

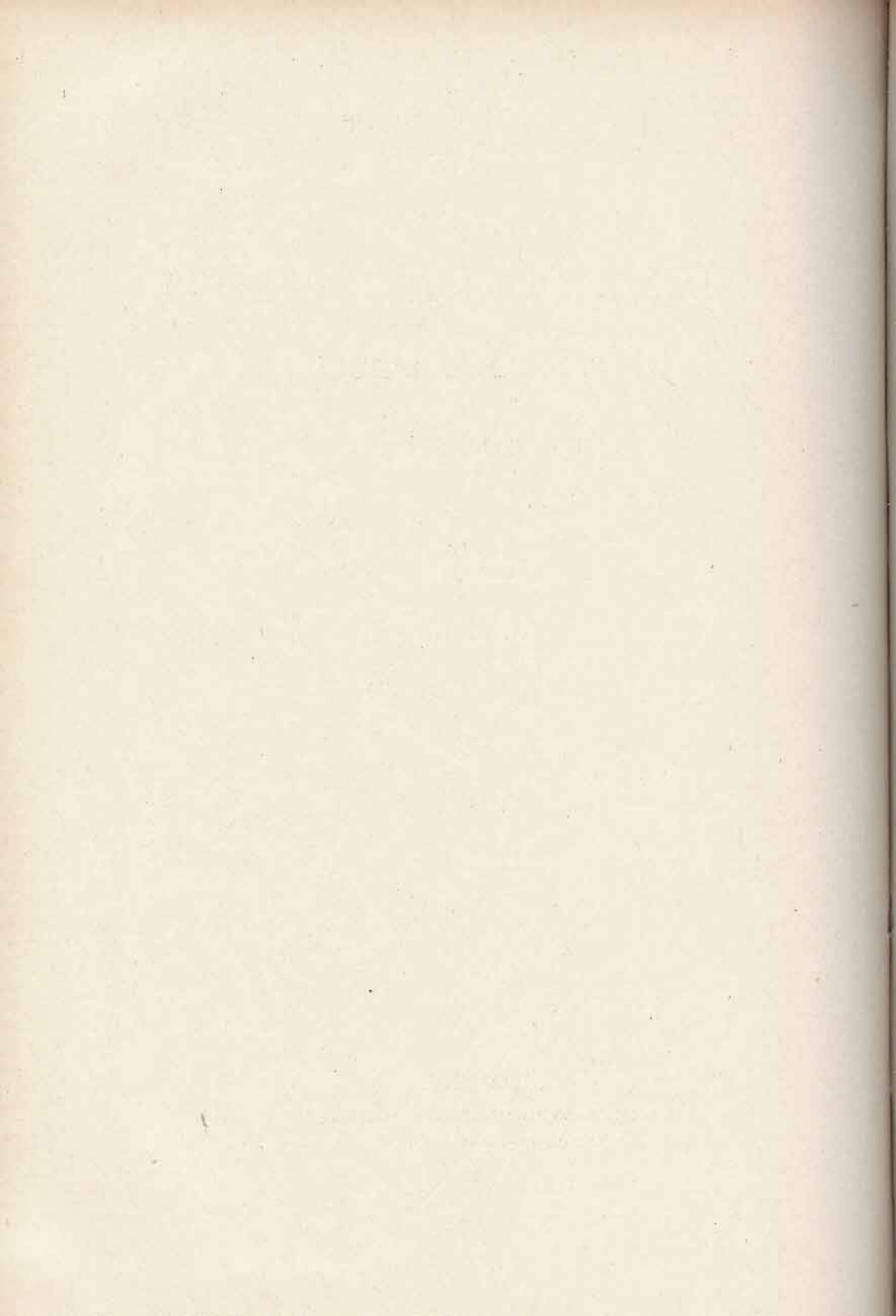
ATTI
DELLA
SOCIETÀ DEI NATURALISTI
E MATEMATICI
DI MODENA

Vol. LXXIII

(XXI della Serie VI)

MODENA
SOCIETÀ TIPOGRAFICA MODENESE
ANTICA TIPOGRAFIA SOLIANI

1942 - XX - XXI



CONSIGLIO DI PRESIDENZA

PER IL BIENNIO 1942-1944

<i>Presidente</i>	NEGODI prof. GIORGIO
<i>Vicepresidenti</i>	{ PIERUCCI prof. MARIANO MAGIERA ing. UBALDO
<i>Segretario</i>	PASQUINI dott. DIEGO
<i>Cassiere</i>	AGGAZZOTTI prof. ALBERTO
<i>Archivista</i>	CHIOSSI dott. ELSA

COMITATO DI REDAZIONE DEGLI « ATTI »

IL PRESIDENTE

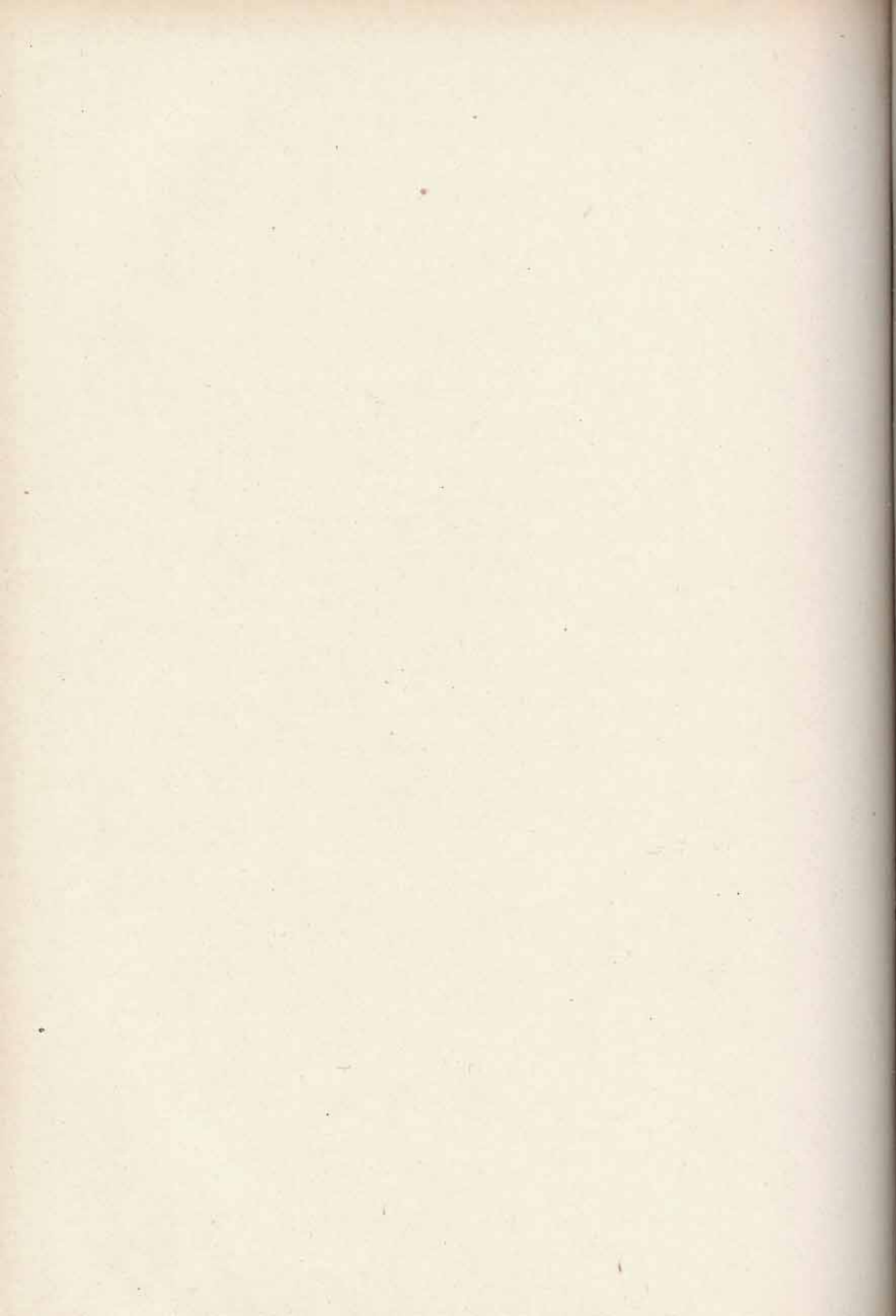
I VICE-PRESIDENTI

AGOSTINELLI prof. CATALDO

ANELLI prof. MARIO

BERLINGOZZI prof. SERGIO

GALLITELLI prof. PAOLO



SOCI ORDINARI

Accardi prof. Vincenzo	Draghetti prof. Alfonso
Aggazzotti prof. Alberto	Favaro prof. Giuseppe
Agostinelli prof. Cataldo	Ferrari Moreni dott. Giovanni
Anderlini dott.ssa Idea	Fontana dott. Ermete
Anelli prof. Mario	Forghieri dott. Luigi
Baccarani dott.ssa Maria	Galli prof. Giuseppe
Baccarani-Pignedoli dott.ssa Valeria	Gallitelli prof. Paolo
Balli prof. Antonio	Garilli prof. Domenico
Balli prof. Ruggero	Gorrieri dott.ssa Laura
Barbanti Silva prof. Luigi	Guareschi prof. Celso
Bentivoglio prof. Tito	Ligabue dott. Livio
Berlingozzi prof. Sergio	Magiera ing. Ubaldo
Bertolani dott. Mario	Malavolti dott. Nando
Bianchi prof. Guido	Manicardi prof. Cesare
Bignardi prof. Carlo	Marchetti Bertolani dott.ssa Daria
Bonacini prof. Carlo	Marchiò dott.ssa Rosanna
Bonacini-Calandra dott.ssa Teresina	Mengoli prof. Vittorio
Brighenti Giulio	Menozi dott. Carlo
Bulgarelli dott. Angelo	Molinari dott. Ugo
Candeli dott.ssa Adele	Montanari dott.ssa Laura
Carruccio prof. Ettore	Montanaro-Gallitelli prof. Eugenia
Cattaneo prof. Antonio	Montessori dott. Pio
Chiossi dott.ssa Elsa	Munerati prof. Ottavio
Ciferri prof. Raffaele	Murer prof. Antonio
Cobau prof. Roberto	Negodi prof. Giorgio
Coppini dott. Nino	Pagliani dott. Nino
Corni dott. Guido	Pantanelli prof. Enrico
Costa dott.ssa Angelina	Parisi prof. Ottavio
Crema prof. Carlo	Pasquini dott. Diego
Cuoghi-Costantini prof. Luigia	Pierucci prof. Mariano
Dallari avv. Luigi	Pignedoli dott. Antonio
Dalla Volta prof. Alessandro	Ponzoni dott. Luigi
De Buoi dott. Luigi	Prati dott.ssa Anna
Dechigi prof. Melchiorre	Reggiani prof. Ermenegildo
De Gaetani prof. Giovannino	Rizzi ing. Antonio
Della Valle ing. Luigi	Roncaglia prof. Gino
De Salis Rodolfo	Ruini dott. Carlo

Sandonnini prof. Carlo
Santoro dott.ssa Antonietta
Schiassi dott.ssa Ermanna
Spada prof. Alberto
Spadoni dott. Felice
Stievano dott.ssa Elisa
Tardini ing. dott. Lorenzo
Teggia dott.ssa Paola
Teodoro prof. Gennaro
Tessaro prof. Lamberto
Tirelli prof. Mario
Tognoli dott.ssa Umbertina
Toni prof. Guido
Trabucchi prof. Emilio
Trenti dott. Federico
Trombara dott. Carlo
Turco dott. Enrico
Vaccari prof. Luigi

Vallisnieri prof. Ercole
Vandelli dott. Italo
Vendramini prof. Renzo
Veronesi dott.ssa Bice
Zamboni dott. Petronio
Zampighi ing. Antonio
Zannini prof. Prospero
Zoboli dott. Luigi

Istituto di Geologia R. Università
Modena
Istituto di Botanica R. Università
Modena
Istituto di Zoologia R. Università
Modena
R. Istituto Tecnico « Jacopo Barozzi »
Modena

PROCESSI VERBALI

DELLE ADUNANZE

Anno 1942 - XX - XXI

Adunanza ordinaria del 3 marzo 1942 - XX

Presidente: prof. Giorgio Negodi.

Sono presenti i soci: prof. L. Barbanti-Silva, prof. T. Bentivoglio, prof. E. Carruccio, prof. A. Cattaneo, A. De Salis, dott. L. Ligabue, rag. F. Malavolti, Laura Montanari, dott. D. Pasquini, prof. M. Pierucci, dott.ssa A. Santoro, Ermanna Schiassi.

Il Presidente commemora il socio prof. Leonardo Martinozzi, capo dell'Ufficio Meteorologico dell'Abania, deceduto durante un volo in servizio di guerra, mettendo in evidenza le alti dote scientifiche e organizzative dello scomparso, che in pochi anni aveva saputo sicuramente affermarsi nel campo della meteorologia teorica ed applicata. Di Esso ricorda anche l'attività svolta come socio della Società dei Naturalisti di Modena alla quale collaborò spesso ed a cui rimase affezionato, per quanto da molti anni non più residente a Modena.

Il prof. Barbanti-Silva si associa alle parole del Presidente.

Vengono poi fatte le seguenti comunicazioni scientifiche:

NEGODI prof. G. — L'effetto di posizione nell'architettura florale e nell'anisofillia.

PIERUCCI prof. M. — Un tentativo di estensione del concetto di numero immaginario e sue eventuali applicazioni.

L'O. introduce una nozione di « ordine » secondo la quale l'unità reale positiva risulta unità di ordine « zero », l'unità immaginaria di ordine « uno »; inoltre vi sono le unità di ordine reale qualunque compreso fra -1 e $+1$. Queste unità affette da un ordine vengono a coincidere coi numeri complessi di modulo unitario.

La via seguita nell'introduzione di tali unità conduce spontaneamente ad una generalizzazione nel campo funzionale e porta a risultati che pos-

sono interessare alcune questioni di fisica teorica, che l'O. ampiamente espone.

Esaurito l'o. d. g. la seduta è tolta.

Adunanza ordinaria del 21 maggio 1942 - XX.

Presidente: prof. Giorgio Negodi.

Sono presenti i soci: prof. G. Bianchi, prof. A. Balli, prof. E. Carruccio, ing. A. Cattaneo, ing. U. Magiera, rag. F. Malavolti, sig.na L. Montanari, prof. A. Murer, dott. D. Pasquini, dott. Ruini, dott.ssa A. Santoro, sig.na E. Schiassi, prof. Tirelli.

Scusano l'assenza il prof. Anelli e la prof.ssa Montanaro-Gallitelli.

Il Presidente comunica che, su richiesta del Ministero dell'Educazione Nazionale, ha disposto l'invio delle ultime 10 annate degli «Atti» sociali all'Istituto per le Relazioni Culturali con l'Estero (Roma) affinché possano essere presentate alla prossima Mostra del Libro Italiano che si terrà a Madrid ed in seguito nelle Mostre analoghe che si terranno in altre capitali europee, ed una copia degli «Atti» delle annate 1940-41 al Governatorato di Zara onde contribuire all'incremento delle Biblioteche della Dalmazia.

Comunica inoltre che la sua richiesta di un sussidio straordinario alla R. Università di Modena è stato accolto ed il Consiglio d'Amministrazione della stessa, ha concesso alla Società un sussidio di L. 500; e di ciò rinnova al Magnifico Rettore i ringraziamenti.

Il Presidente comunica pure che anche la locale Cassa di Risparmio ha concesso il consueto sussidio.

Vengono poi fatte le seguenti comunicazioni scientifiche:

NEGODI prof. G. — Su dei particolari inclusi delle cellule dello strato epidermico dell'antera e dell'ovulo di *Moehringia Tommasinii* March.

NEGODI prof. G. — Il polimorfismo sessuale, i cambiamenti di sesso e loro assetto genetico.

SANTORO dott.ssa A. — Contributo alla conoscenza cariologica delle *Sempervivoideae* (*Crassulaceae*).

PASQUINI dott. D. — Ricerche sull'influenza della compressione atmosferica sulla germinazione dei semi di *Vicia Faba*.

TIRELLI prof. M. — Ricerche sulla pigmentazione della sierosa nell'uovo degli insetti.

TROMBARA dott. C. — Ricerche statistiche sulla longevità in adulti di *Phylosamia ricini* Bsd.

TURCO dott. E. — Determinazioni chimico-fisico-biologiche in uova di uccelli.

BALLI prof. A. — Ricerche chimiche ed istochimiche sui grassi del fegato in *Bufo vulgaris* Laur.

BALLI prof. A. — Ricerche sull'accrescimento postnatale in organi di *Talpa europaea*.

BRIGHENTI G. e MALAVOLTI N. — Sezione del sottosuolo emiliano rilevata durante la perforazione di pozzi.

Magiera ing. U. — Una cura empirica dell'aborto infettivo dei bovini.
Esaurito l'o. d. g. la seduta è tolta.

Adunanza ordinaria del 27 ottobre 1942-XX

Presidente: prof. Giorgio Negodi.

Sono presenti i soci: prof. G. Bianchi, prof. P. Gallitelli, prof. V. Mengoli, prof.ssa E. Montanaro-Gallitelli, dott. D. Pasquini, dott.ssa E. Schiassi, sig. R. De Salis, prof. L. Tessaro, prof. E. Trabucchi, dott. I. Vandelli. Sono pure presenti la sig.na C. Costa e il sig. F. Scaltriti.

Scusano l'assenza i soci: ing. Cattaneo e prof. Garilli.

Il prof. Negodi comunica, fra le vive approvazioni dell'assemblea, che con recente Decreto Ministeriale esso è stato confermato presidente della Società per il biennio 1942-44 e che per lo stesso periodo sono stati nominati vice-presidenti il prof. Mariano Pierucci e l'ing. Ubaldo Magiera.

Il Presidente comunica che la sua domanda di sussidio al Ministero dell'Educazione Nazionale ha avuto esito favorevole, in quanto questi ha concesso alla Società per il corrente anno un sussidio di L. 2000 e che, rendendosi interprete della Società, ha già espresso allo stesso i vivi ringraziamenti. Comunica inoltre che, su richiesta del Ministero dell'Educazione Nazionale, sono state inviate all'Istituto per le Relazioni Culturali con l'Estero, copie delle tre ultime annate degli «Atti» della Società, per la Biblioteca Universitaria della città di Odessa, liberata dal regime bolscevico.

Con le consuete norme di statuto vengono nominati i seguenti nuovi soci: prof. Mengoli Vittorio, dott. Vandelli Italo e dott. Zamboni Petronio presentati dal prof. Negodi e prof. Trabucchi; prof. Vendramini Renzo presentato dal prof. Negodi e prof. Dechigi; e dott. Coppini Dino presentato dal prof. Negodi e dott. Pasquini.

A membri del Consiglio di redazione degli Atti vengono nominati il prof. Cataldo Agostinelli ed il prof. Sergio Berlingozzi.

Vengono poi fatte le seguenti comunicazioni scientifiche:

NEGODI prof. G. — Nuovi studi sull'effetto di posizione nell'architettura florale.

PIGNEDOLI dott. A. — Una espressione riassuntiva non integro-differenziale e non statistico-quantica dei tre Principi della Termodinamica. (Presentata dal Presidente in assenza dell'A.).

PIGNEDOLI dott. A. — Sulla probabilità termodinamica di stato di una massa d'aria. (Presentata dal Presidente in assenza dell'A.).

CATTANEO prof. A. — Determinazioni astronomiche di latitudine, di azimut e di deviazione della verticale, eseguite a Castiglione delle Stiviere,

a Desenzano, a Parma, nell'estate 1942. (Presentata dal Presidente in assenza dell'A.).

CATTANEO prof. A. — Influenza della deviazione della verticale, nelle determinazioni della rifrazione geodetica eseguite con osservazioni zenitali da un solo estremo. (Presentata dal Presidente in assenza dell'A.).

ZAMBONI dott. P. — Le mucine posseggono in grado eminente una « viscosità » di struttura che si può mettere in evidenza mediante un nuovo apparecchio particolarmente adatto per misurare il tempo di deflusso attraverso i capillari di liquidi sollecitati da pressioni diverse. (Presentata dal prof. Trabucchi in assenza dell'A.).

VANDELLI dott. I. — L'attività della sulfamide semplice e di alcuni derivati sulfamidici sullo sviluppo del *Lupinus albus*.

VANDELLI dott. I. e ZAMBONI dott. P. — L'acido paraminobenzoico si può considerare come un'auxina capace di stimolare la produzione di radici. (Presentata dal dott. I. Vandelli).

Esaurito l'o. d. g. la seduta viene tolta.

Adunanza ordinaria del 17 dicembre 1942-XXI.

Presidente: prof. Giorgio Negodi.

Sono presenti i soci: prof. A. Aggazzotti, prof. S. Berlingozzi, prof. G. Bianchi, ing. A. Cattaneo, prof. P. Gallitelli, prof.ssa E. Montanaro-Gallitelli, dott. D. Pasquini, prof. M. Pierucci, dott.ssa A. Santoro, dott.ssa E. Schiassi.

Scusano l'assenza il dott. G. Ruini e il prof. E. Trabucchi.

Colle consuete norme di statuto vengono nominati nuovi soci, il prof. Celso Guareschi e la dott.ssa Adele Candeli presentati dal prof. Negodi e dal prof. Berlingozzi.

Viene accolto il cambio delle pubblicazioni sociali con l'« Archivio Biochimico ».

Il tesoriere prof. Aggazzotti presenta il bilancio consuntivo 1942-XX e il preventivo 1943-XXI. I bilanci vengono passati ai revisori dei conti nominati nei soci prof. G. Bianchi e ing. A. Cattaneo, udite le relazioni dei quali, l'assemblea approva unanimamente entrambi i bilanci.

Vengono poi fatte le seguenti comunicazioni scientifiche:

BERLINGOZZI prof. S. e GARILLI prof. D. — Ricerche sugli aminoacidi rotatori - VIII. Proprietà delle asparagine enantiomorfe. (Presentata dal prof. Berlingozzi).

PIGNEDOLI dott. A. — Su una espressione dei principi della Termodinamica in funzione della lunghezza d'onda di De Broglie. (Presentata dal Presidente in assenza dell'A.).

Durante la seduta il prof. Cattaneo, riprendendo in esame gli argomenti di due sue comunicazioni già presentate nella precedente adunanza, ha fornito ulteriori chiarimenti su di esse.

Esaurito l'o. d. g. la seduta viene tolta.

L'effetto di posizione nell'architettura florale, nell'anisofillia e sue cause ⁽¹⁾

(Riassunto)

Le osservazioni e le esperienze qui esposte sul piano architettonico florale e sull'anisofillia si inquadrano nei principi già da me esposti nelle linee generali in un mio precedente lavoro (1941), su i rapporti tra l'abito morfologico e posizione ed orientamento degli elementi del fiore di fronte alla direzione di gravità e quindi alla direzione dello stimolo geotropico e specialmente sulle cause fisiologiche che reggono questi rapporti, in quanto ho posto in evidenza che essi possono ricondursi agli effetti morfogenetici delle auxine ed ai fattori estrinseci che modificano l'azione morfologica delle stesse. Indico complessivamente queste manifestazioni come « effetto di posizione ».

Le nuove osservazioni ed esperienze fatte su altre specie allo scopo di estendere e convalidare i principi, si possono così riassumere:

Hypochaeris rutilum var. *fulgidum*, *Hemerocallis fulva*, *Agapanthus africanus*, *Clivia miniata*, possiedono un tipo florale analogo, costituito da un perigonio a tepali di grandezza non dissimile a seconda del punto della loro inserzione sull'asse, ma con i filamenti staminali e lo stilo (2), aventi una caratteristica curvatura verso l'alto nel loro terzo più distale, curvatura che interpreto come dovuta ad una distensione alla parte ventrale del filamento staminale e dello stilo, maggiore di quanto lo sia alla parte dorsale e ciò in

(1) Memoria presentata alla Società dei Naturalisti e Matematici di Modena nell'adunanza del 3 marzo 1942. Di questa viene qui pubblicato il riassunto, mentre in esteso viene pubblicata nel periodico « *Medicina e Biologia* ». Roma, 1942.

(2) In *Hemerocallis fulva* lo stilo è diritto sia nei fiori normalmente orientati che in quelli originati da bottoni capovolti. Evidente è invece in questa specie la curvatura degli stami.

conseguenza di una corrente auxinica più intensa in questa parte, in quanto determinata dallo stimolo di gravità. Esperienze compiute facendo sviluppare i fiori da bottoni florali di *Hyppastrum*, *Heimerocallis* e *Clivia* tenuti capovolti nella preantesi e durante l'antesi dimostrano una pronta reazione dei filamenti staminali e dello stilo i quali si curvano verso l'alto (mentre se la curvatura fosse strettamente legata in un tutto unico alla forma del fiore, dovrebbero curvarsi verso il basso) il che dimostra lo stretto ed immediato legame esistente tra curvatura e direzione dello stimolo di gravità, la cui causa è stata sopra ammessa.

In *Clivia nobilis* invece, avente un piano di organizzazione floreale diverso dalle precedenti, vi è per le stesse ragioni una leggera maggiore grandezza dei tepali che, nei fiori inclinati o penduli, vengono a trovarsi inferiormente. In questa specie per la sua particolare conformazione e collocazione floreale non vi sono curvature dei filamenti staminali e dello stilo.

In *Pelargonium ignesens*, a fiori decisamente zigomorfi ed aventi il piano del lembo verticale e peduncolo orizzontale, venne pure esaminata la reazione di curvatura degli stami e dello stilo, mediante lo sviluppo dei bottoni florali in posizione capovolta. L'esperienza dimostra che in ogni caso i filamenti staminali, al secondo giorno di antesi, si curvano verso il basso (dopo essere stati diritti o leggermente curvati verso l'alto al primo giorno dell'antesi maschile) e ciò sia se i fiori sono normalmente orientati che se essi si sono sviluppati in posizione capovolta, per cui la curvatura di essi è in ogni caso intimamente ed immediatamente condizionata dallo stimolo geotropico. Anche in questo caso la curvatura è interpretabile ammettendo una diversità quantitativa nella distensione delle cellule delle parti dorsale e ventrale di questi organi collocati orizzontalmente, e determinata da differenze di intensità della corrente auxinica in queste due parti. Anche in questa specie lo sviluppo dei fiori in posizione capovolta dimostra la pronta reazione degli stami e dello stilo alle nuove condizioni invertite di fronte alla direzione di gravità e la possibilità di un pieno svincolo di queste curvature dal piano morfologico proprio ai fiori normalmente orientati.

L'interpretazione del fatto che i filamenti staminali al primo giorno dell'antesi sono orizzontali o appena leggermente inclinati verso l'alto mentre al secondo giorno della stessa si curvano arditamente verso il basso è possibile ammettendo che al primo giorno, essendo nei filamenti staminali assai forte la quantità di auxina, le differenze di quantità tra la parte dorsale e ventrale di essi non

sono tali da poter indurre una curvatura, viceversa al secondo giorno attenuandosi complessivamente la quantità di auxina, alla parte ventrale per il relativo maggiore afflusso indotto dal fattore geotropico, la quantità di auxina è ancora troppo forte da indurre distensione in essa parte, mentre alla parte dorsale, la quantità di auxina relativamente attenuatasi in confronto alla parte ventrale per effetto geotropico, entra in dose efficace ed è tale da indurre distensione dei tessuti nel settore dorsale, con la conseguenza della caratteristica curvatura degli stami verso il basso. Con un meccanismo analogo, ma invertito, si può interpretare la leggera curvatura dello stilo verso l'alto al secondo giorno di antesi nel fiore di questa specie.

Reazione spiccatissima ed inversione di collocazione dei filamenti staminali e dello stilo, ottenni pure mediante lo sviluppo in posizione capovolta di bottoni florali precoci o tardivi di *Chirita sp.* (Gesneriaceae). In questa specie nei fiori originati da bottoni capovolti, come in quelli originati da bottoni normalmente orientati, i filamenti staminali e lo stilo per una ingente curvatura interessante specialmente la loro parte basale, si orientano in modo da disporsi a contatto della parete superiore del tubo corollare, che corrisponde alla parte di esso terminante nel labbro superiore bilobo dei fiori normali e corrisponde invece alla parte terminante nel labbro trifido dei fiori capovolti (il quale nei fiori normalmente orientati è collocato inferiormente, ma sta di sopra nei capovolti!). L'immediato nuovo orientamento che assumono gli stami e lo stilo nei fiori capovolti è tale da determinare in essi un *tipo florale nuovo* in questa specie.

I processi di curvatura degli stami e dello stilo, di sì immediata reazione geotropica, sono pure in questa specie interpretabili con l'ammissione di una azione unilaterale che determina una diversa quantità di auxina alla parte dorsale e ventrale degli organi orizzontali.

Numerose altre particolarità della morfologia florale dei fiori zigomorfi, completi o parziali e di infiorescenze, nonchè curvature di cassule (*Cerastium*), e particolarità proprie ad interi lignaggi filogenetici anche sistematicamente distanti si possono interpretare nello stesso modo (p. es., *Aristolochia*, *Calceolaria*, *Gesneriaceae*, *Labiatae*, *Scrophulariaceae* ed affini, *Dipsacaceae* ecc.), l'androceo di *Papilionaceae*, di *Cesalpiniaceae*, di *Aesculus*, di *Centranthus*, di *Teucrium orientale*, le curvature dello stilo di *Campanula pyramidalis* ecc. Questi e numerosi altri casi possono esemplificare il principio che

permette così di interpretare svariati tipi di architettura florale anche molto complessi e di rendere interpretabili pure le modificazioni sperimentalmente ottenute spostando la posizione e modificando le condizioni normali di sviluppo dei fiori.

Una brillante interpretazione fisiologica riceve pure l'*anisofillia*, manifesta nei rami orizzontali di molte specie appartenenti a gruppi sistematici diversi (*Broussonetia papyrifera*, *Acer pseudoplatanus*, *Atropa*, *Selaginella*), cioè il fatto che le foglie inserite alla parte ventrale degli assi orizzontali od inclinati sono più grandi di quelle inserite alla parte dorsale di essi, mentre sono eguali negli assi verticali. Anche di questa manifestazione la causa deve essere ricercata nel fatto che per azione geotropica la corrente auxinica è più intensa alla parte ventrale che alla parte dorsale degli organi orizzontali per cui le foglie inserite di sotto si espandono per azione auxinica più di quelle inserite alla parte dorsale.

Anisofillia che finora era stata interpretata in modo finalistico, e cioè come un processo atto a porre le foglie nelle migliori condizioni di illuminazione in modo da non ombreggiarsi reciprocamente, ma che con questa nostra interpretazione trova modo di essere chiarita nei suoi determinanti fisiologici intrinseci.

Questi aspetti florali e fogliari interpretabili come modi di reazione morfo-genetica allo stimolo geotropico, possono venire considerati anche come il possibile effetto di azioni geo-elettriche, svincolando così queste reazioni da una diretta azione gravitazionale, ma riconducendole allo stato elettrico della terra. Per i dettagli di questa ipotesi, vedasi la nostra memoria in esteso.

Istituto Botanico della R. Università. di Modena, ottobre 1941 - XX

BIBLIOGRAFIA

- NEGODI G., *Azione dell'eteroauxina sugli organi florali*. « Rivista di Biologia », vol. XXX, pp. 1-19, 1940 (Estratto).
- *Piano di organizzazione florale, stimolo geotropico ed auxine*. « Atti della Soc. Nat. e Mat., di Modena », vol. LXXII, pp. febbraio 1941.
 - *L'effetto di posizione nell'architettura florale, nell'anisofillia e sue cause*. « Medicina e Biologia », pp. 1-30 con fig., Roma, 1942.

Su dei contenuti delle cellule epidermiche dell'antera e dell'ovulo di *Moehringia Tommasinii* March. ⁽¹⁾

Le cellule esterne della parete dell'antera di *Moehringia Tommasinii* March., specie endemica dell'Istria, contengono delle sostanze particolari, che su materiale (2) fissato in Carnoy (o meglio in Bouin) e trattate con l'ematossilina ferrica Heidenhain, si colorano vivacemente in nero ed assumono per lo più l'aspetto di corpi rotondati di varia grandezza, situati nel vacuolo, dove talora nello stesso sembrano fondersi e costituire un unico grande corpo centrale.

Detti corpi, si trovano così formati nelle cellule epidermiche dell'antera il cui tessuto sporigeno abbia superato la fase di meiosi e persistono fino alla fase di deiscenza dell'antera ed alla caduta di questa; in fasi più precoci il contenuto di queste cellule si presenta come una massa alveolata nel vacuolo, tanto da fare l'impressione che originariamente essa sia fluida, allo stato colloidale, e di avere assunto la struttura alveolato-spugnosa in conseguenza della fissazione. Anche in questa fase il contenuto alveolato si colora in nero con l'ematossilina ferrica.

In fasi più avanzate queste si riuniscono nelle masse sferoidali sopra descritte, di cui alcune anche nella stessa cellula, sono numerose e più piccole o di varia grandezza ed altre grandi ed uniche nel vacuolo centrale. Quasi tutte le cellule epidermiche dell'antera ne sono provviste.

Detti corpi endocellulari sono quindi resistenti ai fissativi su indicati e resistenti quindi ai solventi organici (alcool 97, solvente R, xilolo) usati per l'inclusione ed al lavaggio successivo in acqua.

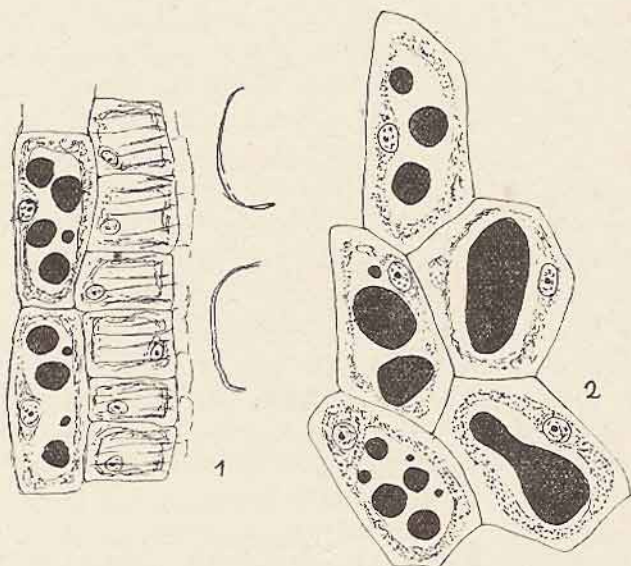
(1) Nota presentata alla Società dei Naturalisti e Matematici di Modena nell'adunanza del 21 maggio 1942.

(2) Esso venne da me raccolto e preparato nel 1939 da pianta coltivata nel Civico Orto Botanico di Trieste, ivi trapiantata dalla classica località di Ospio.

Con la tionina e con il violetto di cresile, essi assumono, su materiale fissato in Carnoy od in Bouin, una viva colorazione blu-azzurra.

Per la scarsità del materiale, oltre a queste colorazioni, altre non furono provate. Ma è anzitutto da escludere che questi contenuti abbiano un carattere cromotropo, per la colorazione azzurra da essi assunta con i coloranti metacromatici e devesi quindi escludere che essi siano costituiti da quel tipo di mucillagini che sono cromotrope per questi coloranti (Lison).

Si potrebbe prospettare che essi sieno costituiti da sostanze tanniche. Però queste sono generalmente solubili e non sono più rintracciabili nel materiale fissato come sopra e manipolato per l'inclusione.



1. - Sezione trasversale della parete dell'antera di *Moehringia Tommasinii*, con le cellule epidermiche a contenuti endovacuolari sferici; sotto a queste vi sono le cellule dello stato fibroso.
2. - Le stesse cellule epidermiche viste dalla superficie esterna.

Così per esempio, in prove da me compiute su i contenuti tannici delle cellule delle foglie di *Citrus* e *Ptelea*, dove si trovano in quantità notevoli e sono facilmente rilevabili su materiale fresco, con i sali di ferro con i quali precipitano in azzurro-nerastro o con il bicromato potassico con il quale precipitano in rosso-bruno, non sono più rintracciabili su materiale fissato, in quanto vengono

asportati con la fissazione a mezzo del Carnoy e successivi lavaggi in alcool 95 ed acqua.

Data la colorazione azzurra che i contenuti endocellulari dell'epidermide dell'antera di *Moehringia Tommasinii*, assumono (in ambiente neutro quale è quello delle sezioni fissate e lavate con acqua distillata) con il violetto di cresile e la tionina, colorazione che, specialmente con il primo, indizia la presenza di sostanze fenoliche (in senso largo), è quindi probabile che essi sieno costituiti da sostanze particolari complesse a componente fenolico, non suscettibili di essere asportate dall'alcool esistente nel Carnoy e dai vari solventi organici (solvente R, xilolo) usati nei passaggi necessari per l'inclusione.

