio di potenti azioni osmotiche, suscitate anche per azione indiretta degli stessi olii essenziali che prima hanno mosso l'acqua, richiama nelle cellule e nelle membrane nuove provviste di acqua, facili ad essere ancora spostate da ogni nuovo influsso di vapori organici.

L'azione degli olii essenziali, nel cagionare nei tessuti viventi movimenti di acqua, va considerata come duplice: cioè diretta ed indiretta. L'azione diretta e prima è quella nella quale l'acqua è fatta fluire da mutamenti nella sua tensione superficiale. Da questo primo movimento di acqua, o per meglio dire, dei succhi contenenti enzimi, o sostanze alterabili dagli enzimi, nascono reazioni enzimiche; nelle quali reazioni, particolari sostanze vengono a decomorsi, cagionando un aumento nelle pressioni osmotiche e richiamando nuovo afflusso di acqua. In quest'ultimo caso abbiamo l'azione indiretta degli olii essenziali nel cagionare movimento di acqua. La quale azione indiretta pone le cellule e le membrane in condizioni favorevoli per rispondere con nuovi movimenti di acqua all'azione di nuove quantità di vapori organici.

Nelle decomposizioni enzimiche che hanno luogo mercè la prima azione diretta dei vapori organici, si producono quasi sempre delle sostanze volatili, tale essendo la origine di molti olii essenziali. Di modo che la prima azione diretta di richiamo di acqua, non solo induce una azione che fa accumulare nuove provviste di acqua, ma genera quelle sostanze stesse che nuovamente metteranno in moto l'acqua che si viene accumulando. Già precedentemente ebbi occasione di esporre all'Accademia dei Lincei delle esperienze dimostranti che l'accumulazione di acqua nei tessuti vegetali si connette, in molti casi, con azioni enzimiche (¹).

Gli sperimentatori, che in questi ultimi tempi si sono occupati dell'azione dei vapori organici sulle piante viventi, hanno considerato in modo troppo esclusivo i fenomeni chimici che da questa azione derivano: quali l'annerimento dei tessuti e lo sviluppo di speciali composti, come dell'acido cianidrico nelle piante cianogenetiche, della essenza di senape in varie crucifere, della cumarina in altre piante. Ma questi investigatori, pure notandolo in qualche caso, non hanno dato importanza al fenomeno costante e

(¹) I. Giglioli ed A. Quartaroli, *Della probabile azione enzimica nel promuovere accumulazioni di acqua e pressioni osmotiche nei tessuti vegetali*. Rendiconti della R. Accad. dei Lincei, vol. XVI, 21 aprile 1907.

principale e più diretto: cioè, al movimento dei succhi indotto dal cloroformio, dall'etere e dagli anestetici in generale. Vi è stato in queste ricerche il preconcetto dell'anestesia, cioè dell'azione patologica dei vapori organici sopra il protoplasma; e non si è tenuto conto che l'azione potente, e certamente letale nei suoi ultimi effetti, del cloroformio, dell'etere e di altri vapori, è simile all'azione degli olii essenziali, così universalmente sparsi negli organi delle piante, e che accompagnano costantemente non la dissoluzione e la morte del protoplasma, ma i fenomeni di maggiore e più complessa attività vitale.

Nelle ricerche biologiche, non bisogna dimenticare che ogni fenomeno patologico è dovuto all'esagerazione, od allo squilibrio, di fenomeni fisiologici. E se noi, per comodità e necessità di studio, dobbiamo isolare ed accentuare particolari azioni, in modo che l'effetto loro si esageri, diventando patologico, dobbiamo pur sempre salire alle fonti fisiologiche di quelle stesse azioni, quando esse brevemente si svolgono, e quando azioni differenti reagiscono e reciprocamente si vanno coordinando e molcendo. La mente e le indagini degli sperimentatori si sono troppo soffermate al cloroformio ed all'etere. Tali studi dovrebbero condurre principalmente a considerare le sostanze organiche volatili che effettivamente e costantemente presiedono in tanta parte ai fenomeni vitali delle piante, e che queste producono in quantità non indifferenti, a spese di quantità ben maggiori del materiale meno carbonioso che serve per l'alimentazione e la costruzione dell'organismo vegetale.

In molte e svariate esperienze, con piante inferiori e superiori, e con varie parti di piante, ho potuto osservare che la costante azione, non solo del cloroformio, del benzene, del toluene e di molti altri prodotti artificiali, ma di grande numero di olii essenziali e di prodotti affini, è di aumentare nei tessuti la *succosità*, facendo uscire l'acqua dalle cellule, e facendo filtrare il succo vegetale attraverso membrane che usualmente a questo succo sono impermeabili. In tutti i molti casi da me osservati, i trasudamenti sono di *succo* limpido, e non di sola acqua, poichè questa contiene disciolti zuccheri ed altre sostanze, fra le quali enzimi. Dimodochè, sotto la influenza degli olii essenziali, non solo si sposta nelle piante l'acqua, ma si spostano ancora sostanze facilmente soggette all'idrolisi, assieme con enzimi capaci di idrolizzare e scindere in più semplici i composti complessi. Si cagionano così nuovi richiami e movimenti di acqua.

Se del lievito di birra, compresso ed asciutto, quale si trova nel commercio, viene esposto all'azione del cloroformio, o dell'essenza di eucalipto, o dell'essenza di canfora, o della canfora, il lievito in poche ore si fa tutto molle e succoso; e se si aspetta per qualche giorno, la succosità diventa tale da permettere la filtrazione del succo attraverso la carta, od attraverso la porcellana porosa. Osservando al microscopio, le cellule del lievito appaiono

intatte ma rimpicciolite. Il succo limpido, spesso di colore ambraceo, che si raccoglie colla filtrazione, contiene la zimasia; ed è capace di risvegliare, in un tempo più o meno lungo, la fermentazione alcolica in una soluzione di saccarosio, o di glucosio. Accenno qui solamente a questo importante fatto, di grande interesse fisiologico, e forse anche di futuro interesse tecnico, trattandosi di un argomento sul quale intendo in seguito di ritornare. Solo osservo che col metodo da me trovato, mercè l'azione del cloroformio e degli olii essenziali, è ben più facile estrarre la zimasia dal lievito che col metodo originariamente usato da Ed. Buchner; e più sicuramente si ottiene la zimasia con questo mio metodo che con quello recente di Lebedeff, della macerazione, senza che al lievito asciutto e compresso del commercio sia necessario aggiungere acqua ⁽¹⁾.

Passando a funghi superiori, si osservano fenomeni analoghi; e si ha un metodo nuovo, che bene promette per lo studio della composizione, della tossicità e delle altre proprietà del succo fungino. Esponendo per poche ore un *Boletus* all'azione del cloroformio (e similmente agirebbero senza dubbio gli olii essenziali), i tessuti presto si rammolliscono, trasudando un liquido limpido, ricco di sostanze organiche.

Qualunque organo di una pianta superiore, se esposto al cloroformio, od agli olii essenziali, quando contenga una sufficiente provvista di acqua, aumenta in succosità; e finisce, se l'azione dura sufficientemente, col lasciar trapelare all'esterno i succhi già travasati nell'interno dei tessuti.

Nei semi asciutti, il trasudamento di acqua non si osserva, perchè troppo scarsa (circa il 15 %) è la provvista di acqua. Ma che anche in questo caso estremo vi sia movimento intracellulare di succhi, è reso palese dal lento manifestarsi di speciali azioni enzimiche. Così, sperimentando con semi intatti di albicocco (tolti dal guscio) ed esponendoli per più giorni all'azione dei vapori di cloroformio, di essenza di eucalipto, di canfora solida (mescolata con essenza di canfora), ebbi in tutti i casi produzione di gas acido cianidrico, dimostrata dalle cartine picro-sodiche di Guignard. Questo sviluppo di acido cianidrico è accompagnato da mutamento di colore nei semi, e con un lieve rigonfiarsi che facilmente cagiona la rottura della sottile buccia. Nei semi di albicocco lasciati nell'aria ordinaria, come pure nei semi esposti

(1) Lebedeff, *Extraction de la zymase par simple macération*. C. R. de l'Acad. d. Sc. Paris, t. 152, 3 janv. 1911, pag. 49; E. Kayser, *Sur le suc de levure de bière*. Ibid. t. 152, 8 mai 1911, pag. 1279.