L'ascrizione di detti contenuti a questo gruppo di sostanze, per la definizione più precisa delle quali sono tuttavia necessarie delle altre ricerche, verrebbe pure sostenuta dal fatto che detti corpi endovacuolari, sono stati, come si dirà più sotto, da me riscontrati anche nella parete dell'ovulo adulto e devono persistere anche nel tegumento del seme, tessuto in cui in altre Caryophyllaceae (intese in senso largo, inchiudenti cioè le Sileneae e le Alsineae) furono riscontrate (cfr. Netolitzky) sostanze che furono ascritte ai floroglucotannoidi.

Ulteriori indagini più approfondite mi riservo di compiere su questi contenuti dell'antera di *Moehringia Tommasinii*, appena mi sarà possibile avere dell'altro materiale.

Osservo inoltre che essi si trovano anche nel tegumento esterno dell'ovulo di questa specie dove si presentano con aspetto analogo a quello con cui si presentano nella parete dell'antera, assumendo cioè (su materiale fissato) nelle fasi più precoci dello sviluppo dell'ovulo l'aspetto diffuso alveolato, nelle fasi più avanzate e particolarmente nell'ovulo adulto quello di masse compatte sferoidali numerose e di varia statura od anche poche od una grande soltanto.

Va segnalato che questi corpi presenti nelle cellule della parete dell'antera nella *Moehringia Tommasinii* non furono da me riscontrati invece (su materiale fissato nello stesso modo e sottoposto a simile tecnica d'inclusione) in *Moehringia muscosa* ed in *Moehringia trinervia* subsp. *pentandra*.

BIBLIOGRAFIA

- CZAPEK F. — *Biochemie der Pflanzen* Bd. II, Jena, 1905.
- GUILLIERMOND A., MANGENOT G. e PLANTEFOL L. — *Traité de Cytologie végétale*. Paris, p. 318 e pp. 589-593. 1933.
- MOLISCH H. — *Mikrochemie der Pflanze*. Jena, 1923.
- NEGODI G. — *Tipi di concrezioni delle cellule del tappeto*. Archivio Botanico, vol. XIV fasc 2, pp 95-106. 1938.
- NETOLITZKY F. — *Anatomie der Angiospermen-Samen*. Berlin, pp. 115-117. 1926.
-

Ricerche sulla pigmentazione della sierosa nell'uovo degli insetti

Le presenti ricerche fanno parte del complesso di indagini che da tempo proseguiamo sulla fisiologia degli Insetti (Cfr. bibliografia).

Fattori che determinano il colore delle uova degli Insetti. — Le uova degli insetti presentano colorazioni molto varie, i fattori che le determinano possono tuttavia ridursi a tre.

1) *Colore del vitello.* — I pigmenti vitellini, quando vi sono, per lo più derivano passivamente dall'alimento degli insetti e passano dal corpo della madre all'uovo, durante la vitellogenesi. Tipico il caso del baco da seta (studiato da IUCCI e da altri), le cui uova hanno un vitello più o meno giallo per la presenza di pigmenti di origine fogliare, derivanti dal gelso (carotinoidi). Il colore del vitello appare per trasparenza e fa quasi da sfondo al colore della sierosa e del guscio.

2) *Colore della sierosa,* determinato da granuli di pigmento che si originano nelle cellule stesse della sierosa. Torneremo più a lungo su tale fattore.

3) *Colore del guscio.* — Il guscio può avere o un colore proprio avendo incorporato delle sostanze coloranti che spesso derivano dall'emolinfa della femmina, o può modificare, col suo spessore o con particolari strutture della sua superficie (colori di interferenza) il colore complessivo dell'uovo, quale risulta dai due fattori precedenti.

Nel presente lavoro prenderemo in particolare considerazione la colorazione della sierosa.

Pigmentazione della sierosa. — La sierosa è una struttura embrionale che si forma nelle uova fecondate o comunque in via di sviluppo e che è costituita da uno strato continuo di cellule appiattite che avvolge tutto l'uovo e che trovasi immediatamente sotto il guscio e la membrana vitellina. Dette cellule possono for-

mare, nel loro interno, dei granuli di pigmento. Ciò che sinora non ha troppo fermato l'attenzione degli entomologi è che il processo di pigmentogenesi della sierosa avviene in modo simile in un gran numero di uova di Insetti, come risulta da osservazioni personali e dalla letteratura.

I granuli di pigmento della sierosa, appena formati presentano un colorito giallo pallido, che poi, a poco a poco, diviene giallo-roseo, poi roseo, poi rosso, rosso-bruno, rosso-bruno-scuro per giungere infine ad assumere una tinta marrone o bruno-seura.

Nell'ova di un insetto, per es. del *Bombyx mori*, si possono distinguere al microscopio i granuli pigmentogeni, che appaiono come corpiccioli refragenti, prima ancora che abbia inizio il processo di colorazione della sierosa. Questi corpiccioli poi, a poco a poco, passano successivamente per le diverse fasi di colorazione che abbiamo indicate e che sono state descritte, per il *Bombyx mori*, da vari AA. (GRANDORI, TEODORO, VERNON, ecc.). Dobbiamo subito fare osservare che, mentre a pigmentogenesi della sierosa ultimata i granuli della sierosa sono di color bruno, le uova *in toto* appaiono grige o grigio-verdastre, colore, questo, che deriva appunto alla somma della colorazione del tuorlo, della sierosa e del guscio. Questo avviene nel *Bombyx mori* e fenomeni analoghi si verificano in altre specie.

La pigmentogenesi della sierosa presenta, quindi, una successione di fasi cromatiche; i granuli di pigmento della sierosa, prima di assumere il colore bruno che possiamo chiamare definitivo, passano per una successione di colorazioni diverse, via via più scure, dal giallo al rosso, al bruno. Tale processo non è completo nelle uova di tutte le specie. Ma a seconda delle specie si può osservare che il processo di pigmentogenesi si arresta in fase più o meno avanzata così che i granuli della sierosa restano colorati o in giallo, o in arancio, o in rosso, o in bruno. In natura si trovano uova di varie specie di insetti la cui sierosa presenta tutte queste sfumature di colore. Si potrebbe pensare che si tratta, quindi, di colori diversi, mentre trattasi, in sostanza, del medesimo processo di pigmentazione che, come già detto, si arresta a fasi più o meno avanzate. Le fasi di colorazione della sierosa: gialla, rosea, rossa, bruno-rossa che nelle uova del baco da seta e di altre specie sono fasi labili, di passaggio, rappresentano invece le fasi stabili, finali, nella colorazione della sierosa di altre specie.

Perchè si verificano questi arresti nella pigmentogenesi della sierosa?

Se inibiamo la respirazione delle uova del baco da seta, prima che la sierosa abbia raggiunto la fase finale di colorazione, verniciando le uova con olio di vaselina o immergendole in acqua bollita, vediamo che la colorazione della sierosa si arresta nella fase raggiunta al momento in cui viene inibita la respirazione dell'uovo, o progredisce appena di poco. Le uova però, mantenute a lungo fuori del contatto con l'O₂, muoiono, così che non può dirsi con sicurezza se è la mancanza di ossigeno a determinare l'arresto della pigmentogenesi o se è la morte dell'uovo, prodotta da mancanza di ossigeno, ad alterare il processo di pigmentogenesi. Se però togliamo le uova dall'acqua bollita dopo 2-3 giorni di immersione, la pigmentogenesi della sierosa riprende e giunge, in alcune uova che schiudono, sino alla fase finale, normale. Uno dei fattori che determinano la pigmentogenesi della sierosa, con la successione di fasi già descritta, è la presenza di O₂. La mancanza prolungata di O₂ determina un arresto della pigmentogenesi, seguito da morte dell'uovo; una mancanza temporanea agisce solo provocando un arresto temporaneo della pigmentogenesi.

In condizioni naturali, tuttavia, non può essere la mancanza di O₂ che determina l'arresto della pigmentogenesi in fasi più o meno avanzate. Quali altri fattori entrano quindi in gioco in questo processo?

Differenze nella pigmentogenesi della sierosa secondo la razza.

— Abbiamo accennato al fatto che, in specie di insetti diversi, la pigmentogenesi della sierosa procede in modo diverso; fatto simile si verifica in razze diverse di una stessa specie.

Nel baco da seta la pigmentogenesi della sierosa giunge sino alla colorazione bruna dei granuli, ma questo si verifica nelle uova delle razze monovoltine e nelle uova della generazione autunnale delle razze bivoltine. Le uova della generazione estiva delle razze bivoltine, e le uova polivoltine restano gialle (colore del tuorlo) perchè la sierosa non si pigmenta, benchè si possano osservare, in alcuni casi, i granuli pigmentogeni come corpiccioli refrangenti. Queste uova schiudono estemporaneamente, senza la lunga diapausa caratteristica delle razze monovoltine e della generazione autunnale delle bivoltine.

Per mutazione sono state ottenute razze monovoltine, con sierosa non pigmentata. Queste uova appaiono gialle, furono osservate saltuariamente da vari AA., meglio descritte dalla TONON e fatte oggetto di più approfondito studio dallo scrivente. Nelle cellule della sierosa di queste uova si possono scorgere, talvolta, i granuli

pigmentogeni, che restano alla fase di corpuscoli refrangenti, incolori o giallo-pallidi. Accanto a queste razze, vi sono altre razze di bachi da seta, la cui sierosa diviene rosea o rossa o rosso-bruna. Queste razze sono state ottenute per mutazione e sono tuttora oggetto di studio da parte nostra. In queste razze si inizia un normale processo di pigmentazione della sierosa, ma tale processo si arresta senza raggiungere la fase finale, bruna, cui giungono le uova monovoltine normali. Abbiamo potuto ottenere, e in parte selezionare, razze che presentano colorazioni della sierosa da rosa pallido a rosso-bruno e che rappresentano, in modo stabile, le stesse fasi di colorazione che, per le uova monovoltine normali, sono fasi passeggera, labili.

Anche in questo caso l'arresto della pigmentogenesi non può essere dovuto a deficienza di ossigeno. Nelle uova con sierosa non colorata i granuli pigmentogeni si vedono, seppure con qualche difficoltà; nelle uova con sierosa rosea o rossa o rosso-bruno o color eosina i granuli pigmentogeni esistono indubbiamente, manca tuttavia qualche cosa che impedisce ad essi di raggiungere, attraverso i successivi viraggi di colore, la fase ultima: marrone o bruna.

Se incrociamo una femmina appartenente a razza con sierosa non colorata con un maschio di razza normale, le uova deposte presentano colorazione che va dal roseo al brunastro (1). Ciò dimostra che lo spermatozoo ha portato, nell'uovo con sierosa non colorata, quel terzo fattore che, in concomitanza con l'ossigeno e con la sostanza pigmentogena determina la pigmentogenesi della sierosa.

(1) Questo fenomeno dimostra che l'elemento paterno può manifestare la sua azione in una fase molto precoce dello sviluppo embrionale. Nelle prime fasi dello sviluppo del baco da seta, l'azione dell'elemento paterno viene di regola mascherata dalla "azione di massa", dell'uovo. La cospicua quantità dei materiali vitellini, di origine materna, fa sì che l'azione dello spermatozoo, anche se geneticamente prevalente, non possa risultare evidente. Questo speciale tipo di eredità matroclina è stato illustrato da vari AA., e specialmente dallo Iucci che appunto, studiando i pigmenti vitellini delle uova, nota come non si possa mettere in evidenza, nella fase embrionale, l'azione dello spermio ma bisogna giungere alla seconda età larvale, almeno, perchè l'eredità matroclina passiva — dovuta cioè alla semplice presenza dei materiali vitellini — sia esaurita. Alla seconda età larvale, infatti, la capacità di accrescimento indica il prevalere dell'elemento paterno. L'incrocio tra femmina di razza con sierosa scolorata e maschio normale, indica invece che l'elemento paterno può esplicare una azione, che appare manifesta e anche misurabile, sin dai primissimi stadi embrionali.

Questo fattore non può essere che di natura enzimatica. La massa piccolissima dello spermatozoo esclude infatti che esso possa apportare una sostanza pigmentogena, la quale, del resto, è già presente nelle uova con sierosa scolorata in quanto i granuli pigmentogeni possono vedersi, pur con qualche difficoltà. Non si può stabilire se lo spermatozoo porti con sé direttamente l'enzima oppure rechi un fattore la cui azione determini la rapida formazione dell'enzima, nell'uovo.

Si può comunque affermare che la pigmentogenesi della sierosa ha luogo in presenza di tre fattori: ossigeno + pigmentogeno + enzima. Il normale processo di pigmentogenesi, con la descritta successione di fasi cromatiche, ha luogo quando sono presenti questi tre fattori; tuttavia deve ammettersi che l'azione dell'enzima possa risultare variabile per differenze quantitative o qualitative, così da determinare l'arresto della pigmentogenesi in fase più o meno avanzata (1) in diverse specie o in diverse razze di una stessa specie.

RIASSUNTO.

La pigmentazione della sierosa degli Insetti è determinata da granuli che, dapprima incolori e refrangenti, divengono gialli, rosei, rossi, rosso scuri, rosso bruno, bruni. In alcune specie la pigmentogenesi presenta tutta la successione di fasi cromatiche descritta; in altre specie invece la pigmentogenesi si arresta in una fase di colorazione più o meno avanzata. Vi sono specie (come il *Bombyx mori*) che presentano razze con pigmentogenesi completa e razze con pigmentogenesi incompleta. Comunque, dalle numerose osservazioni personali e dai dati della letteratura, ci sembra di poter asserire che l'apparente diversità del colore della sierosa di uova

(1) Esiste una correlazione fra la pigmentazione della sierosa e la pigmentazione di altri organi dell'insetto: per es. dei gangli nervosi e degli occhi.

Specialmente per quanto riguarda la pigmentazione degli occhi abbiamo ottenuto tutta una serie di mutazioni che ricordano quelle studiate da MORGAN sulla *Drosophila* e dal KÜHN sulla *Ephestia kuehniella* Z.

Abbiamo ottenuto farfalle con occhi di colore bianco, avorio, paglia, rosa, eosina, rosso, rosso scuro, bruno.

Le indagini in questo interessante campo proseguono.

di specie e di razze diverse, derivi in sostanza da un meccanismo unico. Si tratta di fasi diverse di uno stesso fenomeno.

Tre fattori determinano la pigmentogenesi nella sierosa: una sostanza pigmentogena, l'ossigeno e un enzima, che può venir portato dallo spermatozoo o la cui formazione può venire suscitata dallo spermatozoo. L'azione di questo enzima tuttavia sembra possa variare d'intensità

La colorazione della sierosa, nel *Bombyx mori*, si dimostra correlata con la colorazione di altri organi, nella larva e nell'adulto.

AUTORI CITATI

- 1924 — GRANDORI R. — Il filugello e le industrie bacologiche, Milano, Ed. Trevisini.
- 1930 — IUCCI C. — Sui pigmenti delle uova dei bachi da seta. « Boll. Soc. It. Biol. sper. » Vol. V.
- 1932 — ID. — Ulteriori ricerche sul pigmento dei bachi da seta di razza verde giapponese. Ibidem, 7, (2).
- 1932 — ID. — Nuove ricerche sui pigmenti dei bozzoli e delle uova in varie razze di bachi da seta. I flavoni. Ibidem, 7, (5).
- 1934 — KÜHN A. — Genetische und entwicklungsphysiologische untersuchungen an *Ephestia kuehniella*. Z. « Zt. Ind. Abst. Vererbunsl. » LXVII
- 1937 — ID. e PLAGGE E. — Prädetermination der Raupenaugepigmentierung bei *Ephestia kuehniella* Z. durch den Genotypus der Mutter und artfremde Implantate. « Biol. Zentrbl. » LVII.
- 1926 — MORGAN T. H. — The theory of the gene. New Haven. (tradotta in italiano da Olivo).
- 1929 — TEODORO G. — Sulla colorazione delle uova del *Bombyx mori*. « Boll. Zool. » 2, (1), 33.
- 1931 — ID. — Sulla natura del pigmento della sierosa delle uova del *Bombyx mori*. « Boll. R. Ztaz. Gels. Bachic. » Ascoli-Piceno, 10, N. 2-3.
- 1932 — ID. — Pigmentogenesi nell'uovo del *Bombyx mori* L. « Boll. Zool. » 3, (1-2), 93.
- 1929 — TIRELLI M. — Fisiologia degli Insetti. Fenomeni chimici e chimico-fisici nell'uovo del *Bombyx mori* L., viscosità, stratificazione, struttura e funzione delle sfere vitelline. « Atti Pont. Acc. Nuovi Lincei », Anno 82°, pag. 123,
- 1931 — ID. — Aumento di viscosità del succo delle uova di *Bombyx mori* L. in seguito a riscaldamento, « Zt. f. vergl. Physiol. » 14, (4), 737.
- 1931 — ID. — Il comportamento del glicogeno nelle uova del *Bombyx mori* L. durante lo sviluppo embrionale. « Zt. f. vergl. Physiol. » 15, (1), 148.
- 1931 — ID. — Le dimensioni delle cellule vitelline negli incroci del *Bombyx mori* L. « Boll. Mus. Zool. » e « An. Comp. R. Univ. » Genova, Vol. II. n. 48.
- 1934 — ID. — Studi su alcuni fenomeni fisiologici nelle uova ibride del *Bombyx mori* L. « Zool. Jahrb. Abt. Physiol. » 53, (3), 367.
- 1934 — ID. — Spostamento del pigmento nelle cellule della sierosa durante lo sviluppo embrionale del *Bombyx mori* L. « Boll. di Zool. » 5, (5), 163

- 1936 — ID. — Studi sulla fisiologia dell'uovo negli Insetti. Influenza delle radiazioni mitogeniche sulle uova del *Bombyx mori* L. « Arch. Sc. Biol. » 22, (4), 327.
- 1939 — ID. Caracteres morfológicos y propiedades fisiológicas de la serosa de los huevos de los insectos: *Bombyx mori* L. « Memorias de la Soc. cubana Hist. Nat. » 13, (3), 177.
- 1929 — TONON A. — Sulla colorazione anormale che possono presentare le uova del filugello « Industrie Bacol. » 3, (2), e « Ann. R. Staz. Bacol. » Padova, 46, pag. 263.
- 1917 — VERSEN E. — Il filugello e l'arte di governarlo, Milano, Ed. S. Ed. Lobr.
-

Ricerche statistiche sulla longevità in adulti di *Phylosamia ricini* Bsd. (*)

Mentre sulla longevità in adulti di *Bombyx mori* L. sono state eseguite ricerche specialmente allo scopo di conoscere i rapporti tra la longevità degli animali e la sanità delle uova deposte, non mi consta che siano stati fatti studi sulla durata della vita di *Phylosamia ricini* Bsd.

L'argomento presenta un certo interesse, poichè si è del parere (3), se la convenienza lo permette, di allevare *Phylosamia ricini* nelle nostre terre d'Africa per la produzione della seta.

A scopo di confronto con i dati da me raccolti, cito un lavoro di Balli (1) in cui viene trattata la longevità di *Bombyx mori*.

Lo scopo delle presenti ricerche è stato quello di studiare la longevità in *Phylosamia ricini* non solo in rapporto al sesso, ma anche in rapporto al peso degli animali. I dati che riporto oltre che essere interessanti dal lato scientifico, possono essere di utilità per l'allevatore, qualora volesse lui stesso, per esigenze tecniche, provvedere agli accoppiamenti.

Sulla durata della vita di un borbice, il *Bombyx mori*, in base al peso degli individui, ha per primo fatto ricerche Balli (2), il quale ha notato una tendenza al prolungarsi della vita nell'uno e nell'altro sesso, col crescere del peso degli animali allo sfarfallamento. Ho voluto accertarmi, servendomi del calcolo statistico, se tale comportamento si riscontra anche nella specie da me considerata.

Ho studiato 83 maschi e 75 femmine, allevati nel trascorso anno (1941) in provincia di Parma. Le larve sono state alimentate con foglia di ricino. La temperatura dell'ambiente in cui sono stati tenuti gli animali durante il periodo propriamente detto delle

(*) Dall'Istituto di Zoologia e Anatomia comparata della R. Università di Parma (Direttore inc. prof. A. Balli).

ricerche (dal 24 settembre al 25 novembre e cioè dallo sfarfallamento alla morte degli animali) ha oscillato tra gli 11° ed i 18° C., con una media di circa 15° C. L'umidità relativa, misurata col psicometro, si è aggirata costantemente intorno ai 60 gradi.

Le larve sono state pesate a maturità una ad una e mantenute sino allo sfarfallamento ognuna in una celletta di carta. Verso la fine della metamorfosi imaginale ho tagliato i bozzoli per non ritardare l'uscita della farfalla dal bozzolo stesso; il che avrebbe apportato variazioni ai miei risultati. Di ogni individuo ho tenuto evidentemente nota, oltre che del peso allo stato di larva a maturità, anche del giorno dello sfarfallamento e di quello della sua morte.

Ai dati grezzi, che non riporto per economia di spazio, ho applicato il metodo statistico, per il calcolo della media aritmetica e del suo errore probabile e dello scarto quadratico medio, distribuendo le osservazioni in classi dal modulo corrispondente ad un giorno di longevità degli individui. Per studiare l'influenza del peso degli animali sulla longevità, ho separato maschi e femmine in gruppi secondo il peso crescente del loro corpo.

I dati ottenuti sono pertanto i seguenti:

Maschi

1° gruppo: N° individui = 39	Longevità media = giorni $10,7 \pm 0,36$
2° » : » = 21	» » = » $12,4 \pm 0,52$
3° » : » = 23	» » = » $13,1 \pm 0,69$
TOTALE : » = 83	» » = » $11,8 \pm 0,29$

Femmine

1° gruppo: N° individui = 14	Longevità media = giorni $8,3 \pm 0,60$
2° » : » = 32	» » = » $8,8 \pm 0,37$
3° » : » = 29	» » = » $12,9 \pm 0,63$
TOTALE : » = 75	» » = » $10,3 \pm 0,35$

Dall'esame di questi dati appare che la longevità cresce in maschi e femmine col crescere del peso degli individui e che i maschi sono più longevi delle femmine. Il calcolo della differenza tra medie conferma quanto sopra; tuttavia le differenze tra le medie, in giorni di vita, dei diversi gruppi non sono tutte statisticamente significative. Nei maschi, infatti, mentre è statisticamente significativa la differenza fra le longevità medie del 1° e 3° gruppo, non è significativa la differenza tra le medie del 1° e del 2° e quella tra le medie del 2° e del 3°. Nelle femmine non risulta significativa la differenza fra le medie del 1° e del 2° gruppo;

mentre significativa appare invece la differenza tra le medie del 1° e del 3° gruppo e la differenza tra le medie del 2° e 3°. Significativa è in ogni modo la differenza tra la media dell'insieme dei maschi e la media dell'insieme delle femmine.

Come controllo, ho applicato gli stessi calcoli agli animali suddivisi in gruppi secondo la longevità crescente. Il numero degli animali facenti parte dei singoli gruppi è lo stesso di quello considerato in precedenza per lo studio della longevità partendo dal peso dell'animale.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

Maschi

1° gruppo:	Peso medio	=	mg. 2244	±	16,9
2° »	:	»	»	=	» 2666 ± 24,2
3° »	:	»	»	=	» 3398 ± 36,7
TOTALE	:	»	»	=	» 2671 ± 37,5

Femmine

1° gruppo:	Peso medio	=	mg. 2275	±	31,5
2° »	:	»	»	=	» 2723 ± 16,3
3° »	:	»	»	=	» 3418 ± 52,3
TOTALE	:	»	»	=	» 2908 ± 38,5

Ho applicato il calcolo della differenza tra medie a questi pesi ed ho ottenuto la conferma di una longevità maggiore da parte degli animali più pesanti. Infatti, più di quanto non mi sia stato possibile mettere precedentemente in evidenza, ho rilevato che le medie in peso sono in ogni caso statisticamente diverse fra loro per individui, tanto maschi che femmine, facenti parte dei diversi gruppi.

Concludo affermando che la longevità in *Phylosamia ricini* dipende, oltre che dal sesso, per cui i maschi sono più longevi delle femmine, anche dal peso degli animali, in quanto quelli di maggiori dimensioni hanno tendenza a vivere più a lungo. Metto questa mia ultima considerazione in rapporto con la robustezza degli individui, quantunque io abbia notato che pur essendo stata in alcuni casi riscontrata una differenza statisticamente significativa tra le medie in peso di due gruppi di animali, tuttavia non è risultata statisticamente significativa la differenza fra le longevità medie degli stessi gruppi.

RIASSUNTO

L' A. ha studiato, con l'applicazione del metodo statistico, la longevità in *Phylosamia ricini* Bsd., mettendola in relazione al sesso ed al peso degli animali.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BALLI A. — Longevità e perdita in peso negli adulti di *Bombyx mori* L. « Mem. Soc. Entom. Ital. », Vol. XVI, 1938.
 - (2) — Osservazioni biologiche sull'adulto di *Bombyx mori* L. Comunicata alla « Soc. dei Nat. e Matem. », Modena, nella seduta del 16 giugno 1939.
 - (3) POMINI F. — Studi morfologici sullo sviluppo postembrionale di *Phylosamia ricini* Bsd. « Arch. Zool. », Vol. XXIX, 1941.
-

DOTT. ENRICO TURCO

(ASSISTENTE VOL.)

Determinazioni chimico-fisico-biologiche in uova di uccelli (Nota IV) (*)

Come continuazione a ricerche da me in precedenza eseguite (2, 3, 4) su uova di uccelli domestici, rendo noti i risultati ottenuti in uova di un uccello selvatico (l'anitra selvatica) e di un incrocio tra la forma selvatica ed una domestica (anitra selvatica X anitra domestica).

Mi è parso interessante mettere a confronto animali che, qualunque appartenenti alla stessa specie, differiscono fra loro sotto molteplici aspetti, quali sono principalmente l'origine, il genere di vita, l'alimentazione.

Le ricerche sono state eseguite su uova deposte in primavera, nell'aprile di quest'anno

Le uova di anitra selvatica provengono in parte (le prime 9 della tabella) da Coltaro in provincia di Parma e le altre (le ultime 4) da Novellara in provincia di Reggio Emilia. Pure le 3 uova dell'incrocio provengono da quest'ultima località. Tutte sono state studiate ad un massimo di circa 8 giorni dalla deposizione.

Le prime 9 uova della provincia di Parma sono state deposte da femmine del passo; le altre 4 di provenienza reggiana sono state deposte da femmine di recente cattura e allevate come richiamo per la caccia. Queste ultime 4 si possono pertanto considerare deposte da femmine viventi nelle stesse condizioni delle prime in quanto vengono tenute libere continuamente (le ali evidentemente sono state loro tagliate per impedirne la fuga). Tale genere di vita, d'altronde, permette loro di cibarsi nelle condizioni naturali.

Anche per queste mie ricerche ho seguito gli stessi metodi di determinazione e mi sono servito degli stessi apparecchi descritti nelle mie precedenti note.

Riporto nella tabella che segue i risultati ottenuti.

(*) Dall'Istituto di Zoologia e Anatomia comparata della R. Università di Parma (Direttore inc. prof. A. Balli).

Specie e N. ^o campione	Temperatura	Volume cc.	P e s o g.							album
			totale	guscio	guscio %	albume	albume %	tuorlo	tuorlo %	
Anitra selvatica										
1	16°	58.30	61.30	8.27	13.5	31.28	51.0	21.75	35.4	7.84
2	»	56.40	59.40	7.55	12.7	29.85	50.2	22.00	37.0	8.68
3	»	57.73	61.73	7.35	11.9	32.43	52.5	21.95	35.5	9.31
4	»	59.98	62.98	7.17	11.4	33.00	52.4	22.81	36.2	8.93
5	»	47.22	50.22	6.90	13.7	24.28	48.3	19.04	37.8	7.46
6	»	59.87	60.87	7.20	11.8	30.63	50.3	22.04	36.2	
7	»	62.97	63.97	7.97	12.4	34.14	53.3	21.86	34.1	
8	»	51.45	52.45	6.81	12.9	25.72	49.0	19.92	37.9	
9	»	54.65	56.65	7.01	12.3	27.86	49.1	21.78	38.4	
10	19°	50.40	51.40	6.38	12.4	22.97	44.6	22.05	42.8	
11	»	49.57	50.57	5.95	11.7	26.00	51.4	18.62	36.8	
12	»	50.50	51.50	6.03	11.7	23.85	46.3	21.62	42.0	
13	»	49.45	51.45	5.86	11.3	25.34	49.2	20.25	39.3	
Anitra domestica × Anitra selvatica										
14	»	67.75	71.75	8.30	11.5	38.65	53.8	24.80	34.5	
15	»	74.98	78.98	9.08	11.4	45.61	57.7	24.29	30.7	
16	»	75.70	79.70	9.66	12.1	42.80	44.8	27.24	28.1	

albumine	p H		p H		aum. % peso		Abbassamento		Differenza Δ tuorlo - Δ albume
	tuorlo	acqua	bid.	acqua immers. tuorlo	dopo 1h	dopo 2h	dopo 1h	dopo 2h	
7.84	6.46								
8.68	6.70								
9.31	7.12								
8.92	7.53								
7.46	6.03								
		6.44	7.62	6.76	9.02	14.00			
		6.44	8.02	6.74	5.21	6.72			
							0.43	0.55	0.12
							0.43	0.56	0.13
							0.44	0.57	0.13
		6.78	8.06	—	7.61	—			
		6.10	7.18	—	4.18	—			
		6.10	7.50	—	6.24	—			
		6.10	7.40	—	5.82	—			
		6.78	8.32	—	4.16	—			
		6.78	8.42	—	4.77	—			
		6.78	8.30	—	8.37	—			

Dall'esame dei dati appare una notevole differenza tra il pH del tuorlo ed il pH dell'albume. Una notevole differenza fu pure notata da Capraro e Fornaroli (1) per le uova di gallina e da me stesso (2, 3) per le uova di vari altri uccelli domestici.

Per l'anitra domestica, in particolare, trovai una differenza di 3,07 tra i pH delle due fasi; mentre per le uova di anitra selvatica le differenze sono minori rispetto alla precedente ed oscillano da un minimo di 1,38 ad un massimo di 2,19 (media = 1,67)

In quanto all'abbassamento del punto di congelamento, non si hanno per così dire variazioni in anitra selvatica rispetto alla domestica; essendo i valori pressochè gli stessi per l'una e per l'altra. Le differenze fra i dati delle due fasi dell'uovo sono pertanto accentuate, come ebbi campo di notare per le uova di tutti gli uccelli da me in precedenza considerati.

Dai risultati ottenuti in seguito allo studio della permeabilità all'acqua bidistillata (per la durata di un'ora), appaiono dati alquanto variabili sia per le uova di anitra selvatica che per quelle dell'incrocio. Infatti, in uova di anitra selvatica ho riscontrato per il tuorlo un minimo di aumento del 4,18 % ed un massimo del 9,02 %; per le uova dell'incrocio ho ottenuto rispettivamente aumenti del 4,16 % e del 8,37 %. I dati ottenuti nell'uno e nell'altro caso sono, però, notevolmente inferiori a quelli ottenuti in uova di anitra domestica.

La differenza tra il pH dell'acqua bidistillata ed il pH dell'acqua dopo un'ora d'immersione del tuorlo, va da un minimo di 1,08 ad un massimo di 1,64. Tali valori sono pertanto superiori a quello (0,98) ottenuto in anitra domestica.

Ho anche determinato in anitra selvatica, per un confronto con l'anitra domestica, il peso del guscio dell'uovo ed il peso del tuorlo e dell'albume. I dati medi sono pertanto i seguenti, espressi in % rispetto al peso totale dell'uovo:

$$\text{guscio} = 12,3 \% \quad \text{albume} = 49,8 \% \quad \text{tuorlo} = 37,6 \%$$

Confrontando questi dati con quelli di anitra domestica già da me resi noti, parrebbe che non vi dovessero essere differenze ben nette fra anitra domestica ed anitra selvatica, quantunque si noti un maggior equilibrio fra il peso dell'albume e quello del tuorlo in uova di anitra selvatica rispetto ad uova di anitra domestica.

Come risulta dalle osservazioni, esistono quindi alcune differenze ben evidenti, nei risultati delle determinazioni eseguite, tra uova di anitra domestica, di anitra selvatica, e dell'incrocio tra la domestica e la selvatica.

È probabile che ciò risieda, oltre che nel genere di vita e nello stato di addomesticazione e di selezione che hanno necessariamente apportato notevoli variazioni in questi uccelli, anche nella alimentazione. L'analisi chimica dell'uovo forse potrebbe, più di qualsiasi altro esame, spiegare a parer mio, almeno in parte, il perchè delle differenze riscontratesi fra le determinazioni compiute nei diversi tipi di uova considerate

RIASSUNTO

Sono state eseguite determinazioni chimico-fisico-biologiche su uova di anitra selvatica e su uova di un incrocio fra anitra selvatica ed anitra domestica. Si mettono a confronto i risultati ottenuti con quelli verificatisi in uova di anitra domestica e di altri uccelli da cortile.

BIBLIOGRAFIA.

- (1) CAPRARO V. e FORNAROLI P. — Sul significato delle differenze di concentrazione tra tuorlo ed albume nell'uovo di gallina. « Arch. Sc. Biol. », Vol. XXV, 1939.
 - (2) TURCO E. — Determinazioni chimico-fisico-biologiche in uova di uccelli. « Att. Soc. Natur. e Mat. », Modena, Vol. LXXI, 1940.
 - (3) TURCO E. — Determinazioni chimico-fisico-biologiche in uova di uccelli. (Nota II) ibidem Vol. LXXII, 1941.
 - (4) TURCO E. — Determinazioni chimico-fisico-biologiche in uova (conservate) di uccelli. (Nota III). « Ateneo Parmense », Vol. XIV, 1942.
-

Ricerche chimiche ed istochimiche sui grassi del fegato di *Bufo vulgaris* Laur. (*)

Le presenti ricerche, corredate nei loro calcoli dal metodo statistico, sono la continuazione di altre condotte sullo stesso anuro, del quale ho ricercato l'indice epatico (2), le correlazioni tra peso corporeo e peso del fegato ed i coefficienti della serie di Bruns (4), per lo studio delle relazioni esistenti tra fegato, metabolismo dei lipidi e funzioni di accrescimento e sessuali nei vertebrati.

Delle funzioni del fegato, in generale, ho detto in un'altra mia nota (5).

Le nuove ricerche, che hanno avuto come scopo principale l'analisi chimica ed istochimica dei grassi contenuti nel fegato di *Bufo vulgaris* Laur., vertono su 158 maschi e 39 femmine catturati nel marzo di quest'anno (1942) in Modena città (laghetto del giardino pubblico) e dintorni (maceri della campagna) appena usciti dal riposo invernale ed in pieno periodo degli amori.

Se non mi è stato possibile studiare maschi e femmine in numero eguale, dato che nella raccolta il numero dei maschi fu superiore a quello delle femmine, ciò dipende dallo scarso numero (circa il 10-20 %) di femmine rispetto ai maschi che si ha in natura, almeno per individui (1, 3, 6) adulti o tutt'al più maturi sessualmente.

Per le ricerche chimiche (151 maschi e 32 femmine), di cui alla presente nota, ho proceduto alla raccolta dei dati nel modo seguente

Di ogni animale ho pesato il corpo (A) ed ho pesato il fegato una prima volta appena estratto (F₁) ed ancora imbevuto del suo sangue, una seconda volta (F₂) dopo averlo immerso in una soluzione fisiologica per facilitare l'uscita del sangue ed averlo asciugato con carta bibula, una terza volta (F₃) dopo averlo essiccato in stufa per l'estrazione chimica dei grassi

Dai fegati essicati e polverizzati sono stati estratti i grassi secondo il metodo Kumagava Suto descritto nell'opera del Rondani (11), e dei grassi ottenuti è stata fatta la separazione della

(*) Dagli Istituti di Zoologia e Anatomia comparata delle R.R. Università di Modena e di Parma (Direttore inc. prof. A. Balli).

parte saponificabile della non saponificabile (colesterina ed altri corpi).

Il procedimento di estrazione dei grassi usato è più vantaggioso e più preciso del comune metodo Soxlet (11).

Per le ricerche istochimiche (7 maschi e 7 femmine) ho seguito la tecnica consigliata dal Lison (10). Il materiale è stato fissato in formalina al 10 % e sezionato al congelatore.

Come coloranti dei lipidi in genere ho usato il Sudan Nero B, il Sudan III e lo Scarlatto. Il Sudan Nero B ha grande affinità per i lipidi e quindi viene particolarmente usato quando il contenuto in grassi dei tessuti è piuttosto scarso. Gli altri coloranti sono invece preferibili per tessuti molto ricchi in lipidi, in quanto il Sudan Nero B non permette una chiara visione delle altre strutture istologiche.

Ho ricorso pure a ricerche specifiche per i vari tipi di lipidi, con la reazione di Lorrain Smith al Bleu Nilo per il riconoscimento dei gliceridi non saturi (triolexina ed altro) e con la reazione di Schultze all'acido acetico acido solforico per il riconoscimento del colesterolo e dei colesteridi. In quanto a quest'ultima reazione ho seguito tanto il metodo dell'esposizione del materiale in esame alla luce del sole, quanto l'altro metodo del trattamento delle sezioni con allume ferrico.

Come terminologia per distinguere i diversi tipi di sostanze grasse, userò quella conforme ai Congressi Internazionali di Biochimica, della quale ne parla anche il Lison stesso nel suo lavoro citato.