Se il significato delle prime osservazioni di Hofmeister nel 1867, e più ancora delle esperienze di R. Dubois del 1886, si fosse compreso, estendendo le osservazioni al lievito, si sarebbe anticipato di molti anni la scoperta della zimasia, fatta da E. Buchner nel 1897. È noto quanto affannosamente, negli ultimi mesi della sua vita, nel 1877, Claude Bernard lavorasse invano alla ricerca del fermento solubile, capace di risvegliare la fermentazione alcolica in una soluzione zuccherina.

ai vapori di etere, le carte picro-sodiche restarono inalterate, anche dopo un mese di prova.

Nelle foglie, a lamina molto sottile, delle piante superiori, la rapida azione dei vapori organici si riconosce dall'imbrunimento, che si manifesta anche in poche ore. Questo imbrunimento è dovuto ad azione enzimica, che è prova del travasamento dei succhi nei tessuti della foglia. M. Mirande e gli Armstrong, sperimentando con foglie di lauroceraso, dimostrarono che il cloroformio ed altre sostanze volatili inducono non solo l'imbrunimento di queste foglie, ma anche lo svolgimento dell'acido cianidrico.

Le mie ricerche furono fatte principalmente con olii essenziali e con prodotti balsamici, che si producono nelle piante; e nel maggior numero dei casi essenze ed aromi indussero produzione di acido cianidrico ed imbrunimento nelle foglie di lauroceraso. Saggiai 128 olii essenziali e varie altre sostanze volatili, nella loro azione sulle foglie fresche e verdi di lauroceraso; quasi tutte queste essenze indussero sviluppo di acido cianidrico. Limitandomi a dire sommariamente degli olii essenziali, ricorderò che alcuni agiscono rapidamente ed intensamente: tali, le essenze di rosa, di rosmarino, di cedro, di aranci dolci, di carota, di lavandula, di salvia, di maggiorana, di pepe, di senape, di aglio, di canfora, di lauroceraso e di molti altri; forte pure è l'azione della canfora comune, del borneol, del mentolo, del timolo. Meno intensa, o più lenta a manifestarsi, è l'azione di essenze come quella di bergamotto, di arancie amare, di *petitgrains*, di citronella, di anice, di mirra, di pepe lungo. Più lenta ancora l'azione delle essenze di cipresso, di basilico, di issopo, di legno santalo, di luppolo, di balsamo peruviano. Si mostrarono inerti, nel risvegliare lo sviluppo di acido cianidrico nelle foglie di lauroceraso, le essenze di vetiver, di gemma di pioppo, il benzoino, le essenze di calamo, di cubebi, di camomilla vulgare. Sopra 92 essenze propriamente dette e sostanze aromatiche vegetali, trovai che 68 inducono le foglie di lauroceraso a pronto e forte sviluppo di acido cianidrico, con imbrunimento delle foglie; in 17 l'azione era più lenta e debole; in 7 l'azione era nulla. È notevole quanto sia forte e pronta l'azione della essenza di lauroceraso nel far sviluppare acido prussico e nell'indurre l'imbrunimento nelle foglie della pianta dalla quale l'essenza stessa deriva.

Non bisogna accettare in senso troppo assoluto le differenze che si osservano nella intensità di azione degli olii essenziali, delle canfore e dei balsami sulle foglie di lauroceraso. Per stabilire queste differenze bisognerebbe avere un modo sicuro per controllare le quantità e le condizioni di attività chimica delle sostanze che agiscono. In ripetute osservazioni ho potuto notare che bastano per molti olii essenziali quantità ben piccole dei loro vapori per cagionare il pronto coloramento caratteristico delle cartine picro-sodiche sospese in prossimità delle foglie del lauroceraso. Credo di non essere lontano dal vero nell'asserire che tutte le sostanze aromatiche pro-

dotte nelle piante sono capaci di cagionare nelle foglie di lauroceraso un movimento di succhi tale da indurre quella azione enzimica per la quale l'acido cianidrico viene generato.