Sull'istochimica dei lipidi epatici negli anfibi ricordo il lavoro di Grasselli (8) all'opera del quale mi riferisco anche per quanto concerne la parte bibliografica.

Per l'estrazione dei grassi ho tenuto separati gli animali, oltre che per sesso, anche per località di cattura, e per età facendone gruppi in base al peso del loro corpo (tab. 1, 2).

Parallelamente, la ricerca istochimica è stata fatta su maschi e femmine delle due località e su individui di peso diverso.

Per brevità, non riporto che i dati complessivi riuniti nelle tabelle annesse (tab. 1, individui di città, tab. 2, individui di campagna).

Dall'esame dei dati riportati in dette tabelle, in cui F_1 , F_2 , F_3 hanno i significati più sopra segnalati, appare quanto segue:

1) Nei maschi tanto dell'una che dell'altra località, non ho notato alcuna differenza statisticamente significativa in merito ai rapporti tra il peso F_1 del fegato ed il peso del corpo, col crescere

in dimensioni e quindi in età degli animali. Ciò è stato, d'altronde, già da me altra volta notato (2).

Non variando nei maschi, col variare del loro peso, neppure gli altri rapporti considerati $\left(\frac{F_2 \times 100}{A}, \frac{F_3 \times 100}{A}, \frac{F_2 \times 100}{F_1}, \frac{F_3 \times 100}{F_1} \right)$, ciò dimostra che la percentuale del sangue del fegato non varia col variare dell'età degli animali. E non variando neppure la percentuale d'acqua contenuta nell'organo, ammetto — in base all'asserzione che un organo funziona tanto più attivamente (9) quanto più alto è il suo contenuto in acqua — che l'attività funzionale del fegato non varia in *Bufo vulgaris* col variare dell'età, almeno per individui adulti o tutt'al più maturi sessualmente.

Non esistono neppure differenze statisticamente rilevabili fra le medie totali dei rapporti relativi ai maschi delle due località; quantunque appaiano, al semplice esame dei dati, valori superiori per i rospi del giardino rispetto a quelli dei maceri.

2) Le femmine si comportano in generale come i maschi; però ho statisticamente notato in esse alcune differenze tra i rapporti, in relazione al peso ed alla provenienza degli animali.

Infatti nelle femmine del giardino ho notato che il rapporto $\frac{F_1 \times 100}{A}$ è più elevato per quelle di maggiori dimensioni (2° gruppo) che non per le più piccole (1° gruppo). Tale variazione del rapporto suddetto col variare del peso degli individui — variazione confermata statisticamente — rispecchia quanto ho rilevato in mie precedenti ricerche (2). Le femmine raccolte nei maceri non hanno, invece, presentato alcuna variazione in tale rapporto col variare dell'età. Anche la Chiossi (7) non ha notato alcuna variante del genere, nè in maschi nè in femmine provenienti da una località montana; mentre io per due volte ho invece constatato, quantunque in un solo sesso (le femmine), che una variazione esiste; quindi ammetto l'influenza della località sulla variazione del rapporto in questione nelle femmine, col variare dell'età loro.

Inoltre, è apparsa statisticamente significativa anche la differenza fra le femmine delle due località considerate, per quanto concerne il rapporto $\frac{F_3 \times 100}{A}$, che è risultato di valore maggiore per le femmine del giardino che non per quelle dei maceri. Però, essendo apparsa tale differenza appena statisticamente rilevabile e non essendo stata statisticamente notata, per le stesse femmine, alcuna altra differenza tra i restanti rapporti, considero incerto il risultato di quel rapporto.

Tabella I

Sesso	Gruppo	N. indi-vidui	Peso g.	Peso medio g.	$\frac{F_1 \times 100}{A}$	$\frac{F_2 \times 100}{A}$	$\frac{F_3 \times 100}{A}$	$\frac{F_1 \times 100}{F_1}$	$\frac{F_2 \times 100}{F_2}$	Acidi grassi %	Sostanze insaponificabili %
MASCHI	1°	26	da g.	15,7 a g. 29	3,24 ± 0,09	2,47 ± 0,1	0,59 ± 0,01	76,79 ± 0,9	23,86 ± 0,2	8,530	1,928
	2°	31	»	» 30 » 39	2,98 ± 0,09	2,24 ± 0,05	0,53 ± 0,01	76,39 ± 0,9	24,26 ± 0,4	8,619	1,638
	3°	14	»	» 40 » 58,8	3,26 ± 0,1	2,47 ± 0,06	0,59 ± 0,02	76,69 ± 1,7	24,55 ± 0,4	8,632	1,832
	Totale	71	»	» 15,7 » 58,8	3,13 ± 0,06	2,37 ± 0,04	0,56 ± 0,009	76,60 ± 0,6	24,17 ± 0,2	8,598	1,775
FEMMINE	1°	7	da g.	21 a g. 39	2,76 ± 0,1	2,22 ± 0,08	0,53 ± 0,03	79,83 ± 2,4	23,97 ± 0,7	6,765	1,708
	2°	9	»	» 40 » 58	3,51 ± 0,1	2,69 ± 0,09	0,58 ± 0,02	77,33 ± 2,-	21,81 ± 0,3	7,208	2,139
	Totale	16	»	» 21 » 58	3,18 ± 0,1	2,49 ± 0,08	0,56 ± 0,02	78,43 ± 1,6	22,76 ± 0,4	7,061	1,998

Tabella II

Sesso	Gruppo	N. indi-vidui	Peso g.	Peso medio g.	$\frac{F_1 \times 100}{A}$	$\frac{F_2 \times 100}{A}$	$\frac{F_3 \times 100}{A}$	$\frac{F_2 \times 100}{F_1}$	$\frac{F_3 \times 100}{F_2}$	Acidi grassi %	Sostanze insaponificabili %
MASCHI	1°	33	da g.	35,6 a g. 50	2,89 ± 0,05	2,13 ± 0,03	0,51 ± 0,009	74,12 ± 1,-	24,15 ± 0,1	9,948	2,801
	2°	27	»	» 51 » 59	3,03 ± 0,07	2,12 ± 0,04	0,49 ± 0,01	70,85 ± 1,4	23,66 ± 0,3	9,746	2,453
	2°	20	»	» 60 » 87,6	2,98 ± 0,09	2,11 ± 0,04	0,50 ± 0,01	72,29 ± 1,1	23,72 ± 0,2	9,990	2,581
	Totale	80	»	» 35,6 » 87,6	2,96 ± 0,04	2,12 ± 0,02	0,50 ± 0,005	72,56 ± 0,7	23,88 ± 0,1	9,894	2,524
FEMMINE	1°	10	da g.	65 a g. 119	2,77 ± 0,1	2,23 ± 0,09	0,50 ± 0,02	81,39 ± 1,7	22,33 ± 0,5	8,576	2,030
	2°	6	»	» 120 » 168,4	2,63 ± 0,2	2,11 ± 0,2	0,45 ± 0,04	80,15 ± 2,4	21,89 ± 0,7	7,784	2,440
	Totale	16	»	» 65 » 168,4	2,72 ± 0,1	2,19 ± 0,09	0,47 ± 0,02	80,92 ± 1,4	22,17 ± 0,4	8,208	2,210

Altra differenza confermata statisticamente è quella concernente le femmine del giardino, per le quali il rapporto $\frac{F_2 \times 100}{A}$ è di valore superiore per le femmine di peso maggiore (2° gruppo) che non per le più piccole (1° gruppo). Ciò rappresenta una conferma di quanto ho detto in precedenza del rapporto $\frac{F_1 \times 100}{A}$ per le stesse femmine.

Una differenza esistente, poi, tra i maschi e le femmine dei maceri; presentando i primi un rapporto $\frac{F_2 \times 100}{F_1}$ statisticamente superiore a quello delle femmine. Questo dimostra la presenza di una più alta percentuale di acqua nel fegato dei maschi che non nel fegato delle femmine; ciò che dovrebbe apportare come conseguenza una maggiore attività funzionale da parte del fegato dei maschi, in quanto si ammette, come ho detto anche poc'anzi, che un'organo è tanto più attivo quanto più acqua esso contiene. Però, quantunque esista la conferma statistica del diverso valore di quel rapporto nei due sessi, tuttavia esistono alcune contingenze per cui può essere considerata dubbia una tale differenza tra maschi e femmine. E ne spiego la ragione. Prima di tutto non ho notato alcuna variazione del genere tra i maschi e le femmine del giardino.

Inoltre, deve essere tenuto in considerazione il fatto che la quantità di acqua contenuta in un organo è in relazione con l'età dell'animale, nel senso che un organo è tanto più ricco in acqua quanto più l'individuo è giovane. D'attonde è possibile che i maschi catturati siano in media più giovani delle femmine; poichè in generale per la serie animale, si ha che i maschi sono meno longevi delle femmine. Ora, se quest'ultima condizione si avvera anche in *Bufo vulgaris*, non è possibile mettere a confronto i due sessi, essendo questi d'età diversa.

In più si sa che la quantità d'acqua di un tessuto e quindi la attività dell'organo è direttamente proporzionale al suo contenuto in colesterina ed inversamente proporzionale al suo contenuto in acidi grassi. Se in base a ciò noi esaminiamo le tabelle dei dati, si vede, però, che pure essendovi una maggior percentuale di colesterina nel fegato dei maschi, in questi vi è anche una maggior percentuale di acidi grassi rispetto al fegato delle femmine, anzi l'aumento in acidi grassi contenuti nel fegato dei maschi rispetto al fegato delle femmine è superiore all'aumento in colesterina.

In base a queste constatazioni, si può nonostante tutto affermare che se in realtà il fegato dei maschi, per gli individui della località considerata, presenta una attività funzionale maggiore del fegato delle femmine, si tratta di differenze molto lievi.

In quanto agli animali del giardino, i due sessi non presentano alcuna variazione statisticamente rilevabile nel rapporto in questione $\frac{F_2 \times 100}{F_1}$, quantunque l'analisi chimica lasci supporre una maggiore attività da parte del fegato delle femmine, in quanto queste presentano un fegato meno ricco in acidi grassi e più ricco in colesterina nei confronti dei maschi. Nelle femmine sono forse le uova ad agire su un più attivo funzionamento del fegato.

La questione che appare interessante, merita quindi di essere presa in esame,

3) All'analisi chimica ho notato una quantità leggermente superiore di acidi grassi (e di colesterina la cui presenza è stata chimicamente confermata in seguito a specifica analisi od in ogni modo di parte insaponificabile) in maschi e femmine di una località (maceri) rispetto all'altra (laghetto del giardino pubblico della città); in dipendenza, io penso, della alimentazione. Vien fatto di pensare, a questo proposito, che i rospi del giardino pubblico, perchè sito al centro della città, si nutrano meno di quelli in aperta campagna che hanno a loro disposizione più terreno da sfruttare e quindi più insetti, molluschi, ragni, vermi, ecc. di che cibarsi. Tale mia supposizione sarebbe, d'altronde, confermata dal fatto che i rospi della città raggiungono dimensioni molto minori di quelli della campagna; non permettendo una alimentazione insufficiente uno sviluppo regolare degli animali.

Il fatto, però, di una maggiore percentuale di grassi nel fegato dei rospi di campagna rispetto a quelli di città, potrebbe sembrare influenzata dal peso degli animali, diverso come ho detto, per gli individui delle due località. A mio parere tale supposizione è da escludersi, almeno per il momento; in quanto, come i dati medi per gruppo degli animali dimostrano, non si nota alcuna variazione (maschi) od almeno variazioni tali (femmine) da far pensare ad un aumento o ad una diminuzione del contenuto in grassi del fegato, col variare in peso degli animali.

I maschi, poi, hanno un fegato più ricco in grasso delle femmine; forse questo fatto nelle femmine è legato alla presenza delle uova le quali hanno probabilmente richiesto all'organismo una maggior quantità di grassi per il loro sviluppo.

4) Sudan nero B, Sudan III, e Scarlatto hanno messo in evidenza (specialmente i primi due coloranti) lipidi in quantità più o meno elevata e sotto forma di granulazioni variabili per forma e dimensioni. Da sostanze grasse presenti in forma di scarse, ma grandi gocce sferiche, si passa a granuli di dimensioni medie e ad altri granuli molto minuti ma in numero rilevante. I granuli di dimensioni medie e piccole si presentano sia sparsi, che riuniti in masse; queste pure sono varie per dimensioni e forma.

Mentre nel parenchima epatico ho notato sostanze grasse sia sotto forma di gocce che di granuli di medie e piccole dimensioni; nei dotti epatici sono presenti soprattutto granuli di piccole dimensioni più rari sono invece apparsi quelli di dimensioni medie. Nel parenchima sono state spesso notate compatte masse di granuli; ciò è stato notato, sebbene più di rado anche nelle cellule dei condotti dove tuttavia i granuli danno origine ad ammassamenti più ridotti, che nel parenchima stesso. La presenza dei grassi è stata maggiormente osservata fuori delle cellule del parenchima. In quanto alle cellule pigmentate, qualora siano esse provviste di grassi, questi possono trovarsi riuniti in masse di minutissime goccioline.

Tanto in sezioni trasversali che in sezioni longitudinali di dotti epatici, ho visto, per le cellule ricche in granuli di grasso, che questi possono trovarsi ammassati vicini al nucleo tanto nella parte sopranucleare che in quella sottonucleare. Anche il connettivo dei dotti biliari può contenere grasso.

In un maschio il più giovane individuo da me esaminato (peso g. 17), non ho notato, in preparati colorati col Sudan III, che granuli minuti intensamente colorati e più o meno ammassati fra loro in sezioni trasversali e longitudinali di dotti epatici. In un preparato dello stesso fegato colorato col Sudan Nero B, ho visto ancora numerosi granuli nelle cellule dei dotti, mentre le granulazioni sono apparse in numero scarso altrove.

Non ho notato differenze in contenuto di liquidi fra individui diversi per peso ed età; mentre v'è tendenza alla presenza di un numero maggiore di granulazioni nei fegati delle femmine che non nei fegati dei maschi.

Le reazioni di Lorrain-Smith e di Schultze, hanno dato risultati negativi. Però Lison ammette che un risultato negativo sia per l'una che per l'altra reazione non ha alcun significato per le ragioni che l'A., stesso espone nel suo lavoro.

Conclusioni.

Le ricerche da me condotte in *Bufo vulgaris* Laur, su animali catturati nelle condizioni di tempo e di età considerate, hanno dato particolarmente i risultati seguenti.

1) Un contenuto percentuale in grassi più elevato nei maschi che nelle femmine; ciò che attribuisco alla presenza nelle femmine di uova, per il cui sviluppo, si è reso probabilmente necessario un maggior consumo di grassi.

2) Uno stesso contenuto percentuale in grassi, per maschi e femmine di una stessa località di raccolta, indipendentemente dal peso e quindi dall'età degli animali

3) Un diverso contenuto percentuali in grassi, tanto per l'uno che per l'altro sesso, negli individui delle due località di cattura considerate. Metto in rapporto questo fatto con l'alimentazione, più abbondante per i rospi di campagna che per quelli di città

4) All'esame istochimico ho notato la presenza più o meno abbondante di granuli di lipidi di varie dimensioni; i granuli stessi si sono presentati tanto separati che raggruppati fra loro. Mentre la quantità dei lipidi non sarebbe in rapporto coll'età degli animali, una differenza esisterebbe, invece, fra i sessi.

RIASSUNTO.

L'A. ha ricercato i grassi nel fegato di *Bufo vulgaris* Laur. mediante l'analisi chimica ed istochimica. Gli animali sono stati studiati relativamente al sesso, all'età ed al luogo di provenienza.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BALLI A. — Alcune osservazioni morfologiche e biologiche in *Bufo vulgaris* Laur. « Monit. Zool. Ital. » 1938.
 - (2) ID. — Rapporto tra peso del fegato e peso corporeo in *Bufo vulgaris* Laur. « Monit. Zool. Ital. » 1939.
 - (3) ID. — Osservazioni morfologiche e biologiche in *Bufo vulgaris* Laur. « Riv. Biol. » Vol. XXVII., 1939.
 - (4) ID. — Ricerche statistiche sull'indice epatico in *Bufo vulgaris* Laur. « Ateneo Parmense », Vol. XIV., 1942.
 - (5) ID. — Rapporto centesimale e correlazione fra peso degli organi genitali e peso corporeo in *Talpa europaea* L. — « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, Vol. L, 1942.
 - (6) CHIOSSI E. — Osservazioni biologiche in *Bufo vulgaris* Laur. « Boll. Zool. » 1938.
 - (7) ID. — Ricerche sul rapporto tra peso del fegato e peso corporeo in *Bufo vulgaris* Laur. Vol. Giub. prof. O. Polimati, Perugia, 1939.
 - (8) ID. — Correlazione tra peso del corpo e peso del fegato in *Bufo vulgaris* Laur. « Ateneo Parmense », 1941.
 - (9) GRASSELLI G. — Ricerche morfologiche e istochimiche sui lipidi delle vie biliari e del parenchima epatico degli anfib. — « Atti Soc. Ital. Sc. Natur. » Vol. LXXXVI., 1937.
 - (10) LEFÈVRE J. — Manuel critique de Biologie. Masson, Parigi, 1938.
 - (11) LISON L. — Histochimie animale. Gauthièr-Villars, Parigi, 1936.
 - (12) RONDONI P. — Biochimica. U. T. E. T., 1935.
-

Ricerche sull'accrescimento viscerale postnatale in *Talpa europaea* L. (*)

In una mia precedente nota (1) ho accennato a ricerche, già da allora in via di elaborazione, sull'accrescimento d'organi in *Talpa europaea* L. Nel presente lavoro espongo i risultati a cui sono giunto a studi completati.

Gli organi da me considerati sono: polmoni, fegato, cuore, milza, reni, organi genitali, stomaco, intestino. Di questi organi ho studiato l'accrescimento ponderale in rapporto all'età ed al sesso degli animali. E poichè, data la stagione di cattura degli animali, mi è stato possibile disporre di femmine gravide, ho esteso le mie ricerche anche a queste.

Considerando necessaria una certa omogeneità nel materiale in esame per il conseguimento di risultati più probanti, ho studiato individui di una stessa provenienza (dintorni di Modena). Gli animali (159 maschi e 142 femmine) sono stati catturati nel corso di una stessa stagione (primavera del 1938, dal 17 marzo al 18 maggio); ciò che mi ha permesso di sperimentare, inoltre, su individui trovantisi nelle medesime condizioni di nutrizione, in quanto il peso degli animali è legato all'alimentazione.

Per le ricerche sull'accrescimento degli organi in rapporto all'età degli animali, ho studiato maschi (tab. 1) e femmine non gravide (tab. 2), in gruppi secondo il loro peso crescente. Delle femmine gravide ho fatto due suddivisioni; una delle quali basata sul peso crescente del corpo (tab. 3) e l'altra sul peso crescente dei feti (tab. 4). In tutte queste tabelle: A = medie aritmetiche e loro errori probabili; a = peso in % degli organi rispetto al peso dell'animale; q = quote di crescimento.

(*) Dagli Istituti di Zoologia e Anatomia comparata delle R. R. Università di Modena e di Parma. (Direttore inc. Prof. A. Balli).

(1) Rapporto tra peso del fegato e peso corporeo in *Talpa europaea* L. — Arch. I. B. I., 1939.

Del peso globale dell'animale e del peso degli organi ho calcolato (tab. 5, 6, 7) la media aritmetica, lo scarto quadratico medio, il coefficiente di variabilità e relativi errori probabili, gli estremi assoluti e lo scarto assoluto. Alle medie aritmetiche ho applicato i calcoli relativi allo studio della differenza tra medie, per un confronto tra maschi e femmine, tra femmine gravide e non gravide e fra individui di diversa età. Il procedimento statistico applicato trovai riportato in una mia precedente pubblicazione (1).

Degli organi ho calcolato pure il per cento in peso rispetto al corpo e le quote di accrescimento (tab. 1, 2, 3, 4).

Per brevità non riporto nè i dati grezzi dei singoli organi e neppure i dati statistici relativi ai diversi gruppi. Ho espresso i dati riguardanti il peso del corpo in grammi e quelli concernenti il peso degli organi in centigrammi.

Premetto alcune considerazioni generali sull'accrescimento degli organi negli animali e riporto brevi cenni sull'accrescimento degli organi nell'uomo per un confronto con la talpa.

È noto come esistano negli animali, in fatto di dimensioni in lunghezza, superficie e peso, variazioni nelle velocità di accrescimento tanto per l'intero soma che per i singoli organi.

Per l'accrescimento corporeo, inteso nel senso globale, come per l'accrescimento dei suoi organi, è stato dimostrato che i loro pesi in valore assoluto crescono dalla fecondazione alla virilità dell'individuo; mentre in valore relativo i pesi subiscono le più diverse variazioni.

Per quanto riguarda in particolare i singoli organi, si sa che questi — sia durante la vita intrauterina che extrauterina — crescono con velocità varianti nelle diverse fasi del loro sviluppo: si hanno cioè periodi diversi di accrescimento relativo che si susseguono secondo epoche e curve che variano nei singoli visceri o raggruppamenti di essi. In altre parole (2) « esistono uno o più periodi di accelerazione alternati con periodi di rallentamento nello sviluppo di ciascuna unità strutturale e di ciascun organo del corpo ».

(1) Correlazione tra peso del corpo e peso del fegato in *Passer italiae* Wiell. — Ateneo Parmense, Vol. XIII, 1941.

(2) CASTALDI L. — *Accrescimento corporeo e costituzioni dell'uomo* — Firenze, Casa Editrice Niccolai, 1928.

In quanto allo sviluppo che possono raggiungere gli organi ed alle loro funzioni, è stato notato che gli organi che prima entrano in funzione o per prima raggiungono una attività massima, sono quelli che presentano alla nascita maggior sviluppo; è stato dimostrato pure l'inverso.

Esistono fattori primari e secondari nell'accrescimento. Fra i fattori primari ricordo l'eredità e gli ormoni morfogenetici; e fra i fattori secondari, la razza ed il sesso (questi, del resto, determinati od influenzati alla loro volta dalla eredità e dalle ghiandole endocrine) ed i fattori ambientali.

Nel lavoro sopracitato del Castaldi è riportata una figura dove sono rappresentate le curve dell'accrescimento ponderale dei principali organi in funzione dell'età dell'uomo. Dallo studio di dette curve si nota che per gli organi genitali si ha intorno alla nascita un periodo di crescita di brevissima durata, seguito da un altro periodo in cui gli stessi organi sono in stasi, e da un terzo, durante la pubertà, in cui si hanno rapide ascese.

Per l'utero, in particolare, è stato trovato che alla nascita dell'individuo diminuisce in peso ed in lunghezza, mentre poco prima della nascita stessa aveva subito un grande aumento in lunghezza.

In quanto agli organi del gruppo splanenico (apparato digerente, respiratorio ed urinario, cuore e milza), essi sono rappresentati da una curva che dimostra come detti organi aumentino in un primo tempo e nei primi anni di vita e nella prepubertà con accelerazione, mentre subiscono un rallentamento nella crescita durante la fanciullezza. Tale decorso degli organi del gruppo splanenico assomiglia molto al decorso che rispecchia l'accrescimento dell'intero corpo umano.

Per un confronto tra i dati da me raccolti in *Talpa europaea* e quelli di cui si è a conoscenza per l'uomo, riporto alcuni particolari tratti dal lavoro sopracitato del Castaldi sull'accrescimento in peso degli organi nell'uomo.

Non mi è possibile mettere rigorosamente a confronto i dati di talpa con quelli dell'uomo, in quanto non mi è nota l'età delle talpe. D'altronde non ho studiato che talpe adulte od in maggioranza tali, sul cui peso mi sono basato per una loro, quantunque approssimativa, suddivisione in gruppi d'individui di differenti età.

Polmoni.

I polmoni dell'uomo percorrono, per quanto ne riguarda la crescita in peso assoluto, la curva del gruppo splanenico.

Nel periodo prepubere essi si comportano come il cuore, mentre il loro peso, rispetto a quello del soma, diminuisce, se pure lievemente, dalla nascita dell'individuo allo stato adulto.

Nella vita prenatale i polmoni crescono moderatamente in peso assoluto, ma relativamente al peso corporeo essi scendono in peso da un massimo di 3,3% al 4° mese al 2% alla nascita.

L'accrescimento dei polmoni si prolunga per buona parte della vita postnatale fino al termine dell'accrescimento del corpo; e ciò in correlazione con l'aumento della loro attività funzionale. Si ha accrescimento rapido in peso nei primi anni dopo la nascita, poi rallentamento durante la fanciullezza, ed in seguito ancora maggiore in corrispondenza del periodo prepubere. Il loro comportamento assomiglia a quello del corpo umano.

Il peso dei polmoni dipende dall'aumento della massa del tessuto alveolare, dal riempimento sanguigno della rete capillare polmonare, nonché dalla loro attività respiratoria (1) (2).

La respirazione ed il quoziente respiratorio variano in funzione: *a*) della specie animale e della sua natura (gli animali a sangue caldo debbono, contrariamente a quelli cosiddetti a sangue freddo, lottare contro le basse temperature intensificando le combustioni interne; *b*) delle dimensioni dell'animale (l'intensità respiratoria è inversamente proporzionale alle dimensioni dell'animale; questa legge è però valida solo nei confronti tra individui appartenenti a specie molto affini e con corpo protetto in modo tale che la perdita di calore per irradiazione attraverso la superficie cutanea sia per essi la stessa); *c*) della temperatura ambiente (in climi freddi l'animale si riscalda respirando maggiormente); *d*) del movimento (l'intensità respiratoria ed il quoziente respiratorio aumentano con il movimento); *e*) del sonno (le combustioni in tal caso si riducono); *f*) dell'alimentazione (il regime alimentare agisce specialmente sul quoziente respiratorio; eccezionalmente sulla grandezza della respirazione).

I polmoni, organi dell'ematosi (funzione di scambio gassoso superficiale) non sono i focolai della combustione. Tuttavia, come ogni altro organo, hanno anch'essi un metabolismo proprio. Infatti, i grassi digeriti ed assorbiti dall'intestino, dopo avere attraversato i gangli mesenterici del sistema chilifero, attraversano il dotto toracico, la succlavia di sinistra, la cava superiore, il cuore destro

(1) LUCIANI L., *Fisiologia dell'uomo*. — Milano, Società Editrice Libreria, 1912.

(2) LEFÈVRE J. *Manuel critique de Biologie*. — Parigi, Masson, 1938.

e passano nella piccola circolazione. Dunque, il primo organo importante attraversato dai grassi è rappresentato dai polmoni, situati sulla piccola circolazione. Il polmone fissa e brucia i grassi e ne fa la separazione. Tuttavia questa combustione è molto debole.

La colesterina del sangue, attraversando il polmone, viene in parte distrutta al pari della lecitina.

I polmoni, inoltre, hanno un potere antitossico.

Fegato.

In un embrione umano di un mese il fegato pesa tanto quanto il resto del corpo. Alla nascita lo stesso organo presenta un peso che corrisponde a circa il 4% rispetto al corpo; detta percentuale scende al 3% circa nella fanciullezza ed al 2, 5% in media alla virilità.

Nei primi tre mesi della vita fetale l'accrescimento del fegato è in anticipo rispetto all'accrescimento degli altri visceri e cresce anche più del soma. In seguito, però, come anche dopo la nascita, i rapporti d'accrescimento si invertono. Nel periodo postnatale la accelerazione nella crescita del fegato si verifica negli anni (1-3; 5-6; 9-10; 12) in cui si ha un più attivo accrescimento somatico.

Il fegato trattiene, accumula, trasforma, neutralizza le sostanze più o meno inutili e tossiche che la vena porta gli conduce; crea e mette in riserva il combustibile fisiologico (glucosio-glicogeno) richiesto dalle cellule; provvede al lavoro dei reni controllando il metabolismo delle materie azotate; presiede al metabolismo dei grassi; procura gli elementi necessari (trombogeno, fibrinogeno) alla coagulazione del sangue; ha funzioni ematopoietiche e soprattutto emolitiche; ha funzione termogenetica; trattiene veleni e microbi.

Il volume del fegato è variabilissimo, ciò dipendendo dalla quantità di sangue in esso contenuto (circa il 20% del totale del sangue umano).

Esso contiene normalmente dei grassi (in un fegato umano sono stati trovati g. 80 di grasso per chilo di fegato), non come riserva ma come luogo di trasformazione degli acidi grassi saturi (tipo acido stearico) in acidi grassi non saturi maggiormente combustibili (come acido oleico, acido linoleico, acido linolenico). Contiene in grandi quantità lipoidi non fosforati (colesterina) e fosforati (lecitina), che sono fattori d'imbibizione e quindi di attività dell'organo.

Il fegato segue la legge generale che un tessuto è tanto più attivo quanto più esso è ricco in acqua. In un embrione umano di 40 giorni, il fegato contiene il 97% di acqua, in un feto di 8 mesi l'82%, alla nascita il 71%, a due mesi di età il 70%, allo stato adulto il 68%. Tale fenomeno (verificatosi anche in polmoni e reni) è stato così spiegato da Mayer e Schoeffer (1): la materia vivente è un colloide proteico di cui gli acidi grassi diminuiscono la permeabilità, mentre la colesterina l'aumenta. In altre parole, la quantità di acqua di un tessuto è direttamente proporzionale al contenuto in colesterina ed inversamente proporzionale al contenuto in acidi grassi. Ne deriva che l'attività di un organo diminuisce col diminuire dell'acqua e col crescere in quantità dei grassi.

Il fegato umano è ricco in fosfati, soprattutto in fosfato di potassio, in ferro, in solfo. È povero in cloruro di sodio ed in sali di calcio. Vi si trova in grandi quantità anche lo zinco, ed il rame specie nei neonati. Contiene altre sostanze: acido urico, xantina, basi puriche, creatina, diversi acidi aminati.

Cuore.

Il cuore, già dopo il 1.°-2.° mese di vita intrauterina, subisce una diminuzione in peso, sino a raggiungere il 0,7%, rispetto al peso del corpo, nonostante che esso continui a crescere in peso assoluto. Dopo la nascita dell'uomo, e per un periodo corrispondente ai primi mesi della vita extrauterina, il cuore continua la sua curva discendente raggiungendo un valore pari al 0,5% del peso del corpo. Tale diminuzione si spiegherebbe così: mentre da una parte il cuore aumenta la propria velocità di accrescimento in peso, dall'altra il giovane individuo vive senza presentare una attività rilevante. Nell'adulto il peso percentuale del cuore è del 0,4%, circa. Però, è verso la fine del primo anno di vita extrauterina che cresce l'attività nel bambino, accompagnata da un rapido aumento in peso del cuore. A 3-4 anni, nei bambini già molto vivaci, il cuore di nuovo accenna a prendere maggior sviluppo; così dicasi per i bambini dell'età di 5-6 anni. Nuova crescita nel peso del cuore si ha durante la prepubertà, a cui fa seguito una nuova crescita, ma di maggiore entità, nell'adolescenza. La curva del gruppo splanenco assomiglia a quella del cuore.

Considerando i valori assoluti, il cuore raggiunge un peso, alla fine del primo anno di vita, che è circa il doppio di quello che

(1) Vedi opera citata del LEFÈVRE

presentava alla nascita; è tre volte tanto al quarto anno; si ha un massimo di circa otto volte alla pubertà, di 13 volte a 20 anni; continuando, poi, ad aumentare fino alla virilità.

Milza.

Col crescere degli anni nell'uomo, il valore relativo della milza si abbassa in rapporto al peso raggiunto al termine della vita intrauterina, fino a raggiungere, allo stato adulto, la percentuale del 0.2% rispetto al peso del soma. I periodi di accelerazione nella crescita della milza sarebbero, però, meno definiti che per altri organi. Essa segue la curva del gruppo plancnico in fatto di valori assoluti, e più precisamente la sua curva di accrescimento sarebbe analoga a quella del fegato.

La milza è il più grosso organo linfoide. Come organo emolitico, essa rappresenta il principale deposito di ferro, di cui una parte viene ceduta al midollo osseo ed al fegato, ed una parte viene eliminata. La milza ha pure importanti funzioni emopoietiche durante la vita embrionale. Come tale, la milza cessa però di funzionare nel primo anno di vita dell'individuo, dopo di che essa diventa un organo emolitico. Nei casi di anemia, tuttavia, detto organo può riprendere le funzioni emopoietiche.

La milza origina la colessterina, che è necessaria alla regolazione degli scambi osmotici, ed una particolare sostanza che, versata nel sangue, facilita la produzione della colessterina da parte degli altri tessuti. Sembra, inoltre, che la milza possenga una secrezione indispensabile al metabolismo dei grassi.

La milza rappresenta anche un efficace organo di difesa dell'organismo contro le invasioni microbiche. Durante le infezioni, essa si ipertrofizza e si riempie di elementi patogeni che fagocita.

La milza esercita pure una funzione meccanico-respiratoria. Serbatoio sanguigno molto elastico ed estensibile, sino a raggiungere un volume dieci volte maggiore, essa segue le variazioni di tensione, che attenua in parte. Durante la digestione accresce enormemente. Restituisce sangue e globuli all'organismo dopo una emorragia ed esercita e regola la sua funzione colessterinogena. La milza esercita altre funzioni durante la digestione e la nutrizione, quantunque non rappresenti un organo indispensabile alla digestione. I prodotti della digestione gastrica farebbero secernere alla milza delle sostanze eccitanti l'attività pancreatica o quella delle sue diastasi. È stata ammessa la trasformazione intraepatica del tripsinogeno in tripsina da parte della secrezione interna della milza.

La milza ha pure una funzione nel metabolismo azotato. Perchè ricca in albumina si suppone (1) che essa abbia un ufficio importante nella formazione dei tessuti e nella loro ripartizione chimica; lo sviluppo, poi, di tutto il sistema reticolo-endoteliale è considerevole nei feti e nei giovani soggetti. D'altronde, in seguito all'emolisi, nel tessuto splenico si trova urea, acido urico ed escreti azotati in grande quantità.

La milza interviene, inoltre, nella crescita dell'individuo ed agisce sul metabolismo minerale fissando il potassio, il magnesio, l'acido fosforico, e soprattutto il calcio ed il ferro di cui viene così evitata la perdita. Si può quindi pensare (1) che il ferro liberatosi in seguito all'emolisi sia di nuovo utilizzato nell'ematopoiesi e che il calcio contenuto in così grandi proporzioni nella milza rappresenti una vera riserva per l'organismo.

Reni.

I reni, pure, crescono secondo la curva generale dell'accrescimento in peso degli organi facenti parte del gruppo splancnico. Nel feto i reni hanno quasi le stesse dimensioni dei surreni; ma nel periodo tra il terzo ed il dodicesimo mese di vita extrauterina subiscono un aumento che è superiore, in entità e rapidità, ad ogni altro aumento riferito ad un qualsiasi viscere splancnico. E ciò in ragione del lavoro che procura ai reni l'espulsione di una sempre maggiore quantità di elementi catabolici prodottisi tanto in seguito ad una sempre più crescente alimentazione, che in dipendenza di una accresciuta attività fisica e mentale.

Mentre alla nascita i reni raggiungono in media la percentuale del 0,7 %, alla vitalità gli stessi organi non sono più che il 0,46 % rispetto al peso corporeo.

Gonadi.

Le gonadi, tanto maschili che femminili, sono soggette nell'uomo ad un rapido aumento in peso verso il termine del periodo fetale e poco dopo la nascita.

In quanto alle ovaie, esse trascorrono un primo periodo in cui il loro peso assoluto diminuisce; aumentano, poi, relativamente al corpo, sino a raddoppiare di peso, dalla nascita all'età di un anno. Un nuovo aumento è poi riscontrabile allo svegliarsi dell'attività

(1) LÉFÈVRE, opera citata.

sessuale, periodo in cui le ovaie triplicano il proprio peso rispetto all'età prepubere.

I testicoli non mutano di volume sino all'età di 11 anni, dopo di che accrescono notevolmente sino all'età di 16 anni.

Stomaco.

Lo stomaco cresce con rilevante rapidità nel periodo che intercorre fra gli ultimi mesi (specie gli ultimi tre) di vita intrauterina dell'individuo ed i primi tre mesi circa dalla nascita.

Nel feto umano a termine lo stomaco raggiunge il 0,20 % del peso del corpo.

Un accrescimento notevole in peso si ha pure verso il decimo anno di vita.

Intestino.

L'intestino è di dimensioni molto ridotte nell'individuo allo stato embrionale. Esso non è molto più grande dello stomaco all'età fetale di 5 settimane; però in seguito accresce con velocità e questo sino alla fine della vita intrauterina, epoca in cui l'intestino raggiunge un peso pari a circa sei volte quello dello stomaco ed eguale a 1,20 % circa del peso del corpo. Dopo la nascita, l'intestino diminuisce rispetto al peso del corpo; sempre, però, crescendo in volume ad opera dei gas e delle materie fecali.

Ricerche personali.

Considero i risultati ottenuti

Maschi.