Il muoversi dei succhi, ed un aumento di succosità tale da indurre trasudamenti, si osserva facilmente nelle foglie molto acquose. Così, sperimentando con delle foglie fresche di lattuga, esposte ai vapori di etere, ebbi entro le 24 ore, un trasudamento abbondante, che rese esternamente bagnata tutta quella verdura.

Anche gli organi che accumulano nei tessuti grande copia di acqua, e scarsamente e lentamente la lasciano sfuggire colla traspirazione, cedono all'azione dei vapori organici, capaci di penetrare profondamente nei tessuti, sforzando i succhi ad uscire dalle cellule, a rinversarsi negli spazi intercellulari e nei vasi, ed a trasudare anche all'esterno, attraverso cuticole le più impermeabili. Bastano 24 ore di azione dei vapori di cloroformio sopra la paletta di un fico d'India per vederne la buccia cosparsa esternamente di abbondanti goccioline di succo trasudato.

In una delle mie prove, paragonai due palette di fico d'India (*Cactus Opuntia*), tenute separatamente sotto campane di vetro, in ambiente umido: l'una paletta essendo esposta ai vapori di cloroformio, e l'altra essendo mantenuta in condizioni di aria umida normale. Le prove comparative durarono dal 25 luglio al 14 agosto 1911. Durante questi 21 giorni, il *Cactus* cloroformizzato continuò a trasudare abbondantemente sopra tutta la sua superficie, i succhi limpidi scorrendo giù in un recipiente dove venivano raccolti e misurati. La paletta trasudante si era rammollita in modo evidente; mentre il colore (più cupo che il verde ordinario) dimostrava il travasamento dei succhi nelle cavità intercellulari. La paletta normale, mantenuta nelle stesse condizioni di temperatura e di umidità, non mutò di colore, nè di consistenza, e non ebbe alcun segno di trasudamento. Le seguenti cifre riassumono i risultati di queste esperienze comparative:

	<i>Cactus</i> normale	<i>Cactus</i> cloroformiz- zato
Peso primitivo della paletta, 25 luglio gr.	224.50	336.00
Peso alla fine dell'esper., 14 agosto "	215.80	257.09
Perdita di peso durante 21 giorni "	8.70	78.91
Perdita di peso, p. % del peso primitivo	3.87 %	23.48 %
Succo raccolto dal 25 luglio al 14 agosto gr.	0.58	67.26
Succo trasudato in 21 giorni, % del peso primitivo "	0.25 %	20.01 %

La paletta cloroformizzata di *Cactus Opuntia* ha emesso durante 21 giorni un quinto del suo peso di succo, mentre la paletta normale ne ha perduto una quantità insignificante, corrispondente a circa $\frac{1}{400}$ del peso pri-

mitivo. A parità di peso primitivo, la paletta cloroformizzata ha perduto nei 21 giorni il sestuplo del peso perduto dalla paletta normale. Il paragone fra le percentuali nella perdita del peso totale e nella perdita di succo, dimostra che la diminuzione di peso dovuta alla traspirazione ed alla respirazione è stata quasi la medesima nelle due palette; la differenza grande sta tutta nel succo trasudato.

Si tratta, anche in questo caso, di trasudamento di *succo*, e non di sola acqua, attraverso tessuti e membrane che nelle usuali condizioni sono molto poco permeabili, tanto all'acqua liquida quanto al vapore acquoso. Infatti, il succo limpidissimo, che le palette di fico d'India trasudano sotto l'influenza del cloroformio, è ricco di sostanze disciolte. In un saggio fatto il 9 agosto, si trovò che 100 cc. del succo trasudato contenevano gr. 2.80 di estratto secco. Il trasudato, di lieve colore paglierino, aveva reazione acidula, senza però dare reazione di acido ossalico e di ossalati, e si dimostrava ricco di glucosio e di altre sostanze riducenti il liquido di Fehling. Il succo trasudato non sarebbe attivo, nè nel saccarificare l'amido, nè nello invertire il saccarosio; ma verso dei cubetti di bianco d'ovo solidificato sembra esercitare una lieve azione disgregante (1).

Delle molte altre prove da me fatte con frutta, con tuberi di patate, con legno fresco, nel quale è attivo il movimento dei succhi, dirò in una prossima comunicazione all'Accademia. Oltrechè con cloroformio e con altri liquidi volatili, non prodotti dalle piante, queste prove furono principalmente fatte sperimentando l'azione di un grande numero di olii essenziali.