Ad un primo sommario esame (tab. I) dei dati, appare che col crescere del peso degli animali:

1) crescono gli organi in valore assoluto, ad eccezione dell'intestino i cui pesi non variano;

2) diminuiscono i percento in peso rispetto al corpo di tutti gli organi, eccezion fatta per i testicoli i cui pesi relativi sono fortemente in aumento;

3) aumentano le quote di accrescimento di tutti gli organi, ad eccezione di quelle dell'intestino che non variano.

Però, applicando alle medie in peso assoluto il calcolo della differenza tra medie ho notato che oltre l'intestino, le cui medie in peso non variano statisticamente in alcun caso, esistono altri

organi per i quali le medie in peso assoluto non sono in costante aumento col crescere in peso degli animali. Fra questi organi figurano particolarmente la milza, per la quale in un solo caso ho notato una differenza statisticamente significativa (fra le medie in peso del 2.° e 4.° gruppo); oltre ai polmoni (differenza non significativa fra le medie in peso del 3.° e del 4.° gruppo), cuore (differenza non significativa fra le medie del 1.° e 3.° gruppo) e stomaco (differenza non significativa fra le medie in peso del 2.° e 3.° gruppo).

Da ciò deduco che intestino e milza sono gli organi (specialmente l'intestino) che, primi fra tutti, raggiungono nei maschi il loro massimo sviluppo, e che, entro i limiti considerati di peso e di età degli animali, polmoni, cuore e stomaco subiscono arresti nella crescita in periodi diversi dell'età degli animali stessi.

Ho detto alla 2) che solo i testicoli presentano valori percentuali, rispetto al corpo, che sono in aumento col crescere in peso degli animali. Ciò dipende dalla stagione in cui sono state catturate le talpe. Della riproduzione in *Talpa europaea* ho particolarmente trattato in un mio precedente lavoro (1). Ad un aumento in peso, poi, del 49,2 % fra gli animali del 1.° e del 4.° gruppo, corrisponde un aumento in peso del 162,8 % nei testicoli e diminuzioni negli altri organi nelle proporzioni seguenti: intestino 31,4 %, milza 22,7 %, cuore 14,1 %, reni 12,3 %, polmoni 11,5 %, stomaco 10,7 %, fegato 9,4 %.

Da ciò appare, in rapporto anche con quanto è stato detto in precedenza, come intestino e milza siano gli organi per i quali ho notato le diminuzioni maggiori. E quantunque le diminuzioni dell'intestino siano superiori di parecchio a quelle della milza, tuttavia è evidente la netta differenza fra questi due organi ed i rimanenti la cui diminuzioni in peso quasi si equivalgono, specie per alcuni di essi.

Per maggior chiarezza intorno a quanto ho riferito alla 3), ho raffigurato nel diagramma 1 i dati ottenuti.

Nel diagramma non ho raffigurato nè i testicoli — perchè il loro aumento di peso, molto superiore a quello del corpo, è da attribuirsi, come ho già accennato, alla funzione di riproduzione —, nè l'intestino —, le cui medie in peso non sono apparse, come è noto, in alcun caso fra loro statisticamente significative.

(1) Rapporto centesimale e correlazione fra peso degli organi genitali e peso corporeo in *Talpa europaea* L., « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie. Vol. L., 1942.

Il diagramma presenta alcune caratteristiche che illustro.

Tutte le curve sono più o meno equamente distribuite sull'ordinata corrispondente al 2.^o gruppo di animali. Esse curve vanno, poi, separandosi fra loro per assumere, in corrispondenza del 4.^o lotto di animali, una distribuzione talè da formare alcune di esse un gruppo nel quale entrano a far parte le curve del fegato, dello stomaco, dei polmoni, dei reni e del cuore; mentre separate nettamente da queste stanno le curve corrispondenti al peso dell'animale ed al peso della milza. Sull'ordinata, superiormente si ha la curva del peso animale, inferiormente la curva della milza e fra le due sta il gruppo delle curve appartenenti agli altri organi.

Inoltre, si nota che il comportamento delle quote di accrescimento del peso animale assume, in seno al diagramma, una direzione per così dire rettilinea. Gli organi, invece, si comportano diversamente rispetto al corpo e particolarmente quelli per i quali ho notato differenze non statisticamente significative fra le medie ponderali corrispondenti ad organi di determinati gruppi di animali.

Le quote di accrescimento dei polmoni, del fegato, del cuore, dei reni e dello stomaco vanno assumendo valori che si avvicinano sempre più fra loro, col crescere in peso e quindi in età degli animali.

La curva relativa al peso del corpo va man mano allontanandosi da quelle degli organi col crescere in peso degli animali.

Femmine (non gravide).

Ad un primo sommario esame (tab. 2) dei dati, appare che col crescere del peso degli animali:

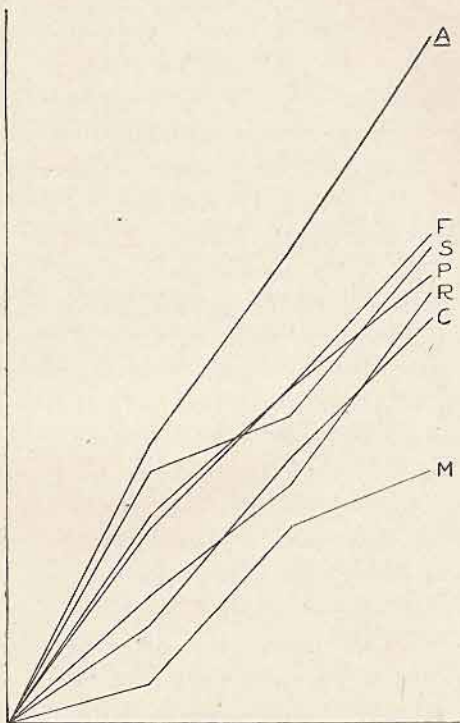


Diagramma n. 1.

1) crescono gli organi in peso assoluto, ad eccezione dei polmoni e dell'utero per i quali ho riscontrato diminuzioni in peso, rispettivamente tra le medie del 1.° e del 2.° gruppo e tra le medie del 2.° e del 3.°;

2) diminuiscono i percento in peso degli organi rispetto al corpo, eccezion fatta per il fegato, in cui ho notato tendenza ad un aumento in peso e per l'utero in cui si ha un peso maggiore per il 2.° gruppo di animali rispetto al 1.°;

3) crescono le quote di accrescimento degli organi, astrazione fatta dei polmoni e dell'utero, le cui quote di accrescimento diminuiscono rispettivamente dal 1.° al 2.° gruppo e dal 2.° al 3.° gruppo.

Però, applicando alle medie in peso assoluto il calcolo della differenza tra medie ho notato: che per l'intestino e per l'utero non si hanno in alcun caso differenze statisticamente significative fra le loro medie in peso assoluto; che per i polmoni le differenze non significative si hanno fra le medie del 1.° e del 2.° gruppo e fra quelle del 1.° e del 3.°; che per la milza si ha una differenza non statisticamente significativa fra le medie del 2.° e del 3.° gruppo.

Senza prendere in particolare considerazione l'utero — che non è possibile mettere a confronto con gli altri organi e col corpo in in quanto, come è stato detto per i testicoli, anche l'utero rappresenta un organo del quale lo sviluppo ed il peso sono in strettissimo rapporto con la funzione di riproduzione — si vede come l'intestino rappresenti nelle femmine l'organo che prima fra tutti raggiunge il suo massimo sviluppo; mentre polmoni e milza hanno subito arresti nel corso dello sviluppo degli animali.

Relativamente a quanto ho detto alla 2) e senza prendere in considerazione l'utero per le ragioni anzidette, ad un aumento in peso del 39,4 % del corpo fra gli animali del 1.° e del 4.° gruppo, corrisponde una tendenza verso un aumento in peso da parte del fegato e diminuzioni in peso per gli altri organi nelle proporzioni seguenti: polmoni 22,9 %, intestino 18,2 %, cuore 12,5 %, milza 9,3 %, stomaco 9,1 %, reni 8,2 %.

Con ciò si nota, in rapporto anche con quanto è stato detto in precedenza, come intestino e polmoni siano gli organi per i quali sono state notate le diminuzioni maggiori relativamente al peso del corpo; diminuzioni, inoltre, che sono di parecchio superiori a quelle da me notate per gli altri organi. Le diminuzioni, poi, relative alla milza ed allo stomaco sono da considerarsi identiche.

Per una migliore interpretazione dei risultati ottenuti di cui ho detto alla 3), ho rappresentato nel diagramma 2 le quote di

accrescimento del corpo e degli organi. Metto però in evidenza che in questo diagramma non figurano l'intestino e l'utero, per le stesse ragioni per cui non ho rappresentato nel diagramma 1 dei maschi i valori delle quote di accrescimento dell'intestino e dei testicoli.

Dal diagramma appare come milza e reni si comportino fra loro in modo identico; e benchè le quote di accrescimento dello stomaco siano un po' inferiori a quelle dei due precedenti organi, tuttavia considero milza, reni e stomaco come tre organi presentanti le stesse caratteristiche in merito alle quote di accrescimento.

Le curve relative agli altri organi non presentano comportamenti tanto simili fra loro. La curva del corpo sta sotto a quella del fegato.

Alla rappresentazione rettilinea da parte delle quote di accrescimento del corpo, corrispondono curve quasi rettilinee da parte della maggioranza degli organi; fanno in ciò eccezione i polmoni e la milza a causa delle già accennate differenze non significative notate in essi.

Mentre la curva del corpo si mantiene piuttosto vicina a quella del fegato, essa si allontana sempre più dalle curve degli altri organi col crescere in peso degli animali.

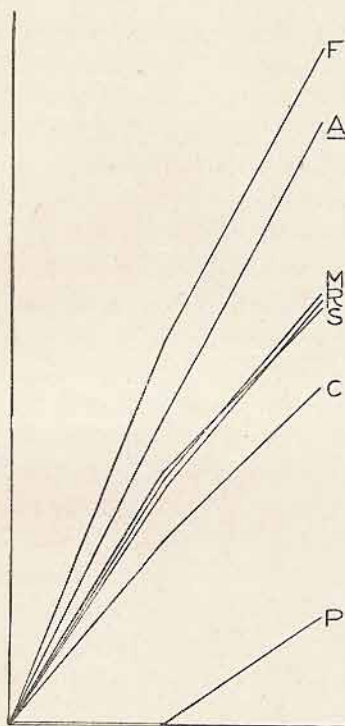


Diagramma n. 2.

Femmine (gravide).

- a) *Femmine gravide studiate in base al peso crescente del loro corpo (Tab. 3).*

Ad un primo sommario esame dei dati appare che col crescere del peso degli animali:

- 1) tutti gli organi crescono in peso assoluto;
- 2) diminuiscono i percento in peso rispetto al corpo di tutti gli organi, ad eccezione della milza per la quale si nota invece un aumento in peso;
- 3) crescono le quote di accrescimento di tutti gli organi.

Però, applicando alle medie in peso assoluto il calcolo della differenza tra medie, ho notato, in merito alla 1), che fegato, stomaco ed intestino non presentano variazioni in peso col crescere del peso del corpo.

Relativamente a quanto ho detto alla 2), ad un aumento in peso del 18,9 % fra gli animali dei due gruppi, corrisponde un aumento in peso del 17,1 % nella milza e diminuzioni negli altri organi nelle proporzioni seguenti: intestino 14 %, stomaco 9,8 %, cuore 7,2 %, reni 5,3 %, polmoni 2,3 %, fegato 1 %.

Da ciò si nota, anche in rapporto con quanto è stato detto in precedenza, che l'intestino è l'organo che ha subito le maggiori diminuzioni in peso. Seguono lo stomaco e gli altri organi, ultimo dei quali il fegato preceduto dai polmoni

Ho rappresentato nel diagramma 3 i valori riguardanti le quote di accrescimento. Nel diagramma non ho raffigurato l'utero, per ragioni inerenti allo stato di gravidanza delle femmine, e neppure il fegato, lo stomaco e l'intestino per le ragioni anzidette concernenti le differenze non significative fra le rispettive medie in peso

Particolare è il comportamento della milza di fronte al corpo ed agli altri organi. La curva della milza, infatti, si mantiene nettamente superiore alle curve del corpo e degli organi restanti.

La curva del corpo è seguita da vicino dalle curve del fegato, dei polmoni, dei reni e del cuore, pur mantenendosi essa curva in posizione superiore rispetto alle curve degli organi ora ricordati.

b) *Femmine gravide studiate in base allo stato di gestazione.*

Col crescere in peso dei feti appare, dal semplice esame dei dati (Tab. 4), che:

1) il corpo, lo stomaco e l'intestino diminuiscono in peso assoluto, mentre gli altri organi aumentano in peso;

2) aumentano i valori medi del percento in peso rispetto al corpo di tutti gli organi;

3) crescono le quote di accrescimento di tutti gli organi, eccezion fatta per lo stomaco e per l'intestino, le cui quote di accrescimento diminuiscono.

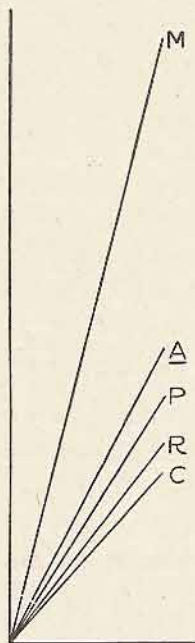


Diagramma n. 3.

Però, con il calcolo della differenza di medie, ho messo in evidenza, relativamente a quanto ho detto alla 1), che solamente il cuore può essere considerato in aumento di peso col crescere in peso dei feti. Neppure la differenza fra le medie in peso del corpo dei due gruppi di animali appare statisticamente significativa.

Aggiungo, in merito a quanto ho detto alla 2), che ad una diminuzione del 3,5 % nel peso degli animali per le femmine del 2.^o gruppo rispetto a quelle del 1.^o, gli organi crescono in peso nelle proporzioni seguenti: polmoni 11,3 %, fegato 9 %, cuore 7,6 %, milza 7,3 %, reni 3,6 %, intestino 1,6 %, stomaco 0,5 %.

Il volere raffigurare in un diagramma le quote di accrescimento non avrebbe in questo caso alcun scopo in quanto è stato visto, con lo studio della differenza di medie, che solo il cuore cresce in peso, quantunque in modo appena statisticamente rilevabile, col crescere in peso dei feti.

Considerazioni sui risultati ottenuti.

È apparso che col crescere in peso degli animali non tutti gli organi crescono in peso assoluto. Infatti vi sono organi per i quali non ho notato alcun accrescimento in peso ed altri per cui l'accrescimento stesso ha subito arresti nel corso dello sviluppo degli animali. Fra gli organi in cui non ho notato alcun accrescimento in peso figurano l'intestino (tanto dei maschi che delle femmine non gravide e gravide), lo stomaco ed il fegato (per femmine gravide), l'utero (per le femmine non gravide). Gli organi, invece, per cui ho notato arresti durante l'accrescimento degli animali, sono la milza ed i polmoni (per i maschi e le femmine non gravide), lo stomaco (per i maschi).

L'intestino, non subisce, come è stato visto, alcun aumento in col crescere in peso degli animali. Ciò può fare supporre che l'intestino abbia raggiunto all'età in cui sono stati catturati gli animali, il suo massimo sviluppo. Infatti tale contingenza è legata, a parer mio, al rapido accrescimento ed all'intenso metabolismo delle talpe; condizioni, queste, che richiedono da parte dell'organismo animale una abbondantissima alimentazione. Si sa infatti (1) che la talpa ha un appetito insaziabile e che ogni giorno le abbisogna una quantità di cibo pari al peso del proprio corpo e che essa non può resistere talvolta che poche ore senza mangiare.

(1) Osservazioni biologiche in *Talpa europaea*, L. — Vol. giubilare prof. O. Polimanti. Perugia 1939.

Anche lo stomaco di femmine gravide non aumenta in peso assoluto col crescere in peso degli animali. Le cause sono, almeno in parte, le stesse di quelle dette per l'intestino; tanto più che le femmine gravide hanno bisogno di una alimentazione ancora più abbondante di quelle non gravide, dovendosi i feti sviluppare.

Ho detto che il fegato dei maschi e delle femmine non gravide cresce in peso col crescere del peso degli animali; mentre il fegato delle femmine gravide non varia di peso. Dell'accrescimento in peso del fegato in ragione del sesso, dello sviluppo e della riproduzione in *Talpa europaea* me ne sono interessato anche in precedenti mie ricerche (1), (2), (3). Ed in particolare per quelle talpe di cui ho studiato l'indice epatico nella stagione primaverile ho notato: che nei maschi il rapporto tra il peso del fegato e quello del corpo va diminuendo col crescere del peso degli animali; che nelle femmine in media ed avanzata gestazione lo stesso rapporto aumenta rispetto alle femmine non gravide o gravide solamente allo stato iniziale; che nei maschi, più pesanti delle femmine, il rapporto in causa è inferiore a quello delle femmine stesse.

In quanto all'utero, il cui peso non varia nelle femmine non gravide col crescere del peso degli animali, si sa che esso cambia notevolmente di volume in rapporto alla funzione di riproduzione, come altre volte ho ricordato.

Fra gli organi che subiscono arresti nel loro sviluppo, pur continuando gli animali a crescere in peso, ho notato la milza ed i polmoni (per i maschi e le femmine non gravide), e lo stomaco (per i soli maschi).

Gli arresti nello sviluppo di organi, pur continuando a crescere gli animali in peso, potrebbero dipendere da una relativa diminuita necessità da parte dell'organismo nel riguardo del funzionamento di quegli organi per i quali sono stati appunto notati arresti temporanei nel loro accrescimento in peso. E se tali arresti temporanei nello sviluppo di certi organi corrispondono a periodi diversi della vita dell'animale, ciò potrebbe significare che l'animale stesso non solo non richiede ai propri organi un lavoro in continuo aumento, ma che questo lavoro può essere richiesto agli organi stessi in periodi diversi dello sviluppo dell'organismo. Ho notato, così, in particolare

(1) Rapporto tra peso del fegato e peso corporeo in *Talpa europaea* L. « Arch. I. B. I. » già citato.

(2) Ibidem (Nota 2). « Boll. Zool. » A. X., 1939.

(3) Ibidem (Nota 3). « Atti Soc. Natur. Matem. » Modena, Vol. LXXI, 1940.

per la milza dei maschi, che detto organo non subisce che un' aumento dal 2.^o al 4.^o gruppo di individui appena statisticamente rilevabile, col crescere in peso degli animali; vale a dire che detto organo potrebbe essere considerato alla stessa stregua dell'intestino per il quale non sono stati notati in alcun caso aumenti in peso, tanto nei maschi che nelle femmine, col crescere in peso degli animali. Il tutto dipendendo, anche nel caso della milza, dal rapido sviluppo e dall'intenso metabolismo delle talpe. D'altronde tale ipotesi può trovare un valido appoggio per ciò che è stato detto in precedenza delle molteplici funzioni dell'organo in questione.

Ho detto più sopra che distribuendo le femmine gravide in lotti secondo il peso crescente dei feti, tutte le differenze, compresa quella relativa al peso corporeo, fra le medie in peso degli organi appartenenti ai due gruppi di animali, risultano statisticamente non significative, ad eccezione della differenza tra le medie in peso del cuore apparsa invece significativa. Si direbbe che col crescere del peso degli embrioni, il cuore si comporti, relativamente al suo accrescimento in peso, diversamente dagli altri organi; però metto in evidenza che detta differenza fra le due medie in peso dell'organo in questione non appare statisticamente significativa che molto lievemente.

Quanto è stato detto in precedenza riguarda lo studio dell'accrescimento degli organi in rapporto al loro peso assoluto.

Altre considerazioni si possono trarre dallo studio dell'accrescimento degli stessi organi, quando se ne consideri il peso in rapporto al peso dell'animale. È stato visto che col crescere in peso e quindi in età degli animali, diminuiscono relativamente al peso corporeo, tutti gli organi ad eccezione dei testicoli, del fegato in femmine non gravide e della milza in femmine gravide, che aumentano invece in peso più di quanto non aumenti il corpo.

I testicoli aumentano in proporzioni molto maggiori rispetto al corpo: ciò per cause inerenti alle funzioni sessuali. L'accrescimento del fegato in femmine non gravide, quantunque lievemente superiore all'accrescimento del corpo, è tuttavia in contrasto con quanto avviene negli altri organi: ciò è in rapporto con il fattore sesso e conseguentemente con le funzioni inerenti alla vita riproduttiva. L'aumento della milza in femmine gravide è tanto forte da egualiare quasi l'aumento del corpo: questo in dipendenza, almeno in grande parte, come dirò ancora, dello stato gravidico delle femmine; ipotesi questa confermata dal fatto che mettendo a confronto le medie in peso assoluto degli organi di femmine gravide e non

gravide, le sole differenze significative si hanno nella milza organo che è molto più pesante in femmine gravide che in femmine non gravide. È da notare ancora, a questo proposito, che il peso medio delle femmine non gravide ed il peso medio delle femmine gravide sono identici.

È stato parimenti osservato che col crescere in peso degli embrioni e col diminuire del peso della madre, crescono i pesi, relativamente al corpo, di tutti gli organi considerati.

In ogni modo appare che per gli organi in diminuzione rispetto al peso del corpo, tali diminuzioni variano assai di intensità fra loro, e ciò evidentemente in rapporto con quanto è stato detto in precedenza degli aumenti in peso assoluto degli organi stessi. Analogamente mi pare di potere riaffermare che gli organi il cui peso, relativamente al peso del corpo, diminuisce più fortemente degli altri, siano appunto quelli che raggiungeranno per primi il loro completo sviluppo, necessario alle superiori esigenze dell'organismo.

Le quote di accrescimento, oltre che confermare quanto è stato fin qui detto, indicano in quali periodi della vita dell'animale gli organi crescono maggiormente. I diagrammi ce lo indicano chiaramente.

Gli arresti temporanei, da parte degli organi nel corso del loro sviluppo — segnalatici in particolare dal calcolo della differenza di medie — sono indicati da rappresentazioni che procedono a sbalzi, invece d'essere queste rettilinee come nei casi di organi i cui pesi vanno più o meno gradatamente elevandosi col crescere in peso degli animali.

Ho anche notato che le differenze fra le velocità di accrescimento del peso corporeo e le velocità di accrescimento del peso dei singoli organi (ad eccezione di quelli — fegato per le femmine non gravide e milza per quelle gravide — i cui accrescimenti in peso hanno superato in velocità quelli del corpo) vanno accentuandosi con l'età, a causa delle quote di accrescimento del corpo che vanno sempre più elevandosi rispetto a quelle degli organi. Questo sta probabilmente a dimostrare che con l'invecchiare dell'animale gli organi tendono sempre più verso il loro massimo volume, sino al momento in cui è probabile che, continuando a crescere il corpo in peso, cessi invece definitivamente la crescita degli organi. Nel caso delle mie talpe dovrebbero, a parere mio, raggiungere prima il loro massimo sviluppo quegli organi che rappresentano le più basse quote di accrescimento, in quanto suppongo che non sia più

possibile una ripresa nello sviluppo da parte degli organi, trovandosi gli animali già in età avanzata.

Faccio ora alcuni confronti tra la talpa e l'uomo e tra maschi e femmine di talpa.

Polmoni.

Ho ricordato in precedenza che i polmoni dell'uomo diminuiscono in peso, rispetto al soma, se pure lievemente, dalla nascita dell'individuo allo stato adulto. Anche nella talpa, pur continuando gli stessi organi a crescere in peso assoluto, quantunque non costantemente, tanto nei maschi che nelle femmine, essi diminuiscono in peso relativamente al corpo, col crescere in peso ed in età degli animali.

Mentre nell'uomo i polmoni pesano alla nascita il 2%, circa rispetto al peso del corpo, non mi consta quale ne sia il peso relativo allo stato adulto. Però il Castaldi riporta che i polmoni pesano nell'uomo all'età dai 21 ai 30 anni g. 1043,1.

Ora, basandomi su un peso medio corporeo di K. 70 per un uomo adulto, trovo che in esso il peso relativo dei polmoni è dell'1,49%; peso che è inferiore, se ben di poco, a quello dei maschi (1,62%), e delle femmine (1,55%), di talpa.

Ho detto che il peso dei polmoni dipende dall'aumento della massa del tessuto muscolare, dal riempimento sanguigno della rete capillare polmonare, nonché dalla attività respiratoria e quindi dalle sue molteplici funzioni. Ora, conoscendo le differenze fra l'uomo e la talpa — per quanto concerne oltre che l'alimentazione ed il movimento da essa dipendente, già in parte precedentemente ricordati, anche la specie, la natura e le dimensioni dei soggetti nonché l'ambiente in cui questi vivono, il diverso rivestimento cutaneo come mezzo di difesa contro le variazioni di temperatura — tutto lascia supporre la possibilità di una differenza in uomo e talpa, nel peso relativo dei polmoni.

Se i polmoni, poi, delle femmine di talpa sono più leggeri di quelli dei maschi, penso che ciò dipenda, almeno in parte, dalla presenza di una cassa toracica più ampia nei maschi rispetto alle femmine. Si sa, infatti, che esiste una certa correlazione fra ampiezza della cassa toracica e volume dei polmoni.

Fegato.

Ho precedentemente ricordato che il fegato d'uomo pesa alla virilità circa il 2,5% del peso del corpo. Notevole è quindi la dif-

ferenza tra uomo e talpa, avendo notato in maschi adulti di talpa un minimo di peso del 4,75 % rispetto al corpo, ed in femmine adulte un minimo di circa il 6 %. Delle cause che fanno variare il peso del fegato in maschi e femmine di talpa ho detto in precedenza. In quanto, poi, alla differenza fra uomo e talpa, se le talpe hanno un fegato più pesante di quello dell'uomo, ciò dipende, secondo me, dal metabolismo, che è più intenso nella talpa che nell'uomo. D'altronde, si dice che, nella serie animale, il fegato è relativamente tanto più grosso quanto più l'individuo è giovane, piccolo, attivo e meno coperto. Però, a questo proposito, tengo a fare rilevare che io non credo che, per una stessa specie animale, il fegato sia relativamente tanto più grosso quanto più l'individuo è giovane; e, come dimostrazione, cito le ricerche da me compiute sull'indice epatico in *Mus decumanus* Pall. (1) nelle quali non ho trovato alcuna variazione tra l'indice epatico di lattanti e di giovani individui, rispetto all'indice epatico di adulti. Altri miei studi sui vertebrati confermano, in generale, tali risultati.

Cuore.

Il cuore di talpa si comporta come quello d'uomo, che continua a crescere in peso assoluto sino alla virilità. Ma poichè il peso diminuisce rispetto al corpo, penso che ciò dipenda dalla sua attività che rallenta coll'invecchiare dell'organismo.

Il cuore dell'uomo, però, differisce da quello della talpa in quanto, mentre ho notato nella talpa adulta un peso minimo del 0,6 % circa tanto per l'un sesso che per l'altro; nell'uomo adulto, invece, il peso del cuore raggiunge circa il 0,4 %. Penso che tale aumento in peso del cuore di talpa rispetto al cuore d'uomo dipenda dall'attività dell'organismo animale; attività che indubbiamente è maggiore nella talpa, il cui lavoro è relativamente più pesante ed anche più intenso di quello dell'uomo. D'altronde, l'enorme consumo di cibo da parte della talpa — consumo legato a così intenso metabolismismo — ne è la conferma.

Milza.

Ho in precedenza accennato al fatto che la milza pesa nell'uomo adulto il 2 % rispetto al corpo. Nelle talpe la percentuale in peso della milza è superiore di parecchio a quella dell'uomo, avendo

(1) Ancora sul rapporto tra peso del fegato e peso corporeo in un mammifero: *Mus decumanus* Pall. « Rend. R. Acc. Lincei. » Vol. XXVIII., 1938.

notato nei maschi di talpa un minimo del 0,41 % di peso e nelle femmine non gravide 0,49 %. La percentuale media di talpe gravide è del 0,70 %.

Metto in rapporto tale differenza tra i pesi relativi della milza d'uomo e di talpa ancora col metabolismo, di entità molto diversa nelle due specie, come è già stato altre volte detto.

In quanto alla differenza tra maschi e femmine non gravide, ripeto quanto ho detto in altre occasioni, allorchè ho presupposto l'esistenza di un più forte metabolismo nelle femmine che non nei maschi. Però, la differenza maggiore e di gran lunga più importante, sino al punto da richiedere, a parer mio, ulteriori e più minuziose ricerche, è quella riscontrata tra femmine gravide e femmine non gravide.

Faccio notare che a parità perfetta di peso medio del corpo tra le talpe gravide e quelle non gravide da me catturate, corrispondono differenze non statisticamente significative fra le medie in peso di tutti gli organi ad eccezione della milza. Questa, infatti, presenta una media in peso di g. 0,383 nelle femmine non gravide ed una media di g. 0,519 nelle femmine gravide; ciò che rappresenta un aumento in peso della milza del 35,5 % da parte di queste ultime femmine rispetto alle prime.

Tale comportamento della milza in femmine gravide, rispetto a quelle non gravide, e nei maschi, è la conseguenza senza alcun dubbio, dello stato di gestazione delle femmine. Sono del parere che l'analisi chimica dell'organo servirà a chiarire l'interessante questione.

Inizialmente, parlando della milza, ho detto che è il principale deposito del ferro, l'organo che origina la colesterina e che secerne sostanze indispensabili al metabolismo dei grassi, che è ricca in albumina, ma soprattutto in calcio contenuto in essa sotto forma di riserva. Ora queste sostanze, assieme forse ad altre qui non ricordate, potrebbero trovarsi nella milza in maggior quantità durante la gestazione, per la formazione e la nutrizione dei feti.

Reni.

I reni, come è stato visto per l'uomo, diminuiscono in peso, rispetto al corpo, col crescere in età degli individui, pur continuando a crescere in peso assoluto. Però, il peso percentuale dei reni rispetto al corpo raggiunge nelle talpe un minimo (0,86 % per i maschi e più dell'1 % per le femmine) che è superiore di parecchio al peso dei reni dell'uomo (0,46 % alla virilità)

Ora, se si pensa che la funzione del rene è di depurare il sangue dai prodotti catabolici, è naturale che detta funzione debba dipendere dalla alimentazione e dal metabolismo dell'animale. E poichè, come ho riferito più sopra, la talpa consuma in proporzione molto più dell'uomo — anche per il maggior lavoro ed in base alle leggi che regolano il consumo di materiale nutritizio in rapporto alle dimensioni ed al rivestimento cutaneo dell'animale ed al funzionamento degli organi interni — è naturale che essa debba espellere una maggior quantità di prodotti catabolici; il che porterebbe, a mio parere, ad un accrescimento maggiore in peso del rene di talpa in confronto al rene d'uomo. Se i reni delle femmine, poi, pesano di più di quelli dei maschi, penso che ciò dipenda dalla maggiore voracità delle femmine, come già dissi in un altro mio lavoro già citato, specie se trovansi in gestazione.

Stomaco ed intestino.

Il CASTALDI non riporta dati concernenti il peso relativo dello stomaco e dell'intestino in uomini adulti. Per un confronto con la talpa ho calcolato, come ho fatto per i polmoni, il peso relativo di stomaco ed intestino in uomini adulti partendo dal loro peso assoluto pari a g. 1364 che trovasi nel citato lavoro del Castaldi. Mi è risultato, così, un peso relativo per intestino e stomaco uniti dell'1,94 %. A tale cifra corrisponde nelle talpe il 2,94 % per i maschi, il 3,71 % per le femmine non gravide ed il 3,61 % per le femmine gravide. Considerando identici i dati riguardanti le femmine gravide e non gravide, si vede come nell'uomo stomaco ed intestino presentano uno sviluppo in peso nettamente inferiore a quello della talpa. Evidentemente, anche queste differenze fra uomo e talpa vanno ricercate nel metabolismo, che è molto più attivo, come ho già più volte ricordato, nelle talpe che nell'uomo, per le ragioni messe precedentemente in evidenza. Se nelle femmine, poi, il peso relativo dello stomaco e dell'intestino supera quello dei maschi, ciò lo si può attribuire ad un più accentuato metabolismo femminile, legato in buona parte, alle funzioni di gestazione e di allattamento.

Il peso dell'intestino, poi, confrontato con quello dello stomaco, è leggermente superiore nelle femmine rispetto ai maschi. Tali differenze fra i due sessi sarebbe la conseguenza di quanto è stato detto in precedenza.

Nell'uomo il peso dell'intestino va crescendo, rispetto a quello del corpo, nella vita intrauterina, sino a raggiungere alla fine di

questa un peso sei volte superiore a quello dello stomaco. Nella talpa si ha, per l'intestino, un peso doppio di quello dello stomaco per gli individui più giovani da me considerati; mentre in quelli di maggiore età il peso dell'intestino supera del 50 %, appena quello dello stomaco. Se, poi, anche nella talpa si verifica in massima, durante il periodo di vita intrauterina, quanto avviene nell'uomo durante lo stesso periodo, si avrebbe in essa, con l'invecchiare, un ritorno alle condizioni giovanili, relative al rapporto tra peso dello stomaco e peso dell'intestino; in quanto appunto è stato più sopra visto che l'intestino va decrescendo di peso, rispetto allo stomaco, col crescere in età degli animali,

Conclusioni.

Ho studiato l'accrescimento degli organi (polmoni, fegato, cuore, milza, reni, gonadi, stomaco, intestino) di *Talpa europaea* L., in individui adulti o pressochè tali, catturati in primavera (dal 17 marzo al 18 maggio 1938) nei dintorni di Modena.

Dopo avere brevemente accennato all'accrescimento viscerale degli organi nell'uomo ed alle loro funzioni, ho studiato, per confronto, le variazioni dell'accrescimento negli organi di talpa.

Da queste ricerche ho tratto considerazioni di carattere generale, oltre ad altre interessanti la specie studiata, nei riguardi del sesso e dello stato gravidico per femmine in gestazione.

Dalle ricerche eseguite sulle talpe è stato visto che col crescere in peso degli animali non tutti gli organi crescono in peso assoluto; essendovene stati di quelli per i quali non è risultato alcun accrescimento in peso ed altri per cui l'accrescimento stesso ha subito arresti o rallentamenti nel corso dell'età degli animali. Ho messo ciò in rapporto con le diverse esigenze da parte dell'organismo nei riguardi del funzionamento dei vari organi.

I pesi relativi degli organi sono apparsi superiori nella talpa che nell'uomo. Metto in rapporto tali differenze particolarmente col metabolismo, più rilevante nelle talpe che nell'uomo; e con altri fattori, che sono d'altronde in stretta funzione col metabolismo stesso. Tali fattori sono inerenti alla specie, alla natura ed alle dimensioni dei soggetti messi a confronto, all'attività ed al rivestimento cutaneo degli stessi, nonchè all'ambiente ed alla rapidità del loro sviluppo.

Sono state pure notate differenze tra maschi e femmine di talpa nell'accrescimento degli organi studiati. La diversa intensità nel metabolismo esistente fra i due sessi della specie studiata, sarebbe

secondo me la conseguenza di un più alto peso relativo di certi organi (milza, reni, stomaco, intestino) nelle femmine rispetto ai maschi. Anche il fegato è apparso più pesante, relativamente al soma, nelle femmine che non nei maschi di talpa; ma ciò è messo da me in rapporto specialmente con la funzione di gestazione. Il solo organo apparso di peso relativo più piccolo nelle femmine che non nei maschi è il polmone; collego ciò con una minore capacità toracica nelle femmine rispetto ai maschi.

Dal confronto tra femmine gravide e femmine non gravide appare un peso relativo della milza superiore di più di $1/3$ nelle femmine gravide rispetto alle non gravide. Ammetto che questo peso superiore sia dovuto allo stato di gestazione che causa nella milza un accumulo di sostanze indispensabile alla formazione e nutrizione dei feti.

RIASSUNTO.

L'A. ha studiato l'accrescimento viscerale in *Talpa europaea* L. Esso mette in evidenza le variazioni fra gli organi, ricercandone le cause, e pone a confronto l'accrescimento in talpa con l'accrescimento nell'uomo.

Leggenda dei diagrammi:

Nei diagrammi inclusi in questa nota, sulla linea delle ascisse trovansi raffigurati i gruppi degli animali e sulla linea delle ordinate le quote di accrescimento.