I risultati concordano tutti nel dimostrare quanto sia pronta l'azione di queste essenze nel muovere l'acqua attraverso cellule e membrane, nel trasportare enzimi e sostanze solubili, risvegliando azioni enzimiche, mercè le quali vieppiù si accentua e si estende il movimento dei succhi. Necessariamente queste azioni debbono manifestarsi durante la vita normale delle piante: quando nell'interno dei tessuti, come avviene nelle conifere, si genera abbondantemente l'essenza di trementina; e quando in tante e così varie piante si generano altri olii essenziali, differenti per natura e costituzione, ma tutti simili nella capacità di penetrare profondamente nei tessuti, eccitandone prontamente l'attività. Ogni giorno più si estendono oggi le cognizioni sopra i glucosidi; i quali sono nelle piante molto più abbondanti di quanto pochi anni or sono si sospettava. Questi glucosidi, come è noto, sono decomponibili mediante azioni enzimiche; e nel decomporre generano frequentemente sostanze volatili, eccitatrici di movimento nei succhi.

(1) R. Dubois sperimentò con una *Echeveria*, ed osservò il trasudamento sotto l'influenza dell'etere. Debbo dire che queste e le molte altre mie esperienze furono fatte prima che io avessi potuto conoscere le pur troppo dimenticate esperienze di Dubois. L. Guignard accenna ad esperienze fatte da Dubois anche con *Cactus*.

Si viene così delineando una importante cagione di sempre rinnovato movimento dei succhi attraverso i tessuti, nei quali le essenze sono generate, o sui quali le essenze arrivano ad agire. Si manifesta una causa di azioni che cagionando anche impercettibili trapelamenti e trasudamenti, attivano le relazioni fra la pianta e l'esterno.

Si chiarisce sempre più il fatto che non è solo la pianta ad adattarsi all'ambiente; ma che con piccole e continue azioni, la pianta può anche modificare gli ambienti, nei quali deve attingere acqua ed alimenti, agire sopra altri organismi, e difendersi da numerosi e multiformi nemici e concorrenti.

Matematica. — *Sopra una classe di varietà algebriche a tre dimensioni con un gruppo ∞^2 di trasformazioni birazionali in sè.* Nota di GAETANO SCORZA, presentata dal Corrispondente G. CASTELNUOVO.

Circa un anno fa. in seguito a un consiglio del prof. Castelnuovo e alla lettura delle recenti e importantissime Memorie dei prof. Enriques e Severi, Bagnera e De-Franchis sulle superficie iperellittiche (¹), che hanno fatto compiere progressi essenziali alla teoria delle funzioni abeliane di due variabili, mi proposi lo studio delle varietà a tre dimensioni, che ammettono una rappresentazione parametrica per funzioni meromorfe di tre variabili sei volte periodiche. Ben presto, però, le mie ricerche furono interrotte, nè ancora ho potuto riprenderle con calma.

Ma poichè di una parte di esse si può dare facilmente una esposizione indipendente da tutto il resto, non credo inutile pubblicarne qui i risultati: solo che, per non estendermi troppo e, anche, per non ripetere con lievi mutamenti argomentazioni che già si trovano in una delle Memorie suddette, tralascierò tutte quelle dimostrazioni che, da chiunque la conosca, possono essere facilmente ricostruite.

1. Sia V una varietà algebrica a tre dimensioni che ammette un gruppo algebrico continuo doppiamente infinito di trasformazioni birazionali in sè; e a proposito di questo gruppo, che indicheremo con G , supponiamo:

α) che sia abeliano;

(¹) Enriques e Severi, *Memoire sur les surfaces hyperelliptiques* (Acta Mathem., tomi 32 e 33); Bagnera e De Franchis, *Le superficie algebriche ecc.* (Memorie della Soc. it. delle Scienze, detta dei XL, ser. 3^a, tom. 15) e *Le nombre q de M. Picard etc.* (Rend. del Circ. Mat. di Palermo, tom. 30). Di queste ultime due Memorie, la prima, quando occorrerà citarla, sarà indicata con (A).