Tab. 1. - Maschi

N. individui	Animale			Polmoni			Fegato			Cuore			Milza			Reni			Testicoli			Stomaco			Intestino		
	Peso	A	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q
20	da g. 49 a g. 79	70,7 ± 1,1	100,—	129,8 ± 2,9	1,83	100,—	370,7 ± 10,7	5,24	100,—	50,6 ± 1,1	0,71	100,—	37,5 ± 2,2	0,53	100,—	69,8 ± 1,5	0,98	100,—	25,2 ± 4,1	0,35	100,—	92,8 ± 2,4	1,31	100,—	183,1 ± 7,3	2,58	100,—
47	» 80 » 89	84,8 ± 0,2	119,94	149,2 ± 2,6	1,75	114,94	421,3 ± 4,8	4,96	113,64	53,9 ± 0,7	0,63	106,52	38,5 ± 1,1	0,45	102,66	76,3 ± 0,9	0,89	109,31	62,2 ± 2,8	0,73	246,82	109,1 ± 1,9	1,28	117,56	188,8 ± 5,-	2,22	103,11
58	» 90 » 99	94,7 ± 0,2	133,94	161,1 ± 2,3	1,70	124,27	460,7 ± 3,7	4,86	124,27	60,3 ± 0,6	0,63	119,16	42,6 ± 1,1	0,45	113,6	81,7 ± 0,9	0,86	117,04	75,1 ± 2,9	0,79	298,01	112,8 ± 1,3	1,19	121,55	185,5 ± 4,6	1,95	101,31
34	» 100 » 122	105,5 ± 0,6	143,22	171,7 ± 3,-	1,62	132,28	501,6 ± 8,1	4,75	135,31	65,2 ± 0,7	0,61	128,85	44,2 ± 1,1	0,41	117,86	91,5 ± 0,8	0,86	131,08	97,- ± 3,-	0,92	384,92	124,1 ± 1,7	1,17	133,72	186,8 ± 5,8	1,77	102,02

Tab. 2. - Femmine (non gravide)

N. individui	Animale			Polmoni			Fegato			Cuore			Milza			Reni			Utero			Stomaco			Intestino		
	Peso	A	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q
40	da g. 42 a g. 70	62,4 ± 0,7	100,—	126,1 ± 2,8	2,01	100,—	361,- ± 7,4	5,78	100,—	45, ± 0,5	0,72	100,—	33,9 ± 1,-	0,54	100,—	69,2 ± 1,2	1,10	100,—	66,5 ± 5,3	1,06	100,—	96,9 ± 2,-	1,55	100,—	175,8 ± 4,7	2,81	100,—
45	» 71 » 79	74,6 ± 0,2	119,55	124,2 ± 2,2	1,66	98,49	452,9 ± 5,5	6,06	125,45	50,4 ± 0,4	0,66	112,—	39,3 ± 1,4	0,52	115,92	80,- ± 0,9	1,07	115,60	86,9 ± 5,3	1,16	130,67	112,6 ± 1,8	1,50	116,20	180,7 ± 5,-	2,41	102,78
27	» 80 » 99	87,- ± 0,7	139,42	185,1 ± 2,1	1,55	107,13	520,1 ± 10,3	5,97	144,07	54,9 ± 0,8	0,63	122,—	43,3 ± 1,5	0,49	127,72	88,1 ± 1,3	1,01	127,31	83,7 ± 7,5	0,96	125,86	122,8 ± 2,9	1,41	126,72	200,8 ± 8,4	2,30	114,22

Tab. 3. - Femmine (gravide)

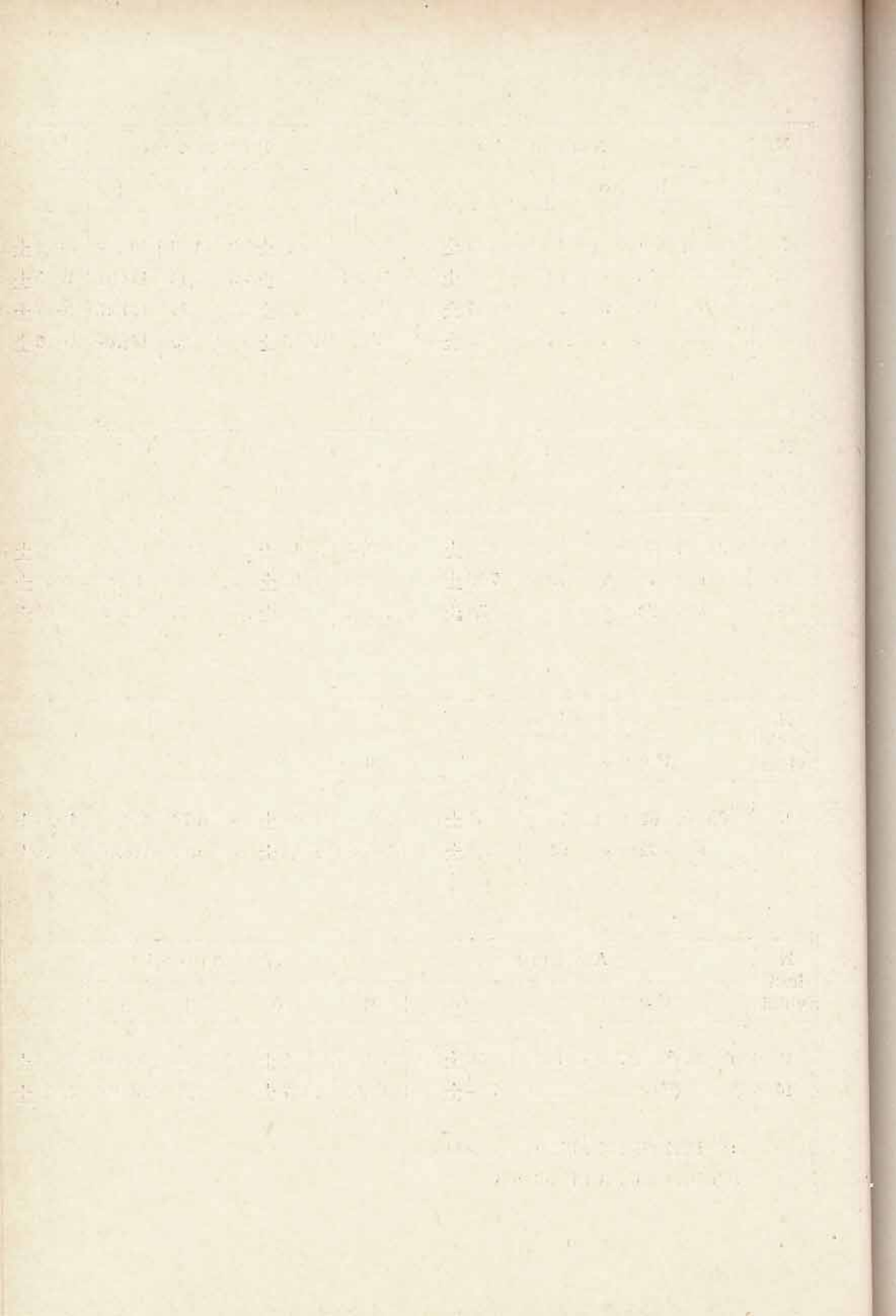
N. individui	Animale			Polmoni			Fegato			Cuore			Milza			Reni			Stomaco			Intestino		
	Peso	A	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q
15	da g. 61 a g. 70	67,1 ± 0,4	100,—	120,- ± 3,-	1,78	100,—	410,6 ± 7,9	6,11	100,—	47,2 ± 0,9	0,70	100,—	43,4 ± 1,4	0,64	100,—	76,6 ± 1,5	1,14	100,—	103,4 ± 1,9	1,54	100,—	173,4 ± 7,9	2,58	100,—
15	» 72 » 94	79,8 ± 1,1	118,92	139,4 ± 3,7	1,74	116,16	483,4 ± 8,6	6,05	117,73	52,2 ± 0,7	0,65	110,59	60,4 ± 3,7	0,75	139,17	86,7 ± 1,4	1,08	113,18	110,9 ± 3,5	1,39	107,25	177,3 ± 6,-	2,22	102,24

Tab. 4. - Femmine (gravide)

N. individui	Animale			Polmoni			Fegato			Cuore			Milza			Reni			Stomaco			Intestino		
	Peso	A	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q	A	a	q
16	da g. (*) 1,17 a g. 5,07	74,6 ± 1,5	100,—	125,9 ± 4	1,68	100,—	436,5 ± 10,7	5,84	100,—	48,6 ± 0,9	0,65	100,—	50,8 ± 3,-	0,68	100,—	81,5 ± 1,8	1,09	100,—	108,7 ± 3,4	1,45	100,—	177,- ± 5,8	2,37	100,—
14	» (**) 8,22 » 29,50	72,- ± 1,-	96,51	134,7 ± 3	1,87	106,98	459,1 ± 8,2	6,37	105,17	51,0 ± 0,9	0,70	104,93	53,2 ± 3,3	0,73	104,72	81,9 ± 1,5	1,13	100,49	105,3 ± 1,9	1,46	96,87	173,9 ± 3,9	2,41	98,24

(*) Pesi riferiti all'utero gravido

(**) Pesi riferiti ai soli feti.



TAB. 5 — *Maschi*.

	Media aritmetica	Estremi assoluti	Scarto assoluto	Scarto qua- dratico medio	Coefficiente di variabilità
Animale . .	91,1 ($\pm 0,6$)	49-122	73	11,5 ($\pm 0,4$)	12,6 ($\pm 0,4$)
Polmoni . .	155,9 ($\pm 1,4$)	88-240	152	28,2 (± 1)	18 ($\pm 0,6$)
Fegato . . .	446,5 (± 3)	161-669	508	68,1 ($\pm 2,5$)	15,2 ($\pm 0,5$)
Cuore . . .	58,3 ($\pm 0,4$)	31-80	49	8,8 ($\pm 0,3$)	15,1 ($\pm 0,5$)
Milza . . .	41,1 ($\pm 0,6$)	16-79	63	12,9 ($\pm 0,4$)	31,4 ($\pm 1,1$)
Reni . . .	80,7 ($\pm 0,6$)	42-115	73	11,8 ($\pm 0,4$)	14,5 ($\pm 0,5$)
Testicoli . .	69,7 ($\pm 1,2$)	3-184	181	36,1 ($\pm 1,3$)	51,5 ($\pm 2,2$)
Stomaco . .	111,6 (± 1)	50-189	139	18,7 ($\pm 0,7$)	16,6 ($\pm 0,6$)
Intestino . .	186,5 ($\pm 2,7$)	91-364	273	51 ($\pm 1,9$)	27,2 (± 1)

TAB. 6. — *Femmine* (non gravide).

	Media aritmetica	Estremi assoluti	Scarto assoluto	Scarto qua- dratico medio	Coefficiente di variabilità
Animale . .	73,2 ($\pm 0,7$)	42-99	57	10,6 ($\pm 0,4$)	14,5 ($\pm 0,6$)
Polmoni . .	127,5 ($\pm 1,5$)	46-193	147	23,5 (± 1)	18,3 ($\pm 0,8$)
Fegato . .	436,3 ($\pm 5,8$)	190-692	502	90,5 ($\pm 4,1$)	20,7 ($\pm 0,9$)
Cuore . . .	49,5 ($\pm 0,4$)	33-67	34	6,6 ($\pm 0,2$)	13,2 ($\pm 0,5$)
Milza . . .	38,3 ($\pm 0,8$)	9-72	63	12,8 ($\pm 0,5$)	33,6 ($\pm 1,6$)
Reni . . .	78,1 ($\pm 0,8$)	41-111	70	13,1 ($\pm 0,5$)	16,7 ($\pm 0,7$)
Utero . . .	78,8 ($\pm 3,4$)	4-265	261	54 ($\pm 2,4$)	68,3 ($\pm 3,9$)
Stomaco . .	109,5 ($\pm 1,4$)	55-192	137	21,7 ($\pm 0,9$)	19,7 ($\pm 0,9$)
Intestino . .	183,8 ($\pm 3,4$)	84-345	261	53,4 ($\pm 2,3$)	29 ($\pm 1,3$)

TAB. 7 — *Femmine* (gravide).

	Media aritmetica	Estremi assoluti	Scarto assoluto	Scarto qua- dratico medio	Coefficiente di variabilità
Animale . .	73,4 ($\pm 0,9$)	61-93	32	7,8 ($\pm 0,6$)	10,6 ($\pm 0,9$)
Polmoni . .	129,7 ($\pm 3,2$)	94-171	77	21,5 ($\pm 2,2$)	16,5 ($\pm 1,4$)
Fegato . .	44,7 ($\pm 7,3$)	305-580	275	58,7 ($\pm 5,1$)	13,1 ($\pm 1,1$)
Cuore . . .	49,7 ($\pm 0,6$)	37-59	22	5,5 ($\pm 0,4$)	11 ($\pm 0,9$)
Milza . . .	51,9 ($\pm 2,2$)	21-100	79	18,1 ($\pm 1,5$)	34,8 ($\pm 3,3$)
Reni . . .	81,7 ($\pm 1,2$)	63-106	43	9,9 ($\pm 0,8$)	12 (± 1)
Stomaco . .	107,1 ($\pm 2,1$)	73-156	83	16,9 ($\pm 1,4$)	15,7 ($\pm 1,4$)
Intestino . .	175,4 ($\pm 3,6$)	123-236	113	29,2 ($\pm 2,5$)	16,6 ($\pm 1,4$)

Sulla probabilità termodinamica di stato di una massa d'aria

§ 1. — Una massa d'aria è caratterizzata dal punto di vista di vista termodinamico-meteorologico, allo stesso modo che, in generale, una massa di gas dal punto di vista chimico-fisico quando ne sia assegnata l'entropia.

La Meteorologia moderna usa, anche, spesso, al posto dell'entropia, una grandezza a quest'ultima intimamente collegata, e, cioè, la temperatura potenziale, che è la temperatura assunta da una massa d'aria secca, la quale venga portata, adiabaticamente alla pressione p_0 di riferimento (praticamente, in Meteorologia, $p_0 = 1000$ mb).

Questa modesta Nota ha lo scopo di introdurre, se ciò non è ancora stato fatto, come non mi consta, nelle considerazioni meteorologiche, il concetto, ben acquisito in Termodinamica, di « probabilità di stato ».

Indichiamo, al solito con $d'Q$ una quantità di calore infinitesima (scriviamo $d'Q$ e non dQ poichè la quantità di calore non è un differenziale esatto) e indichiamo con A l'equivalente termico dell'unità di lavoro; è notorio, allora, che dal I Principio della Termodinamica, riferendosi, al solito, alla grammolecola, discende immediatamente la relazione:

$$(1) \quad d'Q = C_p dT - AR T \frac{dp}{p}$$

dove il significato dei simboli è quello usuale.

Dividendo la (1) per T si ottiene la nota espressione dell'entropia

$$dS = \frac{d'Q}{T} = C_p \frac{dT}{T} - AR \frac{dp}{p}$$

e, integrando fra gli stati 1 e 2 si ha, immediatamente

$$(2) \quad S_2 - S_1 = C_p \log \frac{T_2}{T_1} - AR \log \frac{p_2}{p_1}$$

Ricordiamo, ora, il principio di Nernst: detta $S(A_T)$ l'entropia corrispondente ad uno stato termodinamico caratterizzato dalla temperatura Kelvin T , detto, inoltre, c il calore specifico

$$(3) \quad S(A_T) = \int_0^T \frac{d'Q}{T} = \int_0^T c \frac{dT}{T}$$

Per esso principio, l'entropia di qualunque sistema termodinamico (la validità per qualunque sistema termodinamico risulta chiara dalle moderne statistiche di Bose-Einstein e di Fermi) si annulla allo zero assoluto. Ma è noto (*) che la validità del teorema di Nernst per quanto riguarda l'annullarsi dell'entropia non è limitata al punto $T = 0$, ma, si estende, invece, ad un intervallo di temperatura $0 \rightarrow T_N$ dove T_N dipende dalle varie sostanze considerate (per esempio, nel caso dello Stagno si ha $T_N = 20^\circ$ assoluti). Allora, riferendoci alla soprascritta formula (2), avremo che per $T_1 = T_N$ (corrispondente, esisterà un valore p_N della pressione) sarà $S_1 = 0$.

Sarà quindi in, generale

$$(2') \quad S(A_T) = C_p \log \frac{T}{T_N} - AR \log \frac{p}{p_N}$$

(ricordiamo, a questo proposito che, in analogia a quanto sopra scritto, secondo una convenzione introdotta dai meteorologi inglesi (Shaw) si suole, per una massa d'aria atmosferica scrivere

$$(2'') \quad S = C_p \log \frac{T}{100} - AR \log \frac{p}{1000}$$

cioè scrivere $S_1 = 0$ per $T = 100^\circ$ Kelvin e $p = 1000$ mb).

Prendiamo in considerazione, ora, la probabilità termodinamica $P(A_T)$ dello stato A_T caratterizzato dalla temperatura assoluta T e dalla pressione p ; $P(A_T)$ è, dunque, il numero degli stati microscopici o, il che è lo stesso, qui, meccanici, corrispondenti allo stato termodinamico T, p .

Tenendo presente, la relazione di Boltzmann fra entropia e probabilità

$$(3) \quad S(A_T) = k \log P(A_T)$$

(*) J. EGGERTH, *Trattato di Chimica-Fisica ed Elettrochimica*.

dove k è la celebre costante di Boltzmann, otteniamo immediatamente dalla (2') e dalla (3)

$$(4) \quad S(A_T) = C_p \log \frac{T}{T_N} - AR \log \frac{p}{p_N} = k \log P(A_T)$$

Passando dai logaritmi ai numeri, la (4) diventa:

$$(5) \quad P(A_T) = \frac{\left(\frac{T}{T_N}\right)^{C_p/k}}{\left(\frac{p}{p_N}\right)^{AR/k}}$$

La formula (5) ci fornisce, in generale, ed in particolare per una massa d'aria atmosferica, il numero degli stati microscopici possibili in corrispondenza dello stato macroscopico T, p .

Per quanto riguarda la temperatura potenziale θ , definita come è noto, dalla relazione

$$(6) \quad T = \theta \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{AR}{C_p}} = \theta \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

dove p_0 è la pressione di riferimento e $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$, ricordiamo che essa è legata all'entropia dalla relazione

$$(7) \quad S = C_p \log \frac{\theta}{\theta_0}$$

come discende subito da (6) derivando logaritmicamente e, poscia, integrando.

Considerato, allora, al solito, lo stato A_T , abbiamo, successivamente:

$$S(A_T) = C_p \log \frac{\theta_{A_T}}{\theta_0} \quad ; \quad S(A_T) = k \log P(A_T)$$

$$(8) \quad C_p \log \frac{\theta_{A_T}}{\theta_0} = k \log P(A_T)$$

Passando dai logaritmi ai numeri, la (8) diventa:

$$(8') \quad \left(\frac{\theta_{A_T}}{\theta_0}\right)^{C_p} = P(A_T)^k \quad \text{oppure} \quad (8'') \quad \theta_{A_T} = \theta_0 P(A_T)^{k/C_p}$$

relazione, come si vede, semplicissima, che lega la probabilità termodinamica di stato alla temperatura potenziale.

È forse superfluo, a questo punto, dire quanto segue: essendo T_{N_a} la temperatura estremo superiore dell'intervallo di annullamento dell'entropia (teorema di Nernst) per una massa d'aria, anche alla temperatura T_{N_a} si ha, allora manifestamente, come allo zero assoluto.

$$P = 1$$

Facciamo, ora, una modesta considerazione di statistica quantica, applicandola ad una massa d'aria atmosferica.

Com'è noto, il problema della costante dell'entropia dei gas è stato risolto nella Statistica della teoria dei quanti, sia per le molecole monoatomiche, sia per quelle biatomiche (**).

Per le molecole monostomiche senza degenerazione nello stato fondamentale, considerate n molecole di massa m in un volume V e dette, al solito, k la costante di Boltzmann ed h la costante di Planck, vale la formula

$$(9) \quad S = kn \left\{ \frac{3}{2} \log T - \log \frac{n}{V} + \log \frac{(2 \pi m k)^{3/2} e^{5/2}}{h^3} \right\}$$

Se, invece, lo stato fondamentale è p volte degenero, si trova l'espressione dell'entropia

$$(9) \quad S = kn \left\{ \frac{3}{2} \log T - \log \frac{n}{V} + \log \frac{(2 \pi m k T)^{3/2} p e^{5/2}}{h^3} \right\}$$

Orbene, siccome, in accordo con quanto si fa usualmente in Meteorologia, noi trattiamo l'aria, globalmente, come un gas costituito da molecole biatomiche, prescindendo dallo spin nucleare e nell'intervallo di temperatura soddisfacente alla solita condizione (**) avremo:

$$(10) \quad S = nk \left\{ \frac{5}{2} \log T - \log \frac{n}{V} - \log (Bh) + \log \frac{(2 \pi m)^{3/2} k^{5/2} e^{7/2}}{h^3} \right\}$$

dove B dipende dal momento d'inerzia I della molecola secondo la formula

$$(11) \quad B = \frac{h}{8 \pi^2 I c}$$

dove c è, al solito, la velocità critica.

(**) E. FERMI, *Molecole e cristalli*.

Allora, mettendo in relazione l'espressione quantistica (10) dell'entropia di un gas biatomico con l'espressione (7) della temperatura potenziale d'una massa d'aria, abbiamo, successivamente:

$$C_p \log \frac{\theta}{\theta_0} = nk \left\{ \log \frac{(2\pi m)^{1/2} k^{5/2} T^{5/2} e^{7/2}}{h^3} - \log \frac{nkB}{V} \right\}$$

e, passando dai logaritmi ai numeri, dopo aver posto $\frac{nk}{C_p} = \rho$

$$(12) \quad \theta = \theta_0 \frac{(2\pi m e k T)^{5/2 \rho} (k T V)^{\rho} e^{2\rho}}{(n B h^4)^{\rho}}$$

§ 2. — Passiamo, ora, ad esprimere anche la temperatura equivalente potenziale, cioè la temperatura equivalente, che assume una massa d'aria portata adiabaticamente alla pressione p_0 di riferimento, ricordando che la temperatura equivalente è la temperatura che assumerebbe una massa d'aria se tutto il vapore in essa contenuto si condensasse.

Com'è ben noto, si ha, dette θ' la temperatura equivalente e θ'' la temperatura equivalente potenziale:

$$(13) \quad \theta' = T + 2,5 u_s$$

dove u_s è l'umidità specifica e

$$(14) \quad \theta'' = (T + 2,5 u_s) \left(\frac{p_0}{p} \right)^{AR/C_p}$$

La relazione fra θ'' e la probabilità termodinamica discende immediatamente dalla (8') e dalla (14).

Si ha, infatti, successivamente

$$\theta = \theta_0 P^{k/C_p}$$

e

$$\theta'' = T \left(\frac{p_0}{p} \right)^{AR/C_p} + 2,5 u_s \left(\frac{p_0}{p} \right)^{AR/C_p}$$

cioè

$$(15) \quad \theta'' = \theta + \frac{2,5 u_s}{T} \theta = \theta \left(1 + 2,5 \frac{u_s}{T} \right)$$

quindi

$$(15') \quad \theta'' = \theta_0 P^{k/C_p} \left(1 + 2,5 \frac{u_s}{T} \right)$$

Dalla (15') si vede come si potrebbe integrare, dal punto di vista teorico, il diagramma termodinamico di Schinze che, com'è noto, rappresenta un mezzo potente di analisi delle masse d'aria, descrivendole a mezzo dei parametri θ'' ed H (altezza in ettometri geodinamici).

Mi riservo di integrare le poche considerazioni svolte in una eventuale Nota successiva. Ringrazio vivamente il prof. Mariano Pierucci per l'interessamento dimostrato alla presente.

Modena — Istituto fisico della R. Università

10 - 6 - 1942 - XX.

Una espressione riassuntiva non integro-differenziale e non statistico-quantica dei tre Principi della Termodinamica

§ 1. — Com'è noto, si possono esprimere sinteticamente il primo e il secondo Principio della Termodinamica, mediante l'introduzione della funzione energia libera, nel processo a T e p costanti (potenziale termodinamico isotermo-isobaro) e nel processo a T e V costanti (potenziale termodinamico isotermo-isocoro). Infatti, dall'espressione analitica (1) del secondo Principio

$$(1) \quad dS \geq 0$$

dove S è, al solito, l'entropia, si arriva, introducendo il potenziale termodinamico isotermo-isobaro

$$\Phi = U + pV - TS = W - TS$$

dove W è la funzione termica di Gibbs (gli altri simboli sono usuali) all'espressione:

$$(1') \quad d\Phi \leq 0$$

che esprime ancora analiticamente il secondo Principio, riassumendo in sé il primo, data la definizione di Φ .

Analogamente, per quanto riguarda il processo isotermo-isocoro, si arriva, introducendo il potenziale termodinamico isotermo-isocoro,

$$\Psi = U - TS$$

alla

$$(1'') \quad d\Psi \leq 0$$

Non mi sembra inopportuno, in questa breve Nota, scrivere una espressione sintetica dei tre Principi, in quanto essa risulta, in virtù di una modesta osservazione scritta in termini non integro-

differenziali e prescindendo da considerazioni di Statistica della Teoria dei quanti, cioè in termini essenzialmente semplici.

Ricordiamo l'espressione del primo principio della Termodinamica

$$(2) \quad d'Q = dU + p dV$$

dove le grandezze, ben chiare, al solito, dal punto di vista del simbolismo, sono tutte espresse nelle unità termiche (o meccaniche). Com'è noto, la (2) si può scrivere, introducendo il calore specifico a volume costante C_v o il calore specifico a pressione costante C_p , e si hanno, allora, rispettivamente, la (3) e la (4)

$$(3) \quad d'Q = C_v dT + RT \frac{dV}{V}$$

$$(4) \quad d'Q = C_p dT - RT \frac{dp}{p}$$

Dalla (3) e dalla (4) si arriva, immediatamente, alle due espressioni dell'entropia

$$(5) \quad dS = \frac{d'Q}{T} = C_v \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V}$$

$$(6) \quad dS = \frac{d'Q}{T} = C_p \frac{dT}{T} - R \frac{dp}{p}$$

Teniamo presenti, ora, il secondo ed il terzo principio della Termodinamica. L'espressione analitica del secondo è la (1), già scritta; quella del terzo (teorema di Nernst) è l'espressione assoluta dell'entropia

$$(7) \quad S = \int_0^T \frac{d'Q}{T} = \int_0^T c \frac{dT}{T}$$

dove c è il calore specifico.

Orbene, è noto (*) che l'annullamento della funzione S non avviene solo nel punto $T=0$, ma si verifica per un intervallo di temperature $0 \rightarrow T_N$, dove con T_N indichiamo l'estremo superiore variabile da sostanza a sostanza (per esempio, per lo Stagno, $T_N = 20^\circ K$). Integriamo, allora, la (5) e la (6)

(*) Vedere, per esempio: J. EGGERTH, *Trattato di Chimica - Fisica ed Elettrochimica*.

$$(5') \quad S_2 - S_1 = C_v \log \frac{T_2}{T_1} + R \log \frac{V_2}{V_1}$$

$$(6') \quad S_2 - S_1 = C_p \log \frac{T_2}{T_1} - R \log \frac{p_2}{p_1}$$

La (5') e la (6') per $T_1 = T_N$ (in corrispondenza, $V_1 = V_N$ e $p_1 = p_N$) forniscono due espressioni assolute dell'entropia, e, precisamente, la (5'') e la (6'') che seguono (**):

$$(5'') \quad S = C_v \log \frac{T}{T_N} + R \log \frac{V}{V_N}$$

$$(6'') \quad S = C_p \log \frac{T}{T_N} - R \log \frac{p}{p_N}$$

Le formule (5'') e (6'') esprimono sinteticamente il primo ed il terzo Principio della Termodinamica. Imponendo, ora, alla (5'') ed alla (6'') di compendiare la (1), noi otteniamo una espressione riassuntiva dei tre Principi. Diremo, cioè, in una rappresentazione T, V :

$$(7) \quad C_v \log \frac{T}{T_N} + R \log \frac{V}{V_N} = \begin{cases} \text{funzione crescente} \\ \text{(cicli irreversibili)} \\ \text{costante} \\ \text{(cicli reversibili)} \end{cases}$$

E, analogamente, in una rappresentazione p, T :

$$(8) \quad C_p \log \frac{T}{T_N} - R \log \frac{p}{p_N} = \begin{cases} \text{funzione crescente} \\ \text{(cicli irreversibili)} \\ \text{costante} \\ \text{(cicli reversibili)} \end{cases}$$

§ 2, — Rimanendo nel campo della Statistica di Boltzmann, siccome è

$$(9) \quad S = k \log P$$

dove k è la celebre costante di Boltzmann, e P la probabilità termodinamica di stato, possiamo esprimere globalmente i tre Principi.

(**) Si può vedere la mia precedente Nota:

A. PIGNEDOLI, *Sulla probabilità termodinamica di stato di una massa d'aria*, « Atti Soc. Nat. e Matem. di Modena », vol. LXXIII, anno 1942.

in senso statistico classico. Infatti, da (9) abbiamo

$$(9') \quad dS = k \frac{dP}{P} \geq 0 \quad \text{cioè} \quad dP \geq 0$$

od anche:

$$(9'') \quad P = \begin{cases} \text{funzione crescente (cicli irreversibili)} \\ \text{costante (cicli reversibili)} \end{cases}$$

(nell'irreversibilità dei fenomeni termodinamici si va verso un sempre maggiore disordine delle particelle costituenti il sistema).

Orbene, da (5'') e da (9), otteniamo, passando dai logaritmi ai numeri

$$(10) \quad \left(\frac{T}{T_N} \right)^{C_v/k} \left(\frac{V}{V_N} \right)^{R/k} = P$$

Analogamente, da (6'') e da (9), otteniamo, passando dai logaritmi ai numeri,

$$(11) \quad \left(\frac{T}{T_N} \right)^{C_p/k} \quad \bigg/ \quad \left(\frac{p}{p_N} \right)^{R/k} = P$$

Sicchè, espressione sintetica dei tre Principi è anche la seguente, valida per una rappresentazione T, V

$$(10') \quad \left(\frac{T}{T_N} \right)^{C_v/k} \left(\frac{V}{V_N} \right)^{R/k} = \begin{cases} \text{funzione crescente} \\ \text{(cicli irreversibili)} \\ \text{costante} \\ \text{(cicli reversibili)} \end{cases}$$

ed è pure espressione sintetica dei tre Principi la (11'), valida per una rappresentazione p, T :

$$(11') \quad \left(\frac{T}{T_N} \right)^{C_p/k} \quad \bigg/ \quad \left(\frac{p}{p_N} \right)^{R/k} = \begin{cases} \text{funzione crescente} \\ \text{(cicli irreversibili)} \\ \text{costante} \\ \text{(cicli reversibili)} \end{cases}$$

Al posto di R/k si può scrivere N (numero di Avogadro) ma non lo facciamo per chiarezza, data la presenza degli indici N .

Mi riservo di ritornare, eventualmente, in seguito sull'argomento. Ringrazio il prof. M. Pierucci per il benevolo interesse con cui ha letto questa mia Nota.

Modena — Istituto fisico della R. Università

23 giugno 1942 - XX.

Considerazioni sopra una cura empirica dell'aborto infettivo dei bovini

È abitudine invalsa dei contadini delle nostre regioni che abbiano bestiame bovino affetto da aborto infettivo, di tenere nella stalla un capro maschio, con la convinzione che l'odore acre che emana da questo animale abbia un potere, per così dire, battericida e guarisca le bovine dall'aborto.

Ricordo anche di aver letto una decina d'anni addietro, in un noto quotidiano politico una corrispondenza dall'Argentina in cui si narrava di una analoga abitudine dei coloni argentini.

I nostri veterinari considerano come una superstizione questo uso e ne giustificano la diffusione col fatto che il contadino generalmente acquista il capro dopo un anno o due dalla avvenuta infezione; ora dopo due anni, generalmente la bovina acquista una immunità relativa per il bacillo di Bang e porta di nuovo a termine regolarmente la sua gravidanza, così che il contadino attribuisce all'intervento del capro una guarigione, dovuta invece ad altre cause.

Ora, dopo che la Evans ha dimostrato l'identità del bacillo di Bang, provocatore dell'aborto bovino, con il bacillo di Bruce, portato dalle capre, che tuttavia non provoca l'aborto nella capra, ritengo che potrebbe anche spiegarsi la fiducia posta dagli agricoltori nella coabitazione della capra con le vacche, col supporre che il bacillo di Bruce passando dalla capra alla vaccina, ne provocasse la immunità verso il bacillo di Bang, specifico dell'aborto infettivo.

In altri termini, la capra sostituirebbe le vaccinazioni curative e profilattiche, che purtroppo non sono ancora di sicuro esito.

Personalmente posso riferire che nel 1929 ebbi ad assumere una famiglia di contadini, che portò nelle mie stalle bestiame bovino, che era stato affetto da aborto infettivo e curato col sistema della capra: ora nei dieci anni successivi, non si verificò nessun aborto, pure avendo allevato numerose vitelle giovani.

Nel 1931 in altra stalla, ebbi un caso di aborto, contrariamente al parere del veterinario, che voleva fare iniezioni di vaccino a

tutte le bovine, introdussi nella stalla una capra femmina e non ebbi più casi di aborto. Però non avendo fatto eseguire esami batteriologici sulla vaccina che aveva abortito, non ho la sicurezza che si trattasse di un caso di aborto infettivo.

Un noto agricoltore modenese, l'ing. Alessandro Gambigliani Zoccoli mi ha riferito di avere constatato durante una epidemia di aborto infettivo, che su dieci stalle di sua proprietà, nove curate col sistema della capra non furono colpite dall'infezione e l'unica stalla colpita fu appunto quella in cui non aveva posto la capra.

Non sarebbe la prima volta nella storia della scienza, che si trova in ritardo un fondamento scientifico a superstizioni e credenze popolari.

Ora, in considerazione della grande importanza che ha per il nostro patrimonio zootecnico il problema dell'aborto infettivo, ho ritenuto opportuno segnalare agli studiosi del ramo le mie osservazioni.

Contributo alla conoscenza cariologica delle *Sempervivoideae* (*Crassulaceae*)^(*)

Alla sottofamiglia delle *Sempervivoideae* tra le *Crassulaceae* appartengono i generi *Sempervivum*, *Aeonium*, *Greenovia*, *Aichryson* e *Monanthes*. Di questi il primo costituisce, con le sue numerose specie diffuse nelle zone montane di tutta la regione mediterranea, dall'Atlante al Caucaso, il gruppo delle *Sempervivoideae* settentrionali, prevalentemente camefite, viventi in climi freddi e non troppo umidi, mentre gli altri quattro, meno ricchi di specie, proprie dell'Africa Nord-occidentale (Marocco, Canarie, Isole del Capo Verde, Madera), formano il gruppo meridionale, con forme talora arbustive, molto sviluppate, per lo più perenni, legate a un clima più caldo e umido. Nonostante questi due rami siano ben distinti e i rapporti sistematici e filogenetici non siano sempre molto facili da determinare, si notano tuttavia delle convergenze, quali la presenza di rosette sessili in alcune specie meridionali, che di solito sono invece fornite di un fusto abbastanza sviluppato, l'aspetto delle infiorescenze negli *Eusempervivum* e in *Greenovia*, la forma dei petali nelle sezioni *Jovisbarba* e *Leuconium*.

A queste considerazioni morfologiche atte a stabilire le parentele e le affinità tra i due gruppi, può portare un valido e più sicuro contributo lo studio cariologico delle varie specie e la determinazione del loro assetto cromosomico può presentare quindi un notevole interesse.

Tuttavia sin'ora poche ricerche sono state fatte in proposito e la cariologia di questa sottofamiglia è poco conosciuta. Per quanto mi è noto, solo Skovsted si è occupato dell'argomento, determinando il numero cromosomico in alcune specie del genere *Semper-*

(*) Dall'Istituto Botanico della R. Università di Modena diretto dal Prof. Giorgio Negodi - Aprile 1942-xx.

vivum; non si ha invece alcun dato per le specie di Sempervivoidee meridionali, così che il cariogramma di questo gruppo è del tutto sconosciuto.

Ho intrapreso ricerche su questa sottofamiglia e in una precedente nota, di carattere preliminare, ho comunicato i risultati delle mie osservazioni sul *Sempervivum glaucum* Tenore, sottospecie del *S. tectorum* L., nel quale ho riscontrato la presenza di una forma diploide con $n = 18$ e di una forma tetraploide con $n = 36$.

Ho esteso ora le mie ricerche ad un'altra sottospecie dello stesso gruppo, il *tectorum* (L.) Wettstein, allo scopo di stabilire se anche in questa si presentano forme poliploidi, e ad altre cinque specie di Sempervivoidee: *Sempervivum arachnoideum* L. var. *Doellianum* Jaccard, *S. montanum* L. subsp. *montanum* (L.) Wettstein, *Aeonium glutinosum* (Ait.) Berger, *Aichryson dichotomum* (DC.) Webb et Berth. e *Monanthes laxiflora* (DC.) Bolle. I dati cromosomici riportati sono nuovi, eccetto che per *Sempervivum arachnoideum* e probabilmente anche per *Aichryson dichotomum*, già determinati da Skovsted. Per *Sempervivum arachnoideum* tuttavia le piante da me esaminate provengono da una località ben definita, diversa da quella di Skovsted, ed appartengono alla var. *Doellianum* Jaccard.

Tecnica.

Le determinazioni cromosomiche per *Sempervivum tectorum*, *Aeonium glutinosum*, *Aichryson dichotomum* e *Monanthes laxiflora* sono state fatte sulle fasi della divisione meiotica durante la microsporogenesi; il materiale è stato fissato in Carnoy, incluso in paraffina e colorato, in sezioni di 10 μ , con ematossilina ferrica Heidenhain; per *Sempervivum arachnoideum* e *S. montanum* si sono osservati i nuclei in divisione mitotica degli apici radicali, fissati in Bouin, inclusi in paraffina e colorati ugualmente con ematossilina ferrica Heidenhain.

Per le osservazioni si è fatto uso di un microscopio Koristka adoperando, per gli ingrandimenti massimi, un obiettivo ad imm. Omog. Apoc. 1/12'' ed un oculare 18 C, e, per le misure delle cellule e dei cromosomi, un oculare micrometrico 12 C.

Osservazioni.

Sempervivum tectorum L. subsp. *tectorum* Wettstein.

Il *Sempervivum tectorum* L., appartenente alla sez. Eusempervivum, è una specie molto diffusa nell'Europa meridionale e viene

divisa dagli AA in sei sottospecie, tra cui il *tectorum* Wettstein, rappresentante tipico del gruppo. Questo è caratterizzato dalla presenza di rosette molto grandi (da 8 a 14 cm. di diametro), con foglie lanceolate, lungamente appuntite, bianchicce alla base e rosso scuro all'apice; dalle rosette si sviluppa, al momento della fioritura, un asse lungo fino a 60 cm., molto diviso nella parte terminale e portante numerosi fiori a petali di color rosso più o meno intenso. Questa sottospecie si trova frequentemente sui tetti e sulle rocce dell'Europa centrale e meridionale ed è anche coltivata.

Le piante osservate sono state trovate sul tetto di una casa presso Formigine, in provincia di Modena. Le rosette misuravano in larghezza da 7-8 fino a 13-14 cm., avevano foglie ovato-lanceolate, fortemente cigliate al margine, con apice allungato, rosso scuro. L'asse fertile, lungo 30 cm. circa, assai diviso verso l'alto, portava molti fiori a petali di colore rosso pallido che, ad antesi completa, avevano un diametro di 26-27 mm.

Per questo complesso di caratteri ho ritenuto di poterle sicuramente attribuire alla sottospecie *tectorum* Wettstein.

Le misure degli stomi nelle foglie delle rosette e del polline hanno dato i seguenti risultati: stomi lungh. μ 39, largh. μ 27; polline μ 35,5-36.

All'osservazione microscopica sulle fasi della microsporogenesi, le cellule madri delle microspore appaiono di forma quasi rotondeggiante, ammassate nella cavità del sacco pollinico, molto avvicinate nelle prime fasi del processo meiotico, poi disposte in modo più lasso e separate le une dalle altre nelle fasi successive.

In sinapsi misurano μ 13,8 in lungh., μ 11,5 in largh., ed hanno un nucleo di μ 7 con nucleolo di μ 2,8 circa.

Durante la profase nello stadio di leptotene e poi anche negli stadi successivi, specie nell'anafase eterotipica, si osservano nel citoplasma corpuscoli vari per forma e dimensioni (alcuni misurano fino a μ 1,3), in numero di 4-5 e talvolta anche molto di più, situati alla periferia della cellula nella zona plasmatica meno densa, spesso localizzati in due o tre punti distinti e colorati intensamente in nero dall'ematossilina ferrica Heidenhain.

Si tratta certamente di granuli siderofili presenti durante le divisioni meiotica ed omeotipica delle cellule madri delle microspore, non infrequenti anche in specie di varie famiglie, come è stato rilevato dal Negodi (1936-1941) e come ho potuto notare anche in altre Crassulacee. In questa specie sono abbastanza grandi e si trovano anche nelle microspore in formazione (fig. III, 1) e in quelle già

formate in numero di 1 o 2 per ognuna di esse e delle dimensioni di poco più di 1 μ .

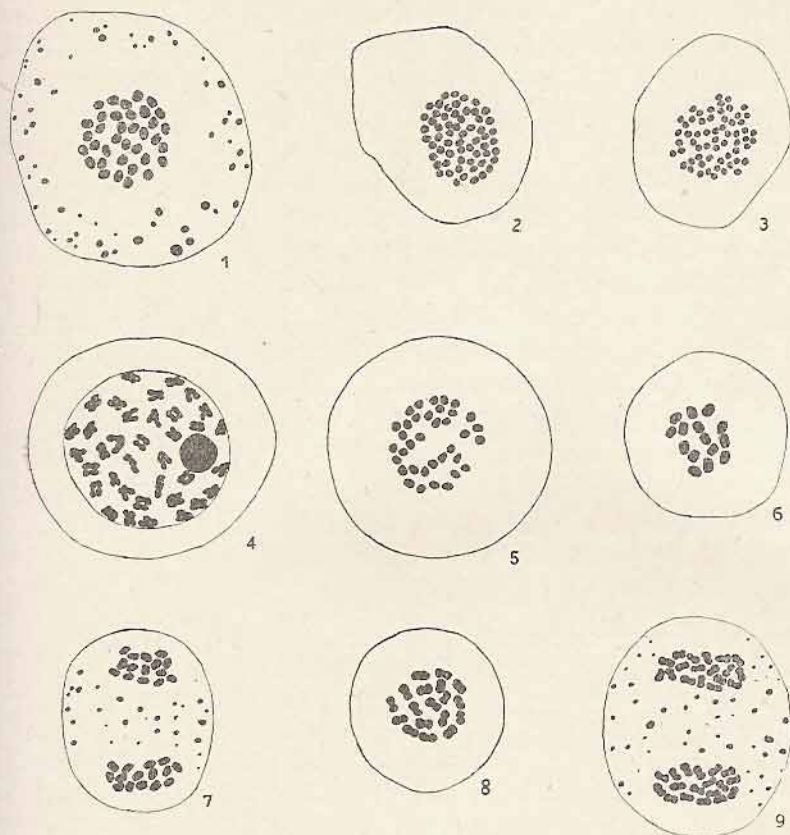


Fig. 1

1 - *Sempervivum tectorum* L. subsp. *tectorum* Wettstein: cellula madre delle microspore in metafase eterotipica con granuli siderofili; 2 - *Sempervivum arachnoideum* L. var. *Doellianum* Jaccard: cellula di apice radicale in metafase; 3 - *Sempervivum montanum* L. subsp. *montanum* (L.) Wettst.: cellula di apice radicale in metafase; 4-5 - *Aeonium glutinosum* (Ait.) Berger: cellula madre delle microspore, 4 in diacinesi, 5 in metafase eterotipica; 6-7 - *Aichryson dichotomum* (DC.) Webb et Berth.: cellula madre delle microspore, 6 in metafase eterotipica, 7 in anafase eterotipica con granuli siderofili; 8-9 - *Monanthes laxiflora* (DC.) Bolle: cellula madre delle microspore, 8 in metafase eterotipica, 9 in anafase eterotipica con granuli siderofili. (Tutte le figure sono ingrandite 2000 volte).

Nelle cellule in diacinesi si osservano nella cavità nucleare i gemini di forma leggermente allungata, in numero di 36. Tale numero viene confermato dalle varie letture sulle piastre equatoriali

e sulle anafasi eterotipiche di vari fiori, presi da due piante diverse, che non differivano però molto per dimensioni. Il valore di n perciò in questa specie, almeno per le piante qui osservate, è 36.

I cromosomi, più stretti ed allungati quando formano i gemini nella diacinesi, diventano, nelle fasi successive, più corti e di forma più rotondeggiante; in metafase eterotipica misurano μ 0,8-0,9 e sono disposti a formare una piastra regolare (Fig. I, 1). Tutto intorno il citoplasma si può dividere in due zone: una interna, più sottile, molto densa e granulosa, l'altra esterna, più espansa, meno densa, ricca di granulazioni siderofile. Quanto al tappeto esso è, come nelle altre Crassulacee osservate, a tipo di secrezione, ed è formato da cellule binucleate. In base a queste ricerche ed in base a quanto si è precedentemente trovato nella sottospecie *S. glaucum* Tenore, in cui la forma diploide ha $n=18$ e la tetraploide $n=36$, è verosimile che le piante della sottospecie *tectorum* Wettstein qui studiate, aventi $n=36$, siano tetraploidi ed è probabile che anche per questa sottospecie esista una forma diploide con $n=18$. Tale forma potrebbe forse essere rappresentata dalla var. *rhenanum* Hegi et Schmidt, molto più piccola, con rosette di 6 cm. circa, frequente nella valle della Mosella e del medio Reno.

Sempervivum arachnoideum L. var. *Doellianum* Jaccard.

Questa specie appartiene anch'essa al gruppo delle Sempervivoidee settentrionali, sezione Eusempervivum, e si trova nelle Alpi, Appennini, Pirenei e Carpazi; è caratterizzata dall'avere rosette piccole (5-25 mm. di larghezza), molto chiuse, fiori rosa o rossi e soprattutto dalla presenza, all'apice delle foglie, di un ciuffo di peli bianchi, che per lo più si uniscono a formare quasi una ragnatela che avvolge e ricopre l'intera rosetta.

Le piante studiate sono state raccolte, nell'estate del 1940, dal Prof. Negodi presso la vetta del Monte Cimone (a m. 2160 circa).

Le rosette misurano da 1 a 3 cm. di diametro, hanno foglie lunghe fino a 2 cm., che portano all'apice un breve ciuffo di peli bianchi, i quali rimangono separati senza fondersi con gli altri a formare la tipica rete. Si tratta quindi della var. *Doellianum* Jaccard, in cui la peluria delle foglie è molto ridotta. Questa varietà, indicata dal Negodi (1941) per il M. Cimone, non era stata ancora segnalata per l'Appennino Settentrionale, ma solo per le Alpi. Poichè le piante non erano fiorite nè accennavano a fiorire, le osservazioni sono state fatte sulle cariocinesi vegetative delle cellule

apicali di giovani radici, ottenute ponendo a vegetare alcune rosette su sabbia umida. I cromosomi osservati in vari nuclei in divisione mitotica (fig. 1, 2) sono piccoli, rotondi, uguali tra di loro per forma e dimensioni; in metafase misurano μ 0,6-0,7 e il loro numero diploide è 60. Anche le piante del M. Cimone, appartenenti alla var. *Doellianum* Jaccard, hanno quindi il valore $n=30$, concordante con quello stabilito per la specie da Skovsted nel 1934.

Sempervivum montanum L. subsp. *montanum* (L.) Wettstein.

Il *Sempervivum montanum* L., frequente nelle zone montane dell'Europa Meridionale (Alpi, Appennini, Pirenei, Balcani, Carpazi e Caucaso) appartiene alla sez. *Eusempervivum* e dal lato sistematico si avvicina molto all'*arachnoideum*, col quale molto spesso si trova mescolato e col quale si incrocia formando vari ibridi. Presenta anch'esso rosette chiuse, con foglie ovato-lanceolate, brevemente appuntite e fiori con petali rossi, ma a differenza dell'*arachnoideum*, ha rosette più grandi, manca di peluria sulle foglie e queste sono solo scarsamente cigliate al margine. Viene diviso in quattro sottospecie che differiscono specialmente per le dimensioni delle rosette, l'aspetto delle foglie e il colore dei petali.

Il materiale per le presenti osservazioni è stato preso da piante raccolte nell'estate del 1941 dal Prof. Negodi sul Monte Rondinaio sotto la vetta (m. 1900 circa), nell'Appennino Tosco-Emiliano. Le rosette, che originariamente erano più piccole e soprattutto più chiuse, con la coltura in vaso nell'Orto Botanico di Modena si sono ingrandite ed aperte; attualmente misurano da 2 a 5 cm. di larghezza. Le foglie, completamente verdi, di forma lanceolata, con breve punta, sono coperte sulle due pagine da papille glandulose e fornite al margine di corte ciglia. Non è stato possibile esaminare i fiori, perchè le piante, che non erano fiorite al momento della raccolta, non sono fiorite neppure in seguito. Tuttavia, in base ai caratteri dell'apparato vegetativo, appartengono indubbiamente alla specie *S. montanum* L. e con molta probabilità alla sottospecie *montanum* (L.) Wettstein.

Le osservazioni cariologiche sono state fatte, come per l'*arachnoideum*, sulle mitosi delle cellule degli apici radicali. La lettura dei preparati e la determinazione del numero cromosomico è stata piuttosto difficile per la piccolezza dei cromosomi e il loro numero abbastanza elevato. Tuttavia con varie osservazioni si è potuto stabilire che i cromosomi sono in numero di 60, hanno forma di gra-

nuli quasi rotondi, regolari (Tav. I, fig. 1), sono molto avvicinati e molto piccoli (nelle metafasi (fig. 1, 3) misurano μ 0,4-0,5 circa).

Poichè si tratta di mitosi vegetative il numero 60 riscontrato corrisponde a $2n$, così che il numero aploide di cromosomi in questa specie è 30, analogamente a quanto si riscontra nell'*aracknoideum*. Tale concordanza nel numero cromosomico conferma l'affinità sistematica delle due specie, stabilita in base ai caratteri morfologici.

Aeonium glutinosum (Ait.) Berger.

Questa specie è stata considerata per molto tempo come appartenente al gen. *Sempervivum*; in seguito Berger l'ha ascritta al gen. *Aeonium* sez. *Pittonium* per il suo aspetto cespuglioso, per la presenza di un fusto abbastanza sviluppato, portante foglie riunite in rosette lasse, aperte, e per la struttura del fiore. È propria dei luoghi caldi (Madera) e vegeta sulle rocce delle zone costiere fino a 1600 m. circa, nel clima di Modena solo in serra perchè non sopporta i rigori invernali.

Le piante esaminate, in coltura nell'Orto Botanico di Modena, sono ben sviluppate, con fusto alto più di 20 cm. ed abbastanza grosso (4-5 cm. di circonferenza), e presentano, sia nelle parti vegetative che nell'apparato florale, tutti i caratteri essenziali descritti dagli AA. per questa specie.

Una delle caratteristiche più evidenti è la presenza di un secreto vischioso, incolore, di odore leggermente resinoso, che si trova abbondantemente soprattutto sui giovani rami e sull'asse delle infiorescenze, ma che si osserva anche, benchè in quantità molto minore, sulle foglie, specialmente sulla pagina inferiore e sulla parte basale di esse, mentre manca del tutto sul fusto e sui rami più vecchi. A questa sostanza rimangono aderenti granelli di polvere, corpi estranei vari e in gran quantità piccoli insetti. Se tale secreto serva solo ad impedire che gli insetti arrivino fino alla sommità dell'infiorescenza o se abbia addirittura la funzione di catturarli ed utilizzarli a scopo nutritizio, per ora non mi è possibile affermare.

I fiori della pianta con petali di colore roseo intenso misurano, completamente aperti, 15 mm. di diametro e il polline mononucleato, misurato sul materiale già fissato e incluso, è di μ 15-16, con nucleo di μ 6 e nucleolo di μ 2.

Il numero cromosomico aploide, determinato con varie letture fatte sulle diacinesi, metafasi (Tav. I, fig. 2) ed anafasi eterotipiche ed omeotipiche delle cellule madri delle microspore, è uguale a 36.

Le cellule madri del polline in diacinesi (fig. I, 4) misurano μ 16,5 e contengono i 36 gemini, situati variamente nella cavità del nucleo, ma in genere non troppo ammassati, lunghi μ 1,3-1,4 circa e formati da cromosomi che mostrano in modo evidente una strozzatura cinetica mediana. In alcuni gemini i due cromosomi sono avvicinati per tutta la loro lunghezza, in altri sono accostati solo ad un estremo, in altri ancora si toccano per le due estremità restando un po' staccati nel mezzo.

Nelle altre fasi perdono la strozzatura mediana e si accorciano arrotondandosi; in metafase eterotipica (fig. I, 5) hanno forma granulare, come nella maggior parte delle Sempervivoidee osservate e misurano da 0,8 a 1 μ .

Il citoplasma si presenta anche qui, come nel *tectorum*, distinto in due zone: una interna più granulosa e l'altra esterna meno densa; non si notano però qui le granulazioni siderofile osservate nel *tectorum*.

Oltre alla determinazione cromosomica è stato possibile in questa specie fare anche alcune osservazioni citologiche sull'apparato riproduttivo. Si è notato innanzi tutto la presenza, durante le prime fasi di sviluppo del fiore, di numerosissimi granuli di amido nelle cellule del ricettacolo, dell'ovario, dell'antera, dei sepali e dei petali. Tali granuli, che nelle sezioni lavate in acqua distillata, prima della colorazione, si presentano molto rifrangenti, assumono poi, con la soluzione iodo-iodurata, la caratteristica colorazione violetta e col rosso di rutenio si nota, intorno ad essi, una sottile linea rossa, che potrebbe forse rappresentare il residuo del plastidio. Nei fiori in boccio, prima dell'antesi, sono abbondanti specialmente nel ricettacolo, nel filamento staminale, nel connettivo e nelle pareti dell'antera, ad eccezione dello strato epidermico. Poi con lo svilupparsi del fiore si riducono e in fiori completamente aperti non si osservano più nell'antera, mentre permangono nel ricettacolo e nel filamento staminale, presentando in complesso un comportamento non dissimile da quello manifestato da generi appartenenti a varie famiglie e particolarmente delle Ranunculaceae (Negodi 1935).

Nelle cellule dello strato epidermico dell'antera (Tav. I, fig. 4) e in altre cellule disposte a forma di rombo intorno al connettivo (Tav. II, fig. 2) si osservano numerosi corpuscoli di forma e dimensioni varie, colorati in nero dall'ematossilina ferrica; alcuni sono sferici, altri ovoidali, più allungati, altri ancora irregolari, espansi e misurano da meno di 1 μ fino a 4-5 μ . Talvolta sono ammassati in alcuni punti della cavità cellulare e sembrano quasi

dovuti ad un processo di precipitazione di sostanze presenti nel citoplasma o nei vacuoli.

Quale sia la costituzione chimica di tali inclusi non è facile determinare anche per mancanza di materiale fresco. A prima vista sembrano quasi gocce di sostanze lipoidee, ma poichè il materiale è stato fissato in Carnoy e queste sostanze sono, com'è noto, assai solubili in alcool, deve escludersi che si tratti di lipoidi. Del resto la reazione col Sudan III è stata del tutto negativa; gli inclusi suddetti non si colorano affatto.

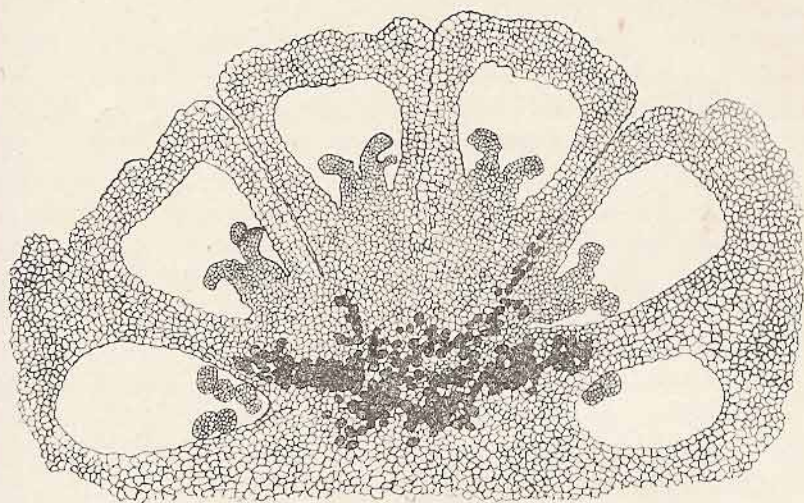
È da escludersi anche che si tratti di sostanze pectiche perchè col rosso di rutenio non si colorano o solo molto debolmente. Potrebbe trattarsi di sostanze tanniche precipitate, tanto più che nelle Crassulacee i tannini, come è stato determinato da vari AA., sono molti frequenti e diffusi. Tuttavia è noto che i comuni tannini non resistono ai fissativi a base di alcool e successivi lavaggi e le reazioni proprie per essi, quali quelle col cloruro ferrico, bicromato potassico e alcali, da me fatte sul materiale fissato, non hanno dato alcun esito positivo. In mancanza di fiori freschi si è provato a fare qualche saggio sulle epidermidi di foglie della stessa pianta che, allo stato fresco, davano le reazioni dei tannini e col cloruro ferrico mostravano inclusi analoghi a quelli delle cellule dell'antera. Queste epidermidi, fissate in Carnoy e passate successivamente in xilolo e nella serie degli alcoli, non mostravano più le reazioni delle sostanze tanniche nè, colorate con ematossilina ferrica Heidenhain, presentavano inclusi simili a quelli dello strato epidermico dell'antera. L'aspetto ed il comportamento di questi inclusi è simile a quello riscontrato dal Negodi nelle cellule epidermiche dell'antera di *Moehringia Tommasinii* March, in cui sembra trattarsi di sostanze complesse a carattere fenolico.

Un'altra osservazione riguarda l'ovario.

Nella parte basale di questo, al centro (Tav. II, fig 1) si notano gruppi di cellule che, con l'ematossilina ferrica, acquistano una tinta bruna abbastanza intensa. Hanno forma rotonda o un po' allungata, ovoidale; sono riunite in gruppi, per lo più allineate in catena e mostrano un contenuto interno uniforme con tinta bruna diffusa, ma talora con minute granulazioni (Fig. II, 1).

Sono cellule in generale abbastanza grandi, sempre maggiori delle cellule circostanti; alcune misurano μ 35,5 in lunghezza e μ 28,7 in larghezza; altre μ 26 in lunghezza e μ 23 in larghezza; altre ancora μ 19 in lunghezza e μ 16,5 in larghezza. Cellule simili si trovano talvolta anche nel mesofillo dei sepali e dei petali della stessa

pianta soprattutto verso il margine. Per stabilire quale sia la sostanza contenuta in tali cellule, che acquista con l'ematossiline la tinta bruna, le sezioni del materiale, fissato e incluso, sono state



1

Fig. II.

1 - *Aconium glutinosum* (Ait.) Berger: ovario con cellule basali a contenuto mucillaginoso-pectico (ingr. 60 volte circa).

trattate con i seguenti reattivi: soluzione iodo-iodurata, cloruro ferrico, sudan III, violetto di cresile, clorioduro di zinco, rosso di rutenio ed ematossiline Delafield.

I risultati ottenuti furono i seguenti:

- 1) con la soluzione iodo-iodurata le cellule suddette non si colorano o solo molto debolmente in roseo un po' aranciato;
- 2) col cloruro ferrico acquistano una tinta gialla intensa che persiste anche al lavaggio in acqua per alcuni giorni;
- 3) col Sudan III non danno alcuna reazione;
- 4) col violetto di cresile si colorano in viola;
- 5) col clorioduro di zinco prendono un colore rosso aranciato;
- 6) col rosso di rutenio acquistano una tinta rossa intensa;
- 7) con l'ematossiline Delafield si colorano in violetto.

In base a questi saggi ritengo che si tratti, assai probabilmente, di un contenuto mucillaginoso di natura pectica, il quale forse

avrebbe la funzione di assorbire e trattenere l'acqua in queste piante che si adattano a vivere in zone semi-aride.

Aichryson dichotomum (DC.) Webb et Berth.

Questa specie è una delle poche Sempervivoidee annue ed è stata ascritta da molti AA. al gen. *Sempervivum*. È sinonima infatti del *Sempervivum dichotomum* DC., del *S. annuum* Chr. Smith. e del *S. laxum* Haw. È stata in seguito, con la formazione del gen. *Aichryson*, inclusa più giustamente in questo. Differisce infatti dai veri *Sempervivum* per la mancanza delle tipiche rosette, per la presenza di un vero fusto e per la breve durata del periodo vegetativo. Dura un anno o al massimo due e muore sempre subito dopo la maturazione dei frutti; è specie tipica delle Canarie ed appartiene perciò, come *Aeonium* e *Monanthes*, alle Sempervivoidee meridionali.

Le piante prese in esame sono coltivate nell'Orto Botanico di Modena; hanno un fusto alto da 17-18 fino a 34-35 cm., ramificato, di colore rosso specialmente nelle parti più giovani, e coperto da una folta peluria bianca; tale peluria ricopre anche i fiori e le foglie. Queste di color verde tenero, tendente al grigio per il rivestimento peloso, hanno lungo picciuolo, forma spatolata, margine arrotondato e breve punta ottusa. I fiori, a petali di color giallo pallido, misurano, ad antesi completa, 11-12 mm. di diametro.

La determinazione cromosomica è stata fatta sulla microsporo-genesi. Le cellule madri del polline, piuttosto piccole, misurano in sinapsi μ 14 in largh. e μ 12,6 in largh., ed hanno un nucleo di μ 6,5 con nucleolo di μ 2,5; in diacinesi conservano press'a poco le stesse dimensioni, acquistando una forma più arrotondata, e contengono 15 gemini che sono formati da cromosomi a forma di corto bastoncino avvicinati per tutta la loro lunghezza, e misurano μ 1,2-1,3.

Il numero aploide 15 dei cromosomi si riscontra anche osservando le metafasi (fig. I, 6) e le anafasi eterotipiche (fig. I, 7). Qui i cromosomi sono più larghi ma più corti (1 μ circa), a forma di granuli irregolari e formano talvolta un aggruppamento molto fitto; nel citoplasma si trovano granulazioni siderofile, abbondanti specialmente nell'anafase eterotipica. Il tappeto a tipo di secrezione è formato da cellule mononucleate. Da queste ricerche risulta che il numero cromosomico aploide in questa specie è uguale a 15. Mi è attualmente noto che Skovsted ha nel 1934 trovato, in *Sempervivum annuum*, 15 cromosomi aploidi e poichè, come si è già detto, tale specie corrisponde a quella da me studiata, il valore trovato con le presenti ricerche conferma quello già precedentemente stabilito da Skovsted.

Monanthes laxiflora (DC.) Bolle.

Il gen. *Monanthes*, appartenente alle Sempervivoidee meridionali, è caratterizzato dalla presenza nei fiori di squamette grandi, petaloidee, che negli altri generi mancano completamente o sono molto ridotte, e comprende una diecina di specie proprie delle Canarie. Tra queste il *Monanthes laxiflora* (DC.) Bolle è una pianta piuttosto piccola, con foglie opposte-decussate, carnose, incavate nel mezzo della pagina superiore, e fiori di colore giallo pallido, lungamente peduncolati.

Le piante da cui rilevai il materiale per le presenti determinazioni, sono coltivate nell'Orto Botanico di Modena ed appartengono sicuramente alla specie suddetta. Il fusto che misura da 6 a 13 cm., è piuttosto sottile, ramificato fin dalla base e porta foglie carnose, glabre, più rade in basso e più fitte in alto, talora opposte-decussate, ma per lo più in verticillo trimero. Queste, lunghe 10-11 mm., sono di color verde pallido, ma spesso si arrossano, specie sulla pagina superiore, e sono di forma globosa, brevemente appuntite, convesse in basso e con una evidente infossatura lungo la linea mediana della pagina superiore.

I fiori, forniti di lungo peduncolo, misurano 8-9 mm. di diametro, sono di color giallo pallido e sono formati da 6 sepali, 6 petali, 6 squame convesse, con margine arrotondato, 12 stami e 6 carpelli.

Le osservazioni cariologiche, fatte sul processo meiotico della microsporogenesi, hanno dato per n il valore 18. Le cellule madri delle microspore, piuttosto piccole (in sinapsi misurano μ 12,6 in lungh. e μ 10,3 in largh., con nucleo di μ 7,5 e nucleolo di μ 2,6) sono, durante le prime fasi, poliedriche ed avvicinate, poi si staccano diventando più allungate, ovoidali; in diacinesi contengono 18 gemini, lunghi circa μ 1,2 e formati da cromosomi che hanno una evidente strozzatura mediana. Tale costrizione si osserva anche nei cromosomi disposti nella piastra equatoriale (fig. I, 8) durante la metafase eterotipica e nelle anafasi eterotipiche (Tav. I, fig. 3). In queste fasi i cromosomi sono un po' più corti, più larghi e misurano μ 1 circa.

Nel citoplasma delle cellule, specialmente durante l'anafase eterotipica (fig. I, 9), si trovano numerosi granuli siderofili talvolta abbastanza grossi.

La stessa specie presentò altre particolarità degne di essere rilevate.

Nei sacchi pollinici delle antere contenenti polline già formato (fig. III, 2) si notano evidentissime alcune formazioni che, nei preparati colorati con ematossilina ferrica Heidenhain, appaiono come macchie grigiastre di varia forma (granulare, ovoidale, irregolare) e dimensioni (da 1 a 5-6 μ). Si trovano sempre alla periferia dei sacchi pollinici (Tav. II, fig. 3) e, in quelli in cui sono ancora presenti le cellule del tappeto, vicino o sopra queste e talvolta, benchè più di rado, sembrano contenute anche dentro le cellule stesse del tappeto. Dei due tipi di concrezioni di sporopollenina distinti dal Negodi (1938) in altre specie, quello a zigrino (*Nigella*) e quello sferulare (*Argemone*), dette formazioni di *Monanthes* rientrano nel tipo sferulare. Esse devono ritenersi masse di sporopollenina residua, rimasta dopo la formazione delle microspore. Ciò è convalidato, oltre che dal loro aspetto, anche dalla colorazione che esse assumono col violetto di cresile, già rilevata dal Negodi. Le masse suddette prendono, con questo reattivo, una tipica colorazione bluastra, perfettamente uguale a quella assunta dall'esina delle microspore.

Assai interessante in questa specie è l'aspetto dei granelli pollinici, che a completo sviluppo, nelle antere mature, si presentano di varie dimensioni e di varia forma. Alcuni sono rugosi, contratti, accartocciati e ripiegati su se stessi, molto piccoli, con un diametro di 9-10 μ ; in questi non è possibile distinguere se internamente ci siano uno o due nuclei; altri (la maggior parte) sono di dimensioni maggiori (fig. III, 4), hanno un diametro da 12 a 14 μ ed appaiono distesi, più o meno rotondi e contengono per lo più un solo nucleo piuttosto grosso in rapporto alle dimensioni del granello stesso; in alcuni però osservo anche due nuclei, di cui uno più grosso e l'altro più piccolo. C'è infine un terzo tipo di granelli pollinici (fig. III, 3) molto più grossi, quasi doppi dei precedenti, che misurano 22-23 μ e sono omogenei, di forma sferica, ben distesi, con esina ed endina distinte e sempre binucleati. Quanto alla distribuzione e alle proporzioni, i due tipi di polline, grosso e piccolo, possono trovarsi anche in sacchi pollinici della stessa antera (tav. II, fig. 4) e in generale il polline minore è sempre più abbondante dell'altro. Queste osservazioni, fatte sul materiale fissato e incluso, sono state ripetute anche su materiale fresco, dove si sono trovati ugualmente i tre tipi di polline, con misure però un po' maggiori e ciò per la mancata contrazione, causata invece nel materiale incluso dal fissativo. Così i granuli pollinici più grossi misurano sul materiale fresco μ 24-25-26 e quelli più piccoli μ 15-16-17-18.

Per stabilire l'efficienza funzionale dei vari granuli, si sono fatti germinare tenendoli per 14 ore circa in una soluzione acqua-

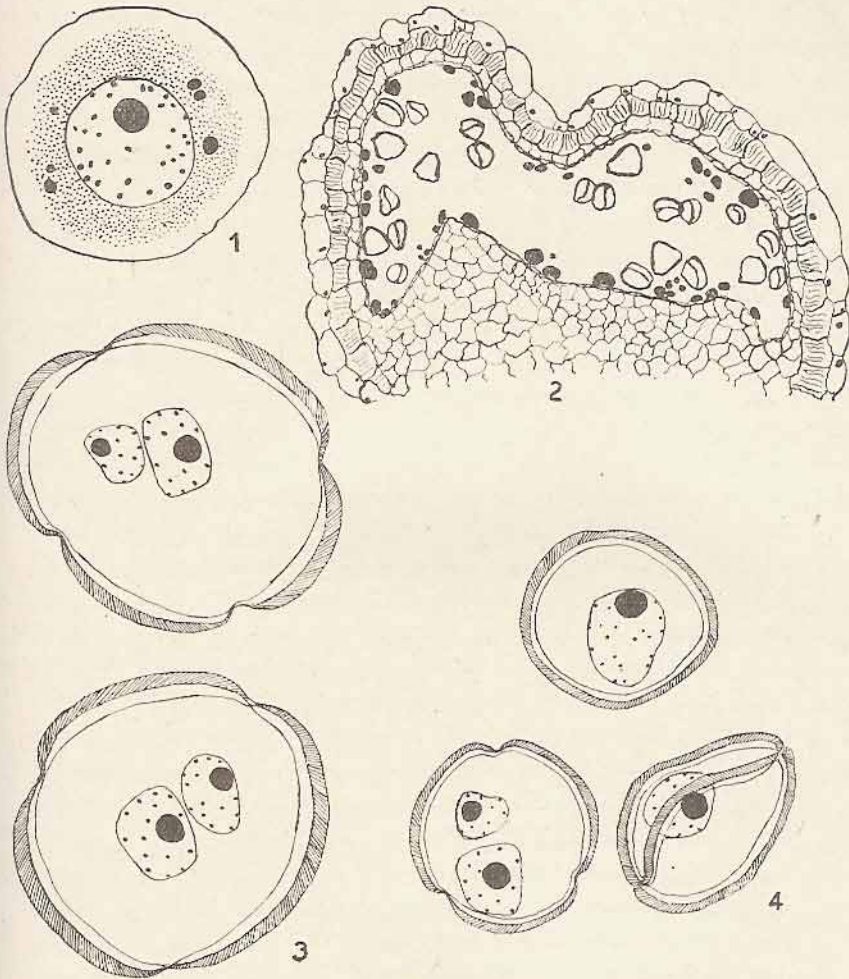


Fig. III.

1 - *Sempervivum tectorum* L. subsp. *tectorum* Wettstein: microspora in formazione con granuli siderofili (ingr. 3000 volte); 2 - *Monanthes laxiflora* (DC.) Bolle: parte di antera con granuli pollinici e masse di sporopollenina (ingr. 60 volte circa); 3 - *Monanthes laxiflora*: granuli pollinici più grandi (ingr. 2000 volte circa); 4 - *Monanthes laxiflora*: granuli pollinici più piccoli (ingr. 2000 volte circa).

sa al 0,8 % di saccarosio. Si è notato così che, mentre il polline più grosso era tutto germinato ed aveva formato un lungo budello

pollinico, di quello piccolo la maggior parte non era germinata, mentre alcuni granuli mostravano una lieve protuberanza come un accenno alla germinazione, altri un breve budello pollinico con contenuto granuloso ed altri ancora, ma pochi, un budello lungo quasi quanto quello del polline maggiore. Con questo si può affermare che talora anche nei fiori dello stesso individuo ed anzi nella stessa antera in *Monanthes laxiflora* accanto a polline normale sicuramente efficiente, trovasi polline più piccolo a funzionalità ridotta e polline completamente atrofico.

CONCLUSIONI.

In base alle precedenti ricerche di Skovsted ed alle mie personali, le specie del gen. *Sempervivum* e generi affini attualmente conosciute dal lato cariologico sono le seguenti:

<i>Sempervivum annuum</i>	$n = 15$	Skovsted 1934
» <i>tortuosum</i>	$n = 15$	» »
» <i>Berthelotianum</i>	$n = 18$	» »
» <i>ciliatum</i>	$n = 18$	» »
» <i>arboreum</i>	$n = 30$	» »
» <i>arachnoideum</i>	$n = 30$	» »
» <i>undulatum</i>	$n = 36 \cdot 37$	» »
» <i>tectorum</i> L.		
subsp. <i>glaucum</i> Tenore	$n = 18$	Santoro 1940
» » »	$n = 36$	» »
subsp. <i>tectorum</i> Wettstein	$n = 36$	» 1942
» <i>arachnoideum</i> L.		
var. <i>Doellianum</i> Jaccard	$n = 30$	» »
» <i>montanum</i> L.		
subsp. <i>montanum</i> Wettstein	$n = 30$	» »
<i>Aichryson dichotomum</i> (DC.) Webb et Berth.	$n = 15$	» »
<i>Monanthes laxiflora</i> (DC.) Bolle	$n = 18$	» »
<i>Aeonium glutinosum</i> (Ait.) Berger	$n = 36$	» »

Da questo e da quanto è stato più sopra esposto ritengo di poter trarre le seguenti conclusioni:

1) - I numeri cromosomici aploidi nelle *Sempervivoideae* corrispondono ai due valori 15 e 18 o a loro multipli; si può ammettere quindi l'esistenza in questa sottofamiglia di due serie poliploidi a base 15 e 18, delle quali però sono note solo le forme tetraploidi.

2) - I cromosomi di queste piante sono in generale piccoli (misurano al massimo 1 μ o poco più) ed hanno forma granulare, talvolta quasi sferica, tal'altra più irregolare o con leggera costrizione mediana.

3) - Non è raro il poliploidismo intraspecifico, come si osserva, per esempio, nella sottospecie *glaucum* del *S. tectorum* L. e come probabilmente si riscontra nelle altre sottospecie della stessa specie di cui il *tectorum* Wettstein costituisce probabilmente una forma tetraploide e forse anche una diploide.

4) - Il gruppo delle Sempervivoidee meridionali, costituito dai generi *Aeonium*, *Greenovia*, *Aichryson* e *Monanthes*, presenta, almeno per le specie qui prese in esame, valori cromosomici uguali a quello delle Sempervivoidee settentrionali, formato dal gen. *Sempervivum*. I cromosomi tuttavia differiscono nei due gruppi abbastanza notevolmente quanto alla forma e alle dimensioni. Sono rotondi, più regolari e più piccoli nelle specie del gen. *Sempervivum*; un po' più grandi, irregolari e talora lievemente allungati con costrizione mediana nelle specie dei gen. *Aeonium*, *Aichryson* e *Monanthes*.

Di queste tre quella che maggiormente si stacca nella forma e nella grossezza cromosomica dal gruppo settentrionale, è *Monanthes laxiflora*, mentre *Aeonium glutinosum*, più vicina al gen. *Sempervivum* anche dal lato sistematico, presenta la maggiore somiglianza. Grande analogia di forma si osserva invece nei cromosomi delle specie del gen. *Sempervivum*, specialmente del *S. montanum* e *S. arachnoideum* in cui anche le dimensioni cromosomiche sono quasi identiche.

5) - Alla base dell'ovario di *Aeonium glutinosum* esistono gruppi di cellule a contenuto mucillaginoso - pectico; nella stessa specie si trovano, nelle cellule dello strato epidermico dell'antera e in gruppi di cellule del connettivo, numerosi inclusi, vari per forma e dimensioni.

6) - In *Monanthes laxiflora* può essere presente, nelle antere mature accanto al polline normale completamente efficiente, anche polline più piccolo con scarsa capacità germinativa e polline completamente atrofico.

BIBLIOGRAFIA

- BERGER A. — *Crassulaceae* in «Engler's und Prantl's Pflanzenfamilien», II Aufl. Bd. 18a, pp. 352 - 483, 1930.
- FIORI A. — «Nuova flora analitica d'Italia» Vol. I, pp. 713 - 726, 1925.
- HEGI G. — «Illustrierte Flora von Mittel - Europa», Bd. IV, 2 Teil, pp. 511, e segg.
- NEGODI G. — Studi comparativi sul piano metamorfico florale delle Fanerogame. Mem. I. - *Ranunculaceae*. «Boll. Soc. Adr. Sc. Nat. di Trieste», Vol. XXXIV, 1935
- Cariologia delle specie italiane del gen. *Bellis* e contributo all'apprezzamento dello stato energetico del genoma di specie omoploidi ed eteroploidi. «Biologia generalis», Wien, Bd. XII Lief. 2, 1936.
 - Cariologia e filogenesi nel gen. *Fumaria* (Papaveraceae). «Rivista di Biologia», Vol. XI, fasc. II, 1936.
 - Granuli siderofili e nucleoli extranucleari citoplasmatici durante la meiosi delle cellule madri del polline. «Archivio Botanico», Vol. XIII fasc. 1, 1937.
 - Ulteriori studi sulla cariologia e sui rapporti tra assetto nucleare e caratteri nelle specie del gen. *Bellis*. «Rivista di Biologia», Vol. XXII, fasc. II, 1937.
 - Tipi di concrezioni delle cellule del tappeto. «Archivio Botanico», Vol. XIV, fasc. 2 pp. 95 - 106, 1938.
 - Cariologia del gen. *Aster* L. «Archivio Botanico», Vol. XIV, fasc. 3-4, 1938.
 - Cariologia dei gen. *Aster*, *Agathaea*, *Boltonia* ed alcuni dati su i gen. *Felicia* ed *Erigeron*. (Asteraceae sez. Astereae subsez. Asterinae) «Boll. Soc. Adr. Sc. Nat. di Trieste», Vol. XXXIX, 1941.
 - Su dei contenuti delle cellule dell'antera e dell'ovulo di *Moehringia Tommasinii* March. «Atti Soc. Nat. e Matem. di Modena», Vol. LXXIII, 1942.
- SANTORO A. — Ricerche sulla cariologia del genere *Sedum* (*Crassulaceae*) «Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena», Vol. LXXI, 1940.
- Su un caso di tetraploidismo in *Sempervivum glaucum* Tenore (*Crassulaceae*). «Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena», Vol. LXXI, 1940.
- SKOVSTED — «Dansk Bot. Arkiv», Vol. VIII, pag. 1 e segg., 1934.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

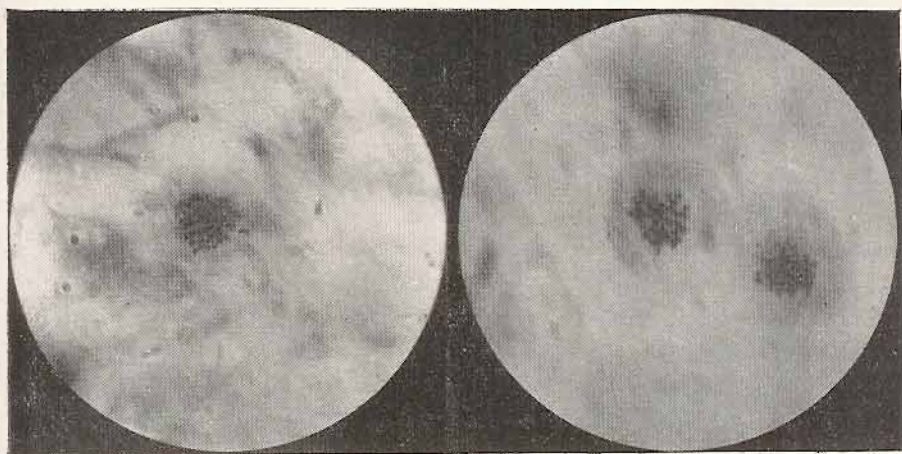
TAVOLA I.

- Fig. 1 - *Sempervivum montanum* L. subsp. *montanum* Wettstein. Cellula di apice radicale in metafase eterotipica. Obiett. Imm. Omog. Apoc. $\frac{1}{12}$ "; Ocul. 18 C. (ingr. 1200 volte).
- Fig. 2 - *Aeonium glutinosum* (Ait.) Berger. Cellule madri delle microspore in metafase eterotipica. Obiett. Imm. Omog. Apoc. $\frac{1}{12}$ "; Ocul. 18 C. (ingr. 1200 volte).
- Fig. 3 - *Monanthes laxiflora* (DC.) Bolle. Cellule madri del polline in anafase eterotipica. Obiett. Imm. Omog. Apoc. $\frac{1}{12}$ "; Ocul. 18 C. (ingr. 1200 volte).
- Fig. 4 - *Aeonium glutinosum* (Ait.) Berger. Cellula dello strato epidermico dell'antera con inclusi. Obiett. Imm. Omog. Apoc. $\frac{1}{12}$ "; Ocul. 18 C. (ingr. 1200 volte).

TAVOLA II.

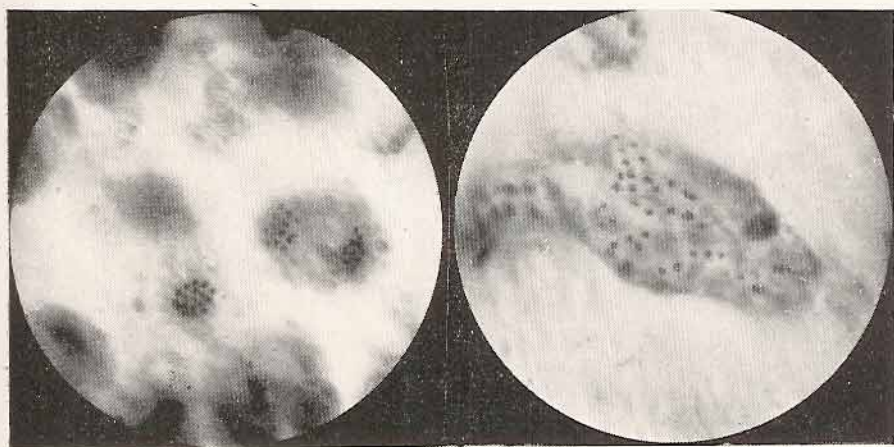
- Fig. 1 - Parte di ovario di *Aeonium glutinosum* (Ait.) Berger con cellule basali scure a contenuto mucillaginoso - pectico. Obiett. 2; Ocul. 8 C. (ingr. 75 volte circa).
- Fig. 2 - Antera di *Aeonium glutinosum* (Ait.) Berger con inclusi nel connettivo e nello strato epidermico. Obiett. 2; Ocul. 18 C. (ingr. 150 volte circa).
- Fig. 3 - Parte di sacco pollinico di *Monanthes laxiflora* (DC.) Bolle con polline e masse di sporopollenina. Obiett. Imm. Omog. Apoc. $\frac{1}{12}$ "; Ocul. 4 (ingr. 750 volte circa).
- Fig. 4 - Sacchi pollinici di *Monanthes laxiflora* con polline più grande e più piccolo. Obiett. 4; Ocul. 18 C. (ingr. 300 volte circa).





1

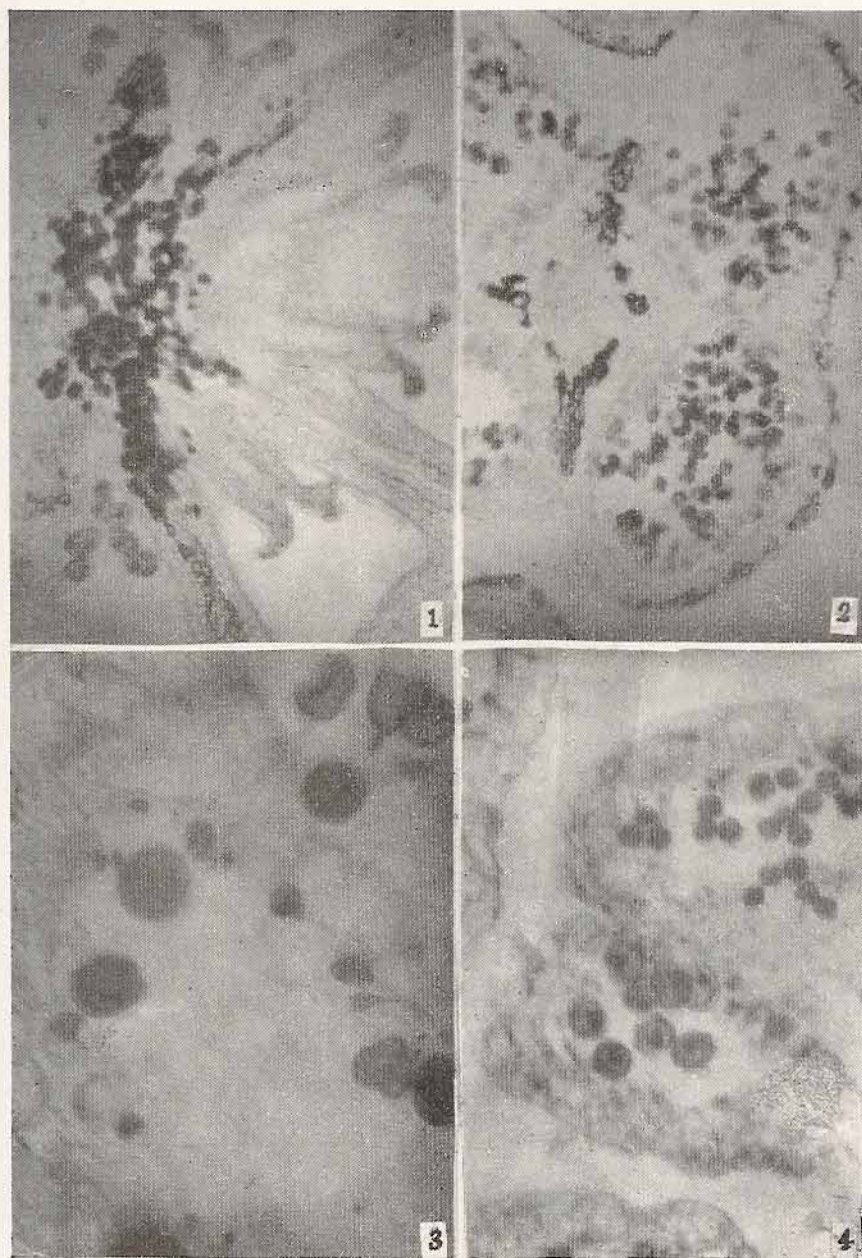
2



3

4





SANTORO A. — Contributo alla conoscenza cariologica delle *Sempervivoideae* (*Crassulaceae*).

Nuovi studi sull'effetto di posizione nell'architettura florale

Le ricerche qui esposte sono la continuazione di quelle già da me comunicate in due precedenti memorie sul medesimo argomento (Negodi 1941-1942) e cioè sull'influenza della posizione dei fiori di fronte alla terra e quindi alla direzione di gravità, sull'aspetto di essi in quanti essa posizione può influire su i determinanti fisiologici della forma florale.

Onde approfondire le conoscenze già acquisite ed esposte in questi miei lavori ho compiuto delle nuove ricerche su altre specie esaminando anzitutto il loro piano morfologico, in quanto poteva essere interpretato con i principi già da me fissati, ed in parte sottoponendo lo sviluppo dei fiori in posizioni diverse dalla normale. E precisamente in una serie di ricerche, facendo sviluppare i fiori da bottoni florali tenuti in posizione capovolta (rovesciata) di fronte alla direzione dello stimolo geotropico ed in un'altra serie facendo sviluppare i fiori aventi in natura la posizione orizzontale, da bottoni florali tenuti verticali in modo da sottrarli all'azione unilaterale dello stimolo geotropico; con altri saggi ho esaminato pure la reazione di curvatura degli apparati florali più sensibili allo stimolo geotropico mediante l'apporto unilaterale di eteroauxina su i singoli organi.

I risultati di queste nuove ricerche collimano tra loro e con quelli precedentemente esposti e convalidano i principi proposti per interpretare una svariata serie di manifestazioni proprie dell'architettura florale.

Tutte le specie qui esaminate hanno il fiore ad asse inclinato od orizzontale e presentano un grado più o meno spiccatodi zigomorfia in tutti gli elementi florali od in singoli verticilli od in qualche particolarità morfologica.

I. - Ricerche compiute mediante lo sviluppo dei bottoni fiorali in posizione capovolta.

a) *Specie a forma floreale parzialmente modificabile dalle condizioni sperimentali.*

Sprekelia formosissima Herb. (fig. 1 a, b; fig. 2 4, 5,)

Questa Amaryllidacea a grandissimo fiore ornitofilo, il cui diametro è di circa 20 cm., è provvista di un perigonio di sei pezzi disposti zigomorfi come è rappresentato nell'annessa figura. I tepali esterni sono più grandi, uno è impari mediano superiore e due inferiori laterali, il primo possiede la base diritta, i due inferiori la base curvata in modo da costituire una specie di doccia nella quale sono accolte le basi degli stami ed il tepalo inferiore del verticillo interno; i tepali interni sono dimorfi, i due superiori faleiformi stretti e l'inferiore mediano ampio. Il fiore è tipicamente zigomorfo nel perigonio e più ancora nella forma e posizione dei sei stami e dello stilo i quali hanno rispettivamente la parte basale dei filamenti staminali e la parte basale dello stilo curvata verso il basso (fig. 1 a). La posizione dello stigma e delle antere viene raggiunta nel fiore normale mediante una curvatura ad S, dovuta al fatto che nel settore basale la parte dorsale si espande di più della parte ventrale, mentre nel settore distale di questi organi la parte ventrale si espande di più della parte dorsale (fig. 2 4, 5,).

La causa della curvatura ad S, sta secondo il nostro modo di vedere, nella relazione tra la quantità di auxina dell'organo, quantità che progressivamente si riduce dalla base all'apice e le modificazioni della quantità di auxina che viene a stabilirsi in ogni singolo settore tra la parte basale e ventrale di questi organi per effetto della posizione inclinata. Dimodochè nel *tratto basale* si ha, in conseguenza della posizione inclinata di essi, la curvatura a convessità verso l'alto per il fatto che per il maggior afflusso di auxina al lato ventrale, dovuto all'effetto di posizione determinato dalla gravità o come conseguenza geoelettrica, si raggiunge in questo lato una situazione sopraottima che determina una distensione minore di quella che si manifesta al lato dorsale, per l'attenuazione auxinica che l'effetto di posizione quivi determina.

Viceversa nel *tratto distale* dei filamenti staminali e dello stilo, essendo complessivamente più attenuata la quantità di auxina, il maggiore afflusso di essa al lato ventrale fa sì che la quantità sia

ancora ottima ed essa stimoli in questa parte una distensione maggiore di quanto lo faccia al lato dorsale di questo stesso tratto distale, in cui per una minore quantità di auxina indotta dall'ef-

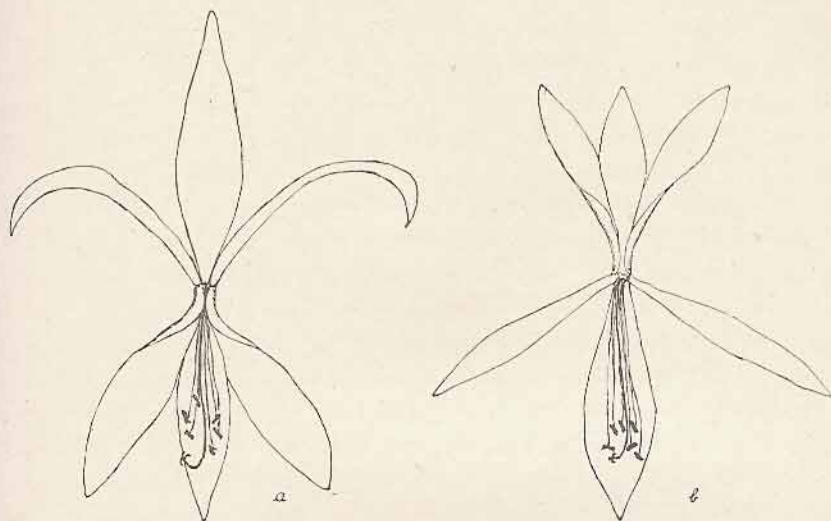


Fig. 1. — *Sprekelia formosissima*: a fiore espanso normale, b fiore espanso da bottone tenuto capovolto per due giorni prima dell'antesi e durante la stessa (fig. ridotte ad $\frac{1}{2}$ della grandezza naturale).

fetto di posizione la distensione è più attenuata. La coesistenza di questi processi darebbe quindi la curvatura ad *S* dei filamenti staminali e dello stilo

Il piano morfologico e morfogenetico in questa specie fu saggiato anzitutto con il metodo dello sviluppo partente da bottoni florali tenuti in posizione capovolta, durante la preantesi e durante l'antesi.

Il capovolgimento dei bottoni florali da quella che sarebbe stata la loro posizione normale fu compiuto 3-2-1 giorni prima dell'antesi. Con questi tre diversi periodi si sono ottenuti risultati simili. Capovolgimenti di bottoni florali in fasi più precoci non poterono essere compiuti oltrechè per lo scarso numero di bottoni disponibili, anche per la difficoltà di stabilire, in fasi precoci, quella che sarebbe stata la parte inferiore o la superiore dei fiori. L'esperienza venne compiuta sempre con bottoni florali e fiori posti su pianta e non staccati da essa.

I risultati del capovolgimento si possono così riassumere (fig 1b). Il perigonio si mantiene zigomorfo ed i tre tepali inferiori con la base a doccia rimangono tali benchè collocati in alto e lo stesso

dicasi dei tre tepali che nei fiori normali stanno verticalmente in alto e che nei capovolti vengono a collocarsi in basso; di questi i due laterali divengono però diritti con il capovolgimento (mentre assumono la direzione falcata nei fiori normali) così pure il mediano diviene diritto nei fiori capovolti mentre nei normali tende a curvarsi a punta all'indietro. Differenze di grandezza tra i tepali dei fiori capovolti e quelli dei normali non sono rilevabili. Viceversa notevoli sono le differenze che si manifestano nell'androceo e nello stilo.

Questi, nei capovolti, con una curvatura ad *S* si dirigono verso il basso nel loro tratto prossimale e verso l'alto nel loro tratto distale svincolandosi completamente dalla doccia dei tre tepali e mettendosi in rapporto con il tepalo impari mediano rivolto in basso (che è il mediano superiore nei fiori diritti!). Il processo di curvatura si può spiegare nello stesso modo che per i normali, ammettendo delle diversità di afflusso e di intensità di auxina che risultano invertite per la posizione delle parti ma pienamente intonate con la direzione di gravità. I filamenti staminali e lo stilo si svincolano così, risentendo immediatamente l'azione della gravità o quella geoelettrica, dal piano morfologico florale quale si manifesta nelle condizioni normali. Per spostare maggiormente la morfologia del perigonio, si dovrà partire verosimilmente da bottoni fiorali assai più piccoli e più lontani dall'antesi.

Fiori espansi originati da bottoni capovolti, ed entrati in antesi al primo giorno con le caratteristiche sopra descritte, furono alla fine dello stesso primo giorno raddrizzati e riportati quindi nella posizione normale. L'apparato staminale e lo stilo mantennero in sostanza anche con questa nuova posizione l'aspetto raggiunto in precedenza, vi fu soltanto verso l'apice dello stilo e dei filamenti una leggera torsione verso l'alto. Segno che le grandi curvature possono essere raggiunte soltanto nel periodo di sviluppo del fiore e cioè durante la fase di boccio e d'inizio d'antesi, per cui il processo nelle grandi linee non è più reversibile nelle fasi medie e tardive dell'antesi anche quando questa si prolunga per più giorni, e solo sono possibili leggeri ritocchi apicali, mediante lievi curvature anch'esse interpretabili con i sopra esposti principi della distensione unilaterale condizionata dalla gravità o dalle azioni geoelettriche.

Che nei processi di curvatura entrino in gioco dei fattori di distensione ascrivibili alle auxine viene pure corroborato dal fatto che delle pennellature *unilaterali*, fatte mediante soluzioni di ete-

roauxina $\frac{1}{1000} - \frac{1}{3000}$ in qualsiasi posizione sui filamenti e sullo stilo dei fiori in via di sbocciare, determinano in questa specie la pronta reazione in modo che detti organi si curvano assai fortemente e

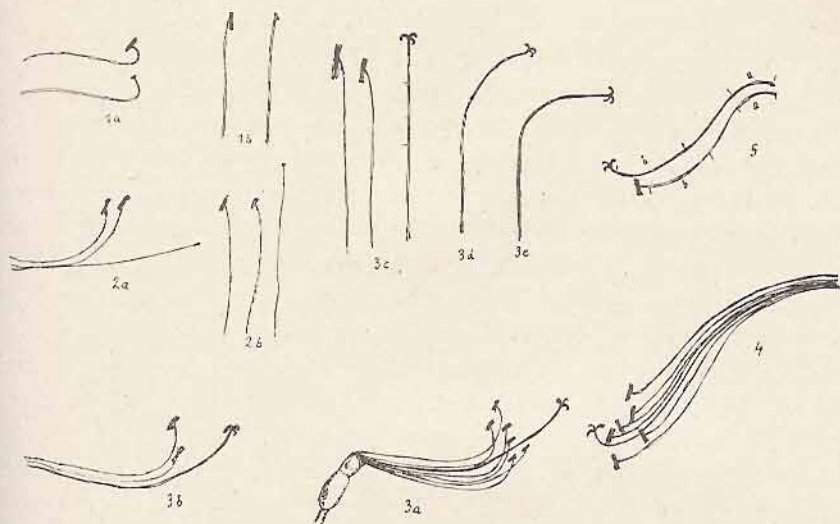


Fig. 2. — *Funkia caerulea*: 1a uno stame e lo stilo di un fiore normale ad asse inclinato-orizzontale, 1b uno stame e lo stilo di fiore originato da bottone tenuto eretto-verticale nella preantesi e durante l'antesi.

Hemerocallis fulva: 2a due stami e lo stilo di un fiore normale ad asse inclinato-orizzontale, 2b due stami e lo stilo di fiore originato da bottone tenuto eretto nella preantesi e durante l'antesi.

Hyppochaeris rutilum: 3a il complesso dell'androceo, l'ovario e lo stilo di fiore normale (tolti soltanto i tepali), 3b due stami e lo stilo dello stesso fiore normale, 3c due stami e lo stilo di fiore originato da bottone tenuto verticale-eretto nella preantesi e durante l'antesi; allo stilo eretto venne fatta in seguito dal lato sinistro, nel tratto posto tra le due lineette, una pennellatura di ete-roauxina $\frac{1}{3000}$; esso in conseguenza subisce una curvatura verso destra: la fig. 3d rappresenta questa dopo 36 ore e la fig. 3e la curvatura ad angolo retto raggiunta dopo 48 ore.

Sprekelia formosissima: 4 aspetto dell'androceo e dello stilo di fiore normale ad asse inclinato, 5 lo stilo ed uno stame di fiore normale; è visibile la curvatura ad S con la convessità al dorso nel tratto basale (a) e con la convessità al ventre nel tratto distale (b).

Tutte le figure sono ridotte a circa un terzo della grandezza naturale.

con la convessità rivolta dalla parte che subì l'azione dell'etero-auxina. La curvatura ottenuta può sostituire la curvatura indotta dalla posizione. Così pennellature dalla parte dorsale dello stilo e dei filamenti staminali nel settore distale, determinano una energica curvatura di questi organi verso il basso, opposta a quella naturale, in quanto l'azione distensiva esercitata alla parte dorsale dall'ete-

roauxina nella concentrazione sopra indicata, è superiore a quella determinata dall'auxina naturale che per effetto di posizione viene a disporsi nel lato ventrale del settore distale di questi organi.

Antirrhinum majus L. (fig. 3 1a, 1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 2c, 2d)

Questa specie, a corolla zigomorfa personata, è in possesso di un'architettura florale molto rigida specialmente per quanto riguarda la conformazione della corolla e del calice, per cui per effetto del capovolgimento e quindi dello sviluppo in posizione rovesciata, questi due elementi non vengono toccati nella morfogenesi anche se il capovolgimento è fatto 3-6 giorni prima dell'antesi, partendo quindi da bottoni floreali piccoli.

Viceversa leggere modificazioni si hanno in quanto riguarda lo stilo ed i filamenti staminali.

È noto che in condizioni normali questa specie possiede quattro stami di cui due leggermente più lunghi degli altri due (didinami) e precisamente i due inferiori sono più lunghi ed hanno il filamento compresso piatto, ed i due superiori sono più corti e più sottili, tutti hanno il filamento che stà a contatto con la parte superiore del tubo corollare e le antere si collocano poco sotto, presso la fance. Lo stilo si colloca in posizione analoga tra gli stami. Nei fiori normali in posizione orizzontale od inclinata essi stanno verso l'alto sotto alla parte dorsale del tubo corollare (fig. 3 1c).

Nei fiori capovolti da 3-6 giorni si danno delle leggere differenze, rilevabili specialmente in quanto riguarda le curvature dei filamenti staminali e dello stilo, per quanto le modificazioni di questi elementi non possono essere, anche per cause meccaniche, molto rilevanti in quanto essi sono rinchiusi nel tubo corollare. Nei capovolti i due stami più lunghi inferiori, data la forma a lami-netta piatta dei loro filamenti, non possono erigersi verso il labbro trilobo (che nei capovolti diviene superiore mentre è l'inferiore nei normali) tuttavia spesso essi ritorcono i filamenti su sè stessi nel senso della longitudine per cui senza erigersi verso l'alto assumono una posizione divergente.

I due stami più corti, a filamento più sottile, si curvano invece verso l'alto e lo stesso dicasi dello stilo (fig. 3 2b, 2c). Queste curvature e torsioni sono interpretabili con l'ammissione di un maggiore afflusso di auxina nella parte inferiore dei filamenti e dello stilo indotto dalla reazione geotropica. Queste osservazioni furono ricavate partendo da bottoni lunghi 5 mm. e tenuti capovolti fino, e durante tutto il periodo dell'antesi.

Funkia caerulea Herb. (fig. 2, 1a)

Questa bella specie possiede fiori orizzontali e nel perigonio manifesta una leggera, appena percepibile zigomorfia quantitativa, per un leggero maggiore sviluppo dei tepali rivolti in basso.

La disposizione zigomorfa si manifesta invece con grande evidenza nell'androceo e nello stilo i quali posseggono una spiccatissima curvatura verso l'alto nella loro parte distale. Tipo di curvatura che corrisponde a quello di *Hyppeastrum rutilum* e di *Sprekelia formosissima*, essendo però in *Funkia* ancora più spiccato (fig. 2 1a). Il capovolgimento dei bottoni florali iniziato 2 giorni prima dell'antesi, determina una ingente curvatura dei filamenti staminali e dello stilo verso l'alto percepibile già all'atto della schiusa del perigonio, segno di un'alta reattività di questi organi, la cui posizione e curvatura è strettamente condizionata dalla posizione che essi hanno di fronte alla terra. La causa della curvatura deve essere anche in questa specie dovuta ad una pronta reattività dei tessuti alle differenze di quantità di auxina che vengono a prodursi tra la faccia superiore e l'inferiore dei filamenti staminali e dello stilo nei fiori posti orizzontali. Questa interpretazione si trova confermata anche dalle osservazioni fatte sullo sviluppo del fiore di questa specie partendo da bottoni florali tenuti verticali ed eretti.

Tropaeolum majus L.

L'ecologia florale di questa specie è stata descritta nelle sue linee generali sino dallo Sprengel, e su di essa dirò più dettagliatamente in seguito a proposito delle ricerche sulla conformazione dei fiori tenuti verticali.

Qui solo accenno che, in questa specie tipicamente proterandra, ad asse florale inclinato ed a piano nel lembo subverticale, i filamenti staminali presentano delle curvature durante l'antesi in modo che essi si dispongono orizzontalmente durante la deiscenza delle antere ma si curvano poi verso il basso alla fine del periodo maschile, quando cioè il fiore entra nella fase femminile, ed in tale posizione perdurano durante tutto questo periodo.

Nei fiori originati da bottoni tenuti capovolti, gli stami alla fine della fase maschile e durante la fase femminile sono pure rivolti in basso e vengono quindi ad essere orientati verso i due petali superiori non barbati (che in seguito al capovolgimento stanno in basso) mentre nei fiori normali essi sono rivolti verso i tre petali inferiori barbati. Pure in questa specie la reazione allo stimolo geotropico è pronta.

b) *Specie a forma florale non modificabile dallo sviluppo in posizione rovesciata (forme rigide).*

Digitalis lutea L., *Scutellaria Columnae* All., *Salvia Selarea* L., *Acanthus mollis* L., *Stenolobium stans* D. Don.

In queste specie a forma florale tra loro diversa ma sempre zigomorfa ed avente l'asse orizzontale od inclinato, il capovolgimento dei bottoni florali fatto anche 3-5 giorni prima dell'antesi non modifica in modo tale da essere apprezzabile l'aspetto dei fiori, nè per quanto riguarda la conformazione del calice e della corolla, nè per quanto riguarda le curvature e la forma dei filamenti staminali e dello stilo. Ciò è stato dimostrato mediante le prove da me fatte su dette specie a mezzo dello sviluppo in posizione rovesciata.

La causa di questa mancata reazione deve essere ricondotta innanzitutto al fatto che gli stami e lo stilo sono troppo rigidamente collegati alla forma corollare, che impedisce per ragioni essenzialmente meccaniche e di contatto, una loro maggiore libertà tale da consentire la pronta risposta allo stimolo geotropico e lo svincolo dai rapporti di posizione che sono propri ai fiori posti in posizione normale. Così per esempio il tubo corollare di *Digitalis lutea* è molto stretto e non consente torsioni degli stami nei fiori capovolti. La corolla compressa lateralmente della *Salvia Selarea* tiene fermi i due stami e lo stilo per la maggior parte dello sviluppo del fiore capovolto anche partendo da bottoni molto piccoli. Lo stesso dicasi per la corolla di *Scutellaria Columnae*. Tuttavia non possiamo escludere che, come la corolla di tutte queste specie nonchè quella di *Antirrhinum majus* e delle altre sopra ricordate rigide nel perigonio [ma sensibili nell'androceo e nello stilo], non viene modificata dalle condizioni esterne che dominano sul capovolgimento, così in questo gruppo di specie che abbiamo distinte come forme florali a *tipo rigido*, anche l'androceo e lo stilo abbiano ormai assunto il tipo *fleticamente rigido* ed assestato, la cui forma cioè sia, come per la corolla, condizionata ormai da fattori intrinseci, non più spostabile per i cambiamenti indotti dallo sviluppo in posizione rovesciata.

L'estrema rigidità del sistema morfologico di queste specie altamente organizzate nel loro apparato florale, verrebbe perciò, secondo questo punto di vista, a parte il legame meccanico tra corolla stami e stilo che rende difficile una pronta reazione, ad essere determinata da cause ormai idioplasmatiche, retta cioè da fattori genetici

che impongono una tale precoce differenziazione delle parti da non essere spostabile con le modificazioni di posizione indotte dall'esperimento e ciò pure manifestando tutto l'apparato florale, corolla, stami e stilo di queste specie aspetti morfologici che indubbiamente lasciano intravedere i principi fondamentali di forma determinati dall'affetto di posizione e dati dalla diversa intensità auxinica che viene a stabilirsi tra il lato ventrale e quello dorsale degli organi inseriti sull'asse florale inclinato od orizzontale, con le conseguenze morfogenetiche proprie a queste diversità. Principi che dovettero presiedere durante la filogenesi nella costruzione di dispositivi ecologici altamente complessi, ma su i quali si innestarono le modificazioni *genetiche* tali da renderli ora assai più rigidi all'azione esterna di quanto lo siano quelli delle specie descritte in precedenza in cui in parte sono ancora modificabili da queste.

II. - Ricerche compiute mediante lo sviluppo dei bottoni florali in posizione verticale eretta.

Funkia caerulea Sweet., *Hyppastrum rutilum* Herb. var. *fulgidum* Herb., *Hemerocallis fulva* L.

Come è stato sopra esposto per la prima specie e nel nostro precedente lavoro (1942) per la seconda specie, queste due entità presentano una notevole rassomiglianza di tipo florale contraddistinto da una ingente curvatura ad *S* dei filamenti staminali e dello stilo per cui essi curvati in basso nella parte prossimale, sono curvati arditamente verso l'alto nella parte distale. In *Funkia* la curvatura è talora arditissima, a semicerchio.

Anche in *Hemerocallis fulva* vi è una curvatura verso l'alto da parte dei filamenti staminali, però un poco più attenuata che nelle specie precedenti. Viceversa lo stilo è sempre *diritto* in questa specie, privo di curvature, indipendentemente dalla posizione del fiore. In queste specie feci delle prove di reazione di curvatura oltrechè su i fiori capovolti sopra descritte, anche facendo sviluppare i bottoni florali, partendo da 4 a 1 giorno prima dell'antesi, staccati dalla pianta e posti con il picciolo immerso nell'acqua di fonte, ma tenuti con il loro asse eretto, verticale, in modo che fosse così eliminata l'azione unilaterale della gravità e tutti gli organi fossero sottoposti ad azione simile. I fiori di *Funkia caerulea* e *Hyppastrum rutilum* sviluppati in queste condizioni si mostrano del tutto actinomorfi, in essi i filamenti staminali e lo stilo *non assumono curvature*, ma rimangono sempre diritti, eretti verso l'alto

(fig. 2 1a, 1b; 3a, 3b, 3c). Questa relazione è tanto più completa quanto più lungo è il periodo in cui i bottoni florali sono stati tenuti eretti precedentemente all'antesi che è breve (di 1 giorno) in *Funkia* ed è molto più lunga (di 3-4 giorni) in *Hyppeastrum*. Però anche nei bottoni florali posti diritti da due giorni soltanto prima dell'antesi, i filamenti staminali e lo stilo rimangono sostanzialmente diritti o presentano soltanto una curvatura leggerissima.

In *Hemerocallis fulva* per la particolare posizione della base degli stami, parzialmente inchiusi in una breve doccia costituita dal perigonio, i filamenti staminali divengono in queste condizioni sperimentali bensì diritti ma particolarmente nei fiori che si originano da bottoni collocati verticali poco prima dell'antesi, presentano una leggera curvatura sempre però assai più tenue che nei fiori inclinati di natura. Lo stilo è sempre diritto e verticale (fig. 2 2a, 2b).

Anche questi risultati sperimentali, oltremodo chiari specialmente in *Funkia* e *Hyppeastrum*, dimostrano che le curvature naturali sono indotte da fattori dipendenti dalla posizione inclinata dei fiori e che lo sviluppo in posizione verticale abolisce le curvature, in quanto il flusso delle auxine venendo ad essere uniforme lungo i filamenti e lo stilo (senza quindi differenze nella quantità di esse tra le parti dorsali e ventrali degli organi), impedisce una distensione unilaterale in queste parti.

I filamenti e lo stilo ottenuti diritti in conseguenza della posizione verticale eretta del bottone florale possono venire facilmente curvati per mezzo di pennellature unilaterali di eteroauxina. Le fig. 2 3c, 3d, 3e, mostrano il graduale ma energico curvarsi dello stilo inizialmente diritto di *Hyppeastrum rutilum* in conseguenza di una pennellatura unilaterale sinistra fatta in corrispondenza del terzo superiore dello stesso mediante una soluzione acquosa di eteroauxina $\frac{1}{10,000}$, dose che per questa specie e per questo organo si dimostra ancora nell'ambito dell'ottimo. Nello stilo, sempre collocato verticalmente, una curvatura quasi ad angolo retto viene raggiunta dopo circa 48 ore dal trattamento (fig. 2 3e).

Pelargonium ignescens Lodd.

Il tipo ecologico florale di questa specie fu da me già descritto in precedenza (cfr. NEGODI 1941-42).

I fiori sono dicogami proterandi, gli stami presentano durante la fase maschile (di deiscenza delle antere) una leggera curvatura verso l'alto o rimangono quasi orizzontali. Con l'entrata nella fase

femminile, gli stami si curvano verso il basso mentre lo stilo o rimane orizzontale oppure si erige leggermente verso l'alto.

La curvatura verso il basso degli stami nei fiori normali nella fase femminile, può essere interpretata ammettendo un'onda auxinica nei filamenti staminali la quale per il maggiore afflusso auxinico verso il lato ventrale di essi in questo lato diviene sopra-ottima mentre è ottima al lato dorsale; da ciò la distensione maggiore al lato dorsale determinante la curvatura dei filamenti staminali verso il basso. Ho già dimostrato in precedenza (1942) che anche nei fiori capovolti gli stami si curvano al secondo giorno di antesi verso il basso e ciò per le stesse ragioni, invertendo così i rapporti di posizione con i petali ed il calice ma non con la direzione di gravità.

Bottoni florali tolti dalla pianta e posti *diritti verticali* col picciolo immerso nell'acqua due giorni prima dell'antesi, mantengono allo sbocciamiento gli stami diritti, i quali perdono l'attitudine alla curvatura, ma ciò purchè il fiore sia del tutto verticale; qualora manchi anche di poco questa condizione la curvatura si manifesta. Il comportamento è quindi simile a quello di *Hyppeastrum* e *Funkia*, quantunque per la più piccola statura del fiore esso sia meno evidente.

Tropaeolum majus L.

Come sopra ho accennato questa specie fu già esaminata nella sua ecologia florale dallo Sprengel ed in seguito da altri autori (cfr. KNUTH, l. c.).

I fiori sono tipicamente zigomorfi sia nel calice che nella corolla, provveduta questa di due grandi petali superiori cuneati privi di frangia e di tre petali inferiori picciolati, sfrangiati alla fauce.

Gli otto stami presentano dei caratteri interessanti in quanto i 4 superiori sono più corti dei 4 inferiori, il che si connette verosimilmente, ma ormai come fatto fletico, all'effetto di posizione.

Durante l'antesi del fiore, che è tipicamente dicogamo proterandro, gli stami subiscono delle curvature. Lo Sprengel descrive che gli stami all'inizio dell'antesi sono tutti con i filamenti curvati in basso, ed in seguito progressivamente, uno al giorno, si elevano orizzontalmente e deiscono le rispettive antere per poi curvarsi nuovamente verso il basso. Per vero questi dati, riportati pure dal Knuth, non sono del tutto esatti. Le mie osservazioni hanno dimostrato che all'inizio dello sbocciamiento i fiori presentano tutti gli stami curvati in basso, però il sollevamento di essi nella posizione

orizzontale non avviene uno al giorno, ma nel corso di 2-3 giorni (talora uno al primo giorno, poi al secondo giorno altri 3 e poi il resto al terzo giorno) tutti gli stami raggiungono la posizione orizzontale aprendo le antere. In ogni caso dopo la deiscenza delle antere i filamenti si curvano verso il basso dimodochè nella fase femminile in cui i tre raggi stilari e stigmatici sono aperti e le papille espanse, essi sono tutti volti in basso.

Sopra ho descritto che i fiori di questa specie originati da bottoni tenuti capovolti, presentano, nella fase finale femminile, pure gli stami curvati in basso. Segno della immediata reazione geotropica dei loro filamenti, per cui essi vengono a collocarsi presso i due petali superiori privi di frangia, che in seguito al capovolgimento stanno in basso.

Ciò viene dimostrato pure dallo sviluppo dei fiori che si originano da bottoni florali staccati dalla pianta e collocati verticalmente con il picciolo immerso nell'acqua.

In questo caso all'atto dell'antesi, gli stami, che non presentano apprezzabili differenze di grandezza con quanto si manifesta nei fiori normali, sono tutti *radiali divergenti*, non curvati in basso come nei fiori normali. In seguito essi si erigono a gruppi o in qualche caso anche quasi tutti insieme verso il centro del fiore e così verticali si presentano nella fase di deiscenza delle antere. Superata la quale tutti divergono *radialmente* curvandosi verso l'esterno, l'orientazione di essi tende all'actinomorfa.

In complesso quindi, il comportamento dei fiori tenuti eretti si accorda pienamente con quello dei fiori delle altre specie, tenuti nelle stesse condizioni, con le sole varianti indotte dalla particolare struttura del fiore di *Tropaeolum*.

La curvatura generale verso il basso dei filamenti staminali nei fiori normali e nei capovolti, come pure la curvatura radiale verso l'esterno ottenuta con la posizione eretta che sottrae l'apparato staminale all'azione unilaterale della gravità od all'azione geoelettrica si possono interpretare con i principi già esposti per le altre specie (*Funkia*, *Hypochaeris*).

Alcune particolarità dell'architettura fiorale i cui aspetti sono interpretabili come effetto di posizione.

Oltre ai tipi qui presi in considerazione anche dal punto di vista sperimentale oltrechè nel loro piano di organizzazione morfologica ed i tipi già descritti nelle mie precedenti note sullo stesso

argomento, a maggiore illustrazione dei principi già dedotti segnalò qui a titolo di esempio alcuni altri casi di strutture fiorali legate all'effetto di posizione:

Campanula pyramidalis L. (fig. 3 6a, 6b).

In contrasto a moltissime specie di *Campanula* in cui lo stilo non risente l'azione dello stimolo geotropico, *Campanula pyramidalis*, i cui fiori sono disposti con l'asse orizzontale sul lungo racemo, presenta invece una decisa curvatura geotropica stilare nella fase femminile dell'antesi. Mentre la corolla è decisamente actinomorfa e così pure gli stami i quali sono tutti egualmente lunghi, lo stilo disposto orizzontale e diritto nella fase maschile, in seguito si allunga notevolmente e si curva ad angolo retto verso l'alto nella fase in cui i raggi stigmatici si aprono e le papille diventano recettive. La curvatura di carattere decisamente geotropico negativo, è molto sensibile in quanto nei casi di assi dell'infiorescenza inclinati od anche, per cause eccezionali spesso traumatiche aventi una posizione orizzontale, lo stilo dei singoli fiori si curva nel suo tratto mediano sempre verso l'alto. La curvatura è indubbiamente interpretabile come effetto di posizione in quanto la corrente di auxina per cause geotropiche o geoelettriche è più forte al lato ventrale inferiore dello stilo di quanto lo sia al lato dorsale, ciò che determina una distensione maggiore dei tessuti al lato ventrale e la curvatura di quest'organo verso l'alto.

Cleome violacea L.

Interessante è l'architettura di questa specie in quanto riguarda i petali e l'androceo. Essa presenta i petali superiori eretti e piccoli ed i laterali inferiori più grandi.

Dei 5 stami il superiore è il più corto, i 2 laterali superiori sono ancora piccoli ma a filamenti più lunghi del superiore, i 2 stami inferiori sono invece assai più lunghi. Tutto il piano architettonico di questa specie si interpreta facilmente con i principi dell'effetto di posizione in quanto nel settore inferiore dell'asse florale il flusso di auxina è più forte che nel settore superiore e gli organi sono più espansi.

Petunia hybrida hort.

Su questa specie ho già dato con dettaglio il piano di forma florale prendendo in considerazione anche i pesi degli organi,

(Negodi 1930), da cui trassi pure la rappresentazione grafica che denominai *antogramma quantitativo* (Negodi 1934). Mentre per il

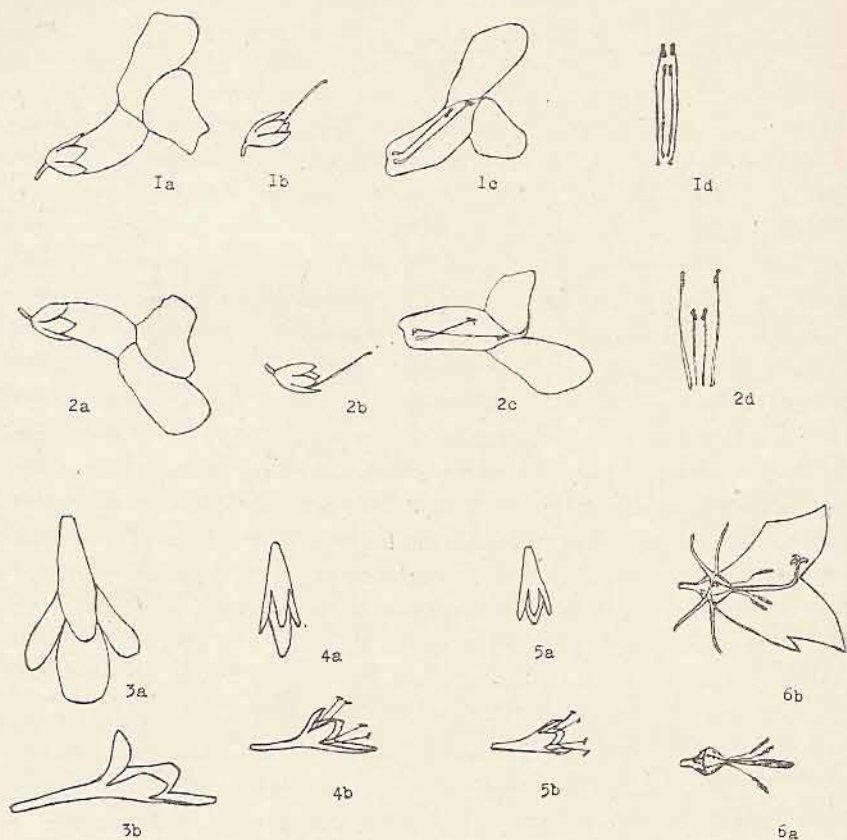


Fig. 3. — *Antirrhinum majus*: 1a fiore normale, 1b calice e stilo di fiore normale, 1c sezione di corolla e dell'androceo di fiore normale (visibili solo due stami), 1d i quattro stami dell'androceo di fiore normale visti dall'alto; 2a fiore originato da bottone tenuto capovolto nella preantesi e durante l'antesi, 2b calice e stilo dello stesso, 2c sezione di corolla e posizione di due stami in fiore originato da bottone tenuto capovolto, 2d i quattro stami visti dall'alto dello stesso.

Cephalaria alpina: 3a-3b corolla di fiore periferico orizzontale a grande labbro inferiore, 4a-4b corolla meno lobata di fiore inclinato della parte mediana del capolino, 5a-5b corolla di fiore subtubuloso quasi verticale della parte centrale del capolino.

Campanula pyramidalis: 6a parte dell'androceo (sono disegnati soltanto tre stami) e stilo (ancora chiuso) orizzontale, 6b sezione del fiore della stessa specie in fase femminile avanzata, con raggi stigmatici aperti, è manifesta la curvatura dello stilo verso l'alto.

(Tutte le figure sono in grandezza naturale eccetto le 6a e 6b che sono ridotte a metà della grandezza naturale).

calice rimando a quando già dissi sulla sua forma e sull'esistenza di vari tipi tra cui degli enantiomorfi nella stessa infiorescenza, la corolla e l'androceo sono decisamente zigomorfi. Il fiore presenta l'asse orizzontale ed il piano del lembo subverticale. I 3 lobi superiori della corolla sono piccoli mentre i due inferiori sono più grandi, il ch     interpretabile come dovuto all'affetto di posizione per il maggiore flusso di auxina nella parte inferiore della corolla.

L'androceo presenta invece una particolarit   rimarchevole ed eccezionale. I 2 stami pi  dorsali sono mediocri per la lunghezza dei loro filamenti e per il peso delle loro antere, i 2 laterali-ventrali sono i pi  lunghi e con le antere pi  pesanti, viceversa il pi  ventrale di tutti, che   impari,   il pi  piccolo sia per quanto riguarda la lunghezza del filamento che per quanto riguarda il peso dell'antera. Questa particolarit   dello stame ventrale impari-mediano sembrerebbe contrastare con il principio generale dell'effetto di posizione che si realizza cos  bene nella corolla la quale possiede nel settore ventrale la maggiore espansione. Tuttavia anche questa apparente contraddizione pu  essere spiegata tenendo presenti i rapporti di reattivit   degli organi alle diverse dosi o quantit   di auxina, rapporti che possono variare da organo ad organo.

Si pu  cio  ammettere che la minore statura dello stame inferiore mediano sia dovuta al fatto che per il maggiore afflusso di auxina nel settore ventrale dell'asse florale su cui si inserisce, in esso viene a costituirsi una situazione auxinica sopraottima. Per cui se l'elevata concentrazione di auxina   ancora ottima per il settore ventrale della corolla non lo   pi  per quello dell'androceo maggiormente sensibile al fattore auxinico e lo stame pi  basso rimane quindi pi  corto e contratto.

Viceversa la quantit   di auxina nel settore degli stami superiori essendo nel campo dell'ottimo funzionale determina una maggiore lunghezza di essi ed una maggiore ancora, per la loro posizione pi  bassa, essa determina anche nel settore degli stami laterali. Soltanto nel settore ventrale impari essa   troppo forte e determina la contrazione dello stame ivi collocato che diviene il pi  breve di tutti gli altri quattro.

Perci  anche questa apparente anomalia dell'androceo di *Petunia* e di parecchie altre *Solanaceae* (p. es. *Nicotiana*, *Atropa* ecc.) pu  trovare una interpretazione che si inquadra nei principi generali.

Cephalaria, *Scabiosa*, *Knautia* (*Dipsacaceae* in genere).

L'infiorescenza a capolino delle *Dipsacaceae* e particolarmente di alcuni generi come *Cephalaria*, *Scabiosa*, *Knautia* ecc. presenta degli interessanti aspetti i quali si possono interpretare come risultato della posizione. Così ad esempio il capolino di *Cephalaria alpina* L. Su di esso nelle posizioni più esterne e radiali si inseriscono i fiori che sono zigomorfi e con i lobi della corolla rivolti verso il basso ed all'esterno più ampi dei lobi dorsali. Questo zigomorfismo quantitativo assai spiccato nei fiori periferici i quali sono ad asse orizzontale o suborizzontale si attenua notevolmente nei fiori più interni del capolino i quali via via possiedono il lembo più contratto fino a che nei centrali eretti la zigomorfia è quasi assente, in causa della loro posizione eretta, quasi verticale, che determina l'abolizione parziale o completa dell'azione unilaterale della gravità sul deflusso dell'auxina e quindi sulla unilaterale distensione dei tessuti quale invece si manifesta nei fiori periferici. Dai fiori periferici più esterni ai centrali vi è tutta una gamma di forme intermedie facilmente interpretabile con questi principi (fig. 3 3a 3b, 4a, 4b, 5a, 5b). La configurazione dei capolini di queste *Dipsacaceae* ricorda da vicino quella dei fiori dei corimbi del genere *Iberis* (*Cruciferae*) e di alcune *Ombrelliferae* su cui altrove ho già richiamato l'attenzione.

L'infiorescenza delle *Dipsacaceae* rappresenta un bellissimo dettagliato esperimento naturale dell'effetto di posizione!

Il progressivo e graduale passaggio da un tipo corollare bilabiato zigomorfo dei fiori periferici a quello tubuloso quasi actinomorfo dei fiori centrali nelle *Dipsacaceae* si connette pure alle disposizioni proprie ai fiori dei capolini delle *Tubuliflorae* delle *Compositae* nei quali tuttavia la metamorfosi florale è assai più profonda e la complessità della infiorescenza assai maggiore. Pur tuttavia essi lasciano intravedere il principio fondamentale dell'effetto di posizione che deve avere presieduto sino dai primordi la filogenesi di questa famiglia, e che costituì il motivo su cui si sono innestate quelle profonde metamorfosi, ora legate a fattori genetici, che fanno del capolino di questa famiglia un organo non più reversibile al variare delle condizioni di sviluppo.

Conclusioni generali.

I nuovi dati di osservazione e sperimentali riportati in questa memoria e quelli già resi noti nelle mie precedenti memorie sullo stesso argomento, conducono a risultati generali uniformi. Essi dimostrano anche dai soli casi riportati, descritti o sperimentati, propri a specie appartenenti a gruppi sistematici assai distanti e scelti a scopo di esemplificazione, la grande importanza di ciò che definisco come *effetto di posizione* per la configurazione dei fiori e loro parti. Tanto da assumere un valore generale sia nelle determinazioni attuali della forma e cioè quelle che ancora sono modificabili mediante lo spostamento dalle condizioni topografiche consuete dello sviluppo dei fiori, sia nelle determinazioni che esso influì nel corso della filogenesi. Di modo che esso costituì un motivo fisiologico fondamentale presente durante l'evoluzione delle architetture floreali ed è con esso che si sono concretate anche le architetture più complesse, che lo lasciano tuttora intravedere, per quanto, come hanno dimostrato le nostre esperienze, esse non siano attualmente modificabili da semplici e poco duraturi cambiamenti delle normali condizioni di sviluppo.

La causa generale dell'effetto di posizione nei fiori deve essere ricondotta, come per l'anisofilia, al fatto che con la posizione orizzontale o inclinata dell'asse florale o degli organi floreali, in causa della gravità o dell'azione geoelettrica, la quantità di auxina che viene a trovarsi nelle parti ventrale e dorsale di detti organi, se collocati orizzontalmente od inclinati, non è la stessa ma essa si intensifica nella parte ventrale.

Ragione per cui per le proprietà generali delle auxine di essere dei distensori cellulari, gli organi che si trovano disposti verso il lato ventrale tendono in linea di massima ad assumere una maggiore distensione (molto spiccata per lo più nella corolla e nell'androceo) o subiscono una curvatura verso l'alto (stami, stili ecc.). Tuttavia è da considerare sempre il rapporto tra quantità o dose di auxina e la reattività dell'organo, in quanto in alcuni casi la maggiore quantità di auxina nel settore ventrale può giungere ad una dose sopraottima in confronto a quella che si stabilisce per azione geotropica o geoelettrica alla parte dorsale, tale da determinare una contrazione degli organi situati in basso od una curvatura di essi verso la parte inferiore, come è stato posto in evidenza in

alcuni casi sopra riportati. L'importanza dell'auxina e delle sue dosi in relazione alla reattività specifica, nel determinare l'allungamento, la curvatura o la contrazione (quando la dose relativa è sopraottima) è stato da me dimostrato anche sperimentalmente in più specie (*Iris*, *Pelargonium*, *Tulipa*, *Silene*, *Hyppastrum*, *Sprekelia*), mediante l'apporto localizzato o totale di eteroauxina (Negodi 1940 - 1941 - 1942).

Questi principi permettono ora di interpretare tutta una svariata serie di aspetti morfologici ed ecologici dei fiori e di comprendere nel loro determinismo fisiologico ciò che finora dalle scuole ecologiche (Sprengel, Darwin, Müller, Delpino, Knuth ecc.) antiche e recenti, veniva interpretato nel suo lato finalistico, trovando soddisfazione nel rapporto tra forma florale e suo scopo ecologico e particolarmente quello di promuovere l'impollinazione incrociata. Che questo rapporto sussista è indubbio, tuttavia molti dispositivi trovano ora nei principi qui esposti la loro interpretazione fisiologica in quanto permettono di vedere quali sono i mezzi con cui la Natura si serve per elaborare le complesse strutture florali.

Con chè i risultati di queste nostre ricerche pongono le basi di un capitolo della morfogenesi e biologia florale, passibile di ulteriori più ampi sviluppi, in quanto sono atti a fornire un'interpretazione funzionale di aspetti e dispositivi anche complessi fin qui in linea di massima considerati nel loro lato teleologico

Istituto ed Orto Botanico della R. Università di Modena.

6 luglio 1942 - XX

Memoria presentata alla Società dei Naturalisti e Matematici di Modena
nell'adunanza del 27 ottobre 1942 - XX

BIBLIOGRAFIA

- DARWIN CH., *Le diverse forme dei fiori in piante della stessa specie*. Trad. G. Canestrini e L. Moschen, Torino 1884.
- DELPINO F., *Ulteriori osservazioni sulla dicogamia nel regno vegetale*. « Atti Soc. Ital di Scienze Naturali », Milano, vol. XI-XII, parte I, 1868-69, parte II, fasc. I, 1870, fasc. II, 1875.
- KNUTH P., *Handbuch der Blütenbiologie* Bd. I-III. Leipzig 1898-1905. cfr. Bd. II, I Teil pp. 244-275, 1898.
- MÜLLER H., *Die Befruchtung durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider*. Leipzig 1873.
- NEGODI G., *Fondamenti dell'organizzazione florale in Petunia hybrida hort.* « Annali di Botanica », vol. XVIII, fasc. III, pp. 305-321, 1930.
- *Su di un modo di rappresentazione grafica degli sviluppi quantitativi di organi florali: antogrammi quantitativi. Appunti sull'architettura florale di Geranium nepalense Sweet.* « Atti Soc. dei Natur. e Matem. di Modena », vol. LXV, pp. 81-87, 1934.
- *Ricerche comparative sull'azione degli ormoni d'accrescimento (eteroauxina) sugli organi vegetativi delle piante.* « Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena », vol. LXXI, pp. 70-93, 31 gennaio 1940.
- *Ormoni d'accrescimento e nastie.* « Malpighia », vol. 35, pp. 89-102, 3 tav., 25 marzo 1940.
- *Azione dell'eteroauxina sugli organi florali.* « Rivista di Biologia », vol. XXX, pp. 183-197, 20 febbraio 1940.
- *Azione dell'eteroauxina fornita mediante pasta sui movimenti nastici delle foglie di Mimosa pudica e Mimosa Spegazzinii.* « Atti Soc. Natur. e Matem. di Modena », vol. LXXII, pp. 16-19, 28 febbraio 1941.
- *Piano di organizzazione florale, stimolo geotropico ed auxine.* « Atti Soc. Nat. e Mat., di Modena », vol. LXXII, pp. 1-15, 28 febbraio 1941.
- *L'effetto di posizione nell'architettura florale, nell'anisofillia e sue cause.* (Riassunto). « Atti Soc. Nat. e Matem. di Modena », vol. LXXIII, pp. 1-4, 1 aprile 1942.
- *L'effetto di posizione nell'architettura florale e nell'anisofillia.* « Rivista di Biologia », vol. XXXIV, 1942.
- SPRENGEL CH. K., *Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen*. Berlin 1793.
-

Determinazioni astronomiche di latitudine, di azimut e di deviazione della verticale eseguite a Castiglione delle Stiviere, a Desenzano, a Parma nell'estate 1942

Mi sono proposto di fare alcune determinazioni astronomiche di latitudine e di azimut durante l'estate 1942 ed ho prescelte le tre località di Castiglione delle Stiviere (Mantova), Desenzano (Brescia) e Parma, nelle quali ho già eseguite negli scorsi anni 1936 e 1937 delle determinazioni di coefficiente di rifrazione geodetica (1). In tal modo queste operazioni, oltre all'interesse di costituire dei nuovi contributi locali in aggiunta alle numerose determinazioni di latitudine e di azimut fatte attraverso molti anni in parecchi punti del nostro territorio ed oltre a permettere di dedurre nuovi valori dell'attrazione locale, potevano essere per me oggetto particolare di studio per vedere se e in quale misura le deviazioni della verticale che avrei trovate potevano avere influenzato le predette determinazioni di coefficiente di rifrazione geodetica che, per necessità varie, erano state fatte con zenitali misurate da un solo estremo.

Le operazioni fondamentali ed accessorie eseguite allo scopo, complessivamente assai lunghe e laboriose, possono così elencarsi: 1, 2, 3: collegamento con la rete di primo ordine di ciascuna stazione stabilita nelle tre località; 4, 5, 6: determinazioni astronomiche di latitudine, di azimut e delle componenti della verticale nelle stesse tre località; 7: Altre determinazioni, calcoli e deduzioni

(1) A. CATTANEO, *Ricerche sul coefficiente di rifrazione geodetica eseguite nella regione morenica del Garda*, « L'Universo », Firenze, novembre 1939.

A. CATTANEO — stesso titolo (nota riassuntiva). — « Atti della Soc. dei Naturalisti e Matematici di Modena », vol. LXIX, anno 1938 XVI.

A. CATTANEO, *Determinazione del coefficiente di rifrazione geodetica eseguita nel Parmense*, « Dodicesimo rapporto annuale », Osserv. Meteorol. R. Università di Parma 1937 XVI.

aventi per scopo le accennate conclusioni in merito alle precedenti ricerche di coefficiente di rifrazione.

Per dare adeguato sviluppo all'insieme di tutte le operazioni, ciascuna delle parti elencate dovrebbe dar luogo ad una particolare nota a stampa. D'altra parte la notevole riduzione di pagine imposta a tutti i periodici dalle attuali condizioni belliche, mi obbliga a riassumere i risultati essenziali delle prime sei parti elencate in modo da restringerli in questa unica nota, mentre un'altra nota (1) di poche pagine conterrà ciò che più particolarmente si riferisce agli scopi della rifrazione e che ho accennati.

Le stesse ragioni dette non mi permettono di dare lo sviluppo che vorrei alla citazione bibliografica del gran numero di opere consultate prima dell'inizio dei lavori di campagna e durante gli stessi; esse riguardano, oltre ai più noti corsi e trattati, la maggior parte delle memorie su ricerche di geodesia astronomica: latitudine, azimut ecc., numerosissime in Italia, dove i Geodeti ed Astronomi presenti e passati hanno dato contributi assai notevoli a tali studi. Dette memorie appaiono però citate nei due volumi della « Bibliografia geodetica Italiana ». Soler e Silva, 1921 e : Soler e Boaga, 1933 XII.

Molto utile mi è stata pure la consultazione di due pubblicazioni dell'I. G. M., sulle « Determinazioni astronomiche speditive », una del 1910, l'altra più recente e completa del 1942-XX.

Gli strumenti da me usati per le operazioni astronomiche furono a Castiglione delle Stiviere (1.^a quindicina d'agosto) e a Desenzano (2.^a quindicina di agosto): un Universale geodetico « Ertel » (n.° 32874) avuto in prestito dal Chiar.^{mo} Prof. G. Cassinis del R. Politecnico di Milano e un Cronometro da Marina « Finer » (n.° 427), avuto dal Chiar.^{mo} Prof. P. Dore, della R. Università di Bologna. Ad entrambi i Professori rivolgo i miei più vivi ringraziamenti; ringrazio pure sentitamente il Prof. Cicconetti della R. Università di Roma e il Prof. Zagar della R. Università di Bologna per gli utilissimi consigli datimi.

L'Universale Ertel, oltre ad essere un ottimo strumento, aveva il vantaggio di essere stato recentemente oggetto di un ampio studio

(1) A. CATTANEO, *Influenza della deviazione della verticale nelle determinazioni della rifrazione geodetica eseguite con osservazioni zenitali da un solo estremo*, « Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena », Serie V, volume VI, 1942-xxi.

riguardante i suoi principali organi e la determinazione delle costanti strumentali (1). Ciò ha semplificato per me le operazioni di verifica preventiva dello strumento, per quanto io abbia ritenuto utile ripetere personalmente alcune di tali verifiche e in particolar modo quelle riguardanti un difetto che il Calapà ha trovato nella graduazione del cerchio verticale. Le constatazioni da me fatte per questo difetto (assieme a quelle del Calapà, con le quali collimano) mi hanno permesso di applicare nel miglior modo alle misure delle distanze zenitali delle stelle, le correzioni inerenti a tale difetto.

Mi limito a ricordare che l'Universale adoperato ha il cerchio graduato orizzontale del diametro di 280 mm., e quello verticale di 240 mm. I quattro microscopi per la lettura dei cerchi permettono di frazionare in 300 parti i tratti di 5' dei cerchi graduati, ossia danno la lettura del ". Per gli altri particolari dello strumento e per lo studio completo di esso mi riferisco alla memoria del Calapà.

Il Cronometro da Marina, a tempo medio, da me usato «ad occhio ed orecchio» mi ha servito assai bene, dandomi modo di ottenere la necessaria precisione nella misura del tempo, anche se non ho potuto avere un cronografo da uno dei diversi Istituti di Geodesia e di Astronomia, che non ne disponevano in esuberanza ed ai quali ne avevo fatta richiesta. Il predetto cronometro fu da me tenuto in osservazione quotidianamente coi segnali orari per tutto il mese di agosto: mi è risultato che in media avanzava di circa 6^s ogni 24 ore e di ciò ho tenuto conto durante le osservazioni astronomiche (andamento medio in 24^h: — 6^s,2).

Nelle operazioni di Parma, che hanno preceduto le altre, in quanto furono eseguite nel mese di luglio, prima ancora che avessi potuto avere l'Universale e il cronometro ora nominati, ho usato invece un Teodolite «Salmoiraghi» a cannocchiale eccentrico, avente nei due cerchi l'approssimazione di 2". Ho fatto per esso le preventive verifiche degli organi più importanti: cerchi, mezzi di lettura, ed ho determinate le costanti strumentali, in modo da assicurarmi che il suo uso potesse darmi tutti gli affidamenti di sufficiente precisione. Per il tempo, ho usato a Parma un buon cronometro tascabile, esso pure controllato coi segnali orari.

(1) V. CALAPÀ, *Studio di uno strumento Universale geodetico*, «Ricerche di Ingegneria» — Roma, nn. 1 e 2, gennaio-aprile 1937-XV.

Castiglione delle Stiviere

Collegamento con la rete di 1.° ordine.

La stazione era costituita da un punto presso il vertice nord della terrazza di una villa, della quale fin dal 1933 era stata da me determinata l'esatta posizione del vertice Ovest (1). Non si è scelto il punto di posizione già nota perchè la nuova stazione fu messa in posizione più comoda per le varie letture sull'Universale durante le determinazioni astronomiche. Poichè però i due punti distavano di pochi metri uno dall'altro e un reciproco riferimento sarebbe risultato assai facile, avrebbe potuto apparire superfluo un nuovo collegamento, essendo il punto noto già collegato con cinque vertici trigonometrici, due di terzo e tre di quarto ordine. Ho ritenuto però essenziale il nuovo collegamento alla rete di 1.° ordine, dato che se l'operazione precedente era più che sufficiente per gli scopi a cui aveva dovuto servire prima, per gli attuali invece si esigeva una precisione assai maggiore.

Il nuovo collegamento non si presentava facile non essendo visibile, perchè occultato da una collina, il vicinissimo vertice di 1.° ordine costituito dalla Torre di Solferino avente le coordinate geografiche:

$$\varphi = 45^{\circ}22' 16'',894$$

$$\lambda = - 1^{\circ}53' 18,452 \text{ (M. Mario).}$$

Essendo questo vertice a soli 5 Km. circa dalla nostra stazione, viene di conseguenza che gli altri vertici circostanti di 1.° ordine si trovano a distanze variabili tra i 50 e i 60 Km. Non mi è parso opportuno quindi un collegamento con punti così lontani, poichè il vantaggio di un riferimento diretto a diversi vertici tutti di primo ordine, avrebbe avuto per contropartita l'inconveniente delle inevitabili imprecisioni dovute alla grande distanza dei punti di riferimento; senza contare che la collimazione a vertici così lontani è possibile soltanto in condizioni di visibilità eccezionale che raramente si verificano e che, ad esempio, non si sono mai avute in tutto il mese di agosto.

(1) A. CATTANEO, *Determinazione planimetrica e altimetrica di un punto.* « Cantiere », Modena, giugno 1934.

In queste condizioni ho ritenuto che il migliore collegamento desiderabile potesse farsi rilevando una piccola triangolazione che comprendesse oltre al vertice di 1.^o ordine di Solferino (S) e a quello di Castiglione (C) da determinare, altri punti che furono: Castel Venzago (V), Torre di S. Martino della Battaglia (T), Medole (M). Rilevata la triangolazione comprendenti i triangoli CVT, VTS, CVM, MVS, si potè ottenere la lunghezza del lato SC (ad estremi non reciprocamente visibili) e il suo azimut in triplo modo, cioè come lato di chiusura dei triangoli VSC, TSC, MCS. Eseguiti tutti i calcoli e le necessarie compensazioni, che non si espongono per esteso pei predetti motivi di spazio, sono pervenuto alle seguenti coordinate geografiche per la Stazione stabilita per l'Universale in Castiglione delle Stiviere:

$$\varphi = 45^{\circ} 23' 24'', 87$$

$$\lambda = - 1^{\circ} 57' 26'', 71 \text{ (M. Mario)}$$

Il confronto di queste coordinate con quelle che si sarebbero ottenute con semplice riferimento alla stazione determinata nel 1933 e distante circa 4 m. dalla odierna, per la quasi coincidenza dei risultati finali, comprova la bontà sia della vecchia come della nuova operazione.

Nel rilevamento di questa triangolazione ed anche in quella analoga che accenneremo pel collegamento di Desenzano, ho preferito usare il teodolite adoperato anche a Parma e che avevo portato con me in agosto, anzichè lo stesso Universale, soprattutto per la maggior facilità di trasporto nei vari vertici.

Latitudine astronomica.

Per determinare la latitudine astronomica a Castiglione delle Stiviere, (ed anche a Desenzano) ho seguito il metodo della misura di distanze zenitali meridiane di stelle riunite in gruppi; a tale scopo ho scelto sul B.A.J. 1942 n. 32 stelle divise in quattro gruppi di 8 stelle ciascuno. Di esse 16 culminavano a nord, 16 a sud: nella scelta si è badato che le stelle rispondessero ai soliti requisiti necessari in tali operazioni cioè: che per ogni stella la distanza zenitale non oltrepassasse i 30°; che in ogni gruppo fosse piccola

la somma algebrica delle distanze zenitali. La prima condizione fu soddisfatta per tutte le 32 stelle, riguardo alla seconda si ebbe:

I gruppo	$\Sigma z_{nord} - \Sigma z_{sud} = - 4^{\circ} 15'$
II »	$\Sigma z_{nord} - \Sigma z_{sud} = + 5^{\circ} 17'$
III »	$\Sigma z_{nord} - \Sigma z_{sud} = + 7^{\circ} 32'$
IV »	$\Sigma z_{nord} - \Sigma z_{sud} = - 1^{\circ} 41'$

Si è badato inoltre che le stelle passassero al meridiano distanziate da un intervallo sufficiente a compiere tutte le operazioni inerenti alla osservazione di ciascuna stella.

L'Universale fu posto nella stazione prestabilita sul parapetto della terrazza dove è rimasto per tutto il periodo delle osservazioni di latitudine e di azimut e fu protetto da un apposito casotto di legno e di teloni impermeabili. Tale parapetto in cemento armato poggia su muri maestri dell'edificio.

Una opportuna impalcatura in legno da me predisposta mi ha facilitato la possibilità delle letture attorno allo strumento.

Il cannocchiale dello strumento fu tenuto in meridiano durante l'osservazione di ogni sera. Le osservazioni di ogni gruppo furono fatte col cerchio alternativamente a Est e a Ovest cioè la prima sera: E, W, W, E, E, W, W, E. La seconda: W, E, E, W, W, E, E, W e così di seguito, la terza come la prima, la quarta come la seconda. Le osservazioni furono fatte in condizioni meteoriche ottime, in modo che mi fu possibile di non perdere nessuna delle 32 stelle. Tali osservazioni avvennero nelle quattro serate consecutive: 8, 9, 10, 11 agosto. Il cerchio verticale è stato reiterato di 45° ogni sera. Dopo le due prime notti, cioè dopo il 9 agosto fu invertito sugli appoggi l'asse di rotazione del cannocchiale: tale data coincide anche (come si vedrà) con la metà delle operazioni di rilievo dell'azimut.

Si riporta qui appresso il quadro delle trentadue stelle scelte, con le relative grandezze, con le ascensioni rette e declinazioni arrotondate rispettivamente al minuto primo di tempo e di arco. Nelle ultime colonne si fanno seguire le latitudini che si sono dedotte per ogni sera e per ciascuna stella. Tali latitudini si sono trovate applicando le norme di consuetudine, cioè determinando lo zenit strumentale medio per ogni gruppo e per ogni sera di osservazione, calcolando la rifrazione astronomica per ogni stella, ed applicando poi le altre correzioni necessarie.

Gruppi	Stelle		Gran- dezza	Ascens. retta α		Declin. δ	Latit Astr. dedotte			
	N.°	Nome					8 ag.	9 ag.	10 ag.	11 ag.
I.	1	664 ω Draconis	4.87	17 ^h 37 ^m	+68° 47'	27" ,9	29" ,0	25" ,5	27" ,9	
	2	665 μ Herculis	3.48	17 44	+27 45	25 ,5	27 ,5	27 ,5	26 ,1	
	3	672 ϕ Herculis	3.99	17 54	+37 15	27 ,3	24 ,7	27 ,7	28 ,1	
	4	681 σ Herculis	3.83	18 05	+28 45	27 ,1	25 ,4	26 ,4	24 ,6	
	5	685 36 Draconis	5.03	18 14	+64 23	28 ,4	28 ,5	29 ,0	25 ,2	
	6	695 χ Draconis	3.69	18 22	+72 42	29 ,1	26 ,4	25 ,4	27 ,7	
	7	699 α Lyrae	0.14	18 35	+38 44	26 ,1	27 ,0	24 ,5	25 ,5	
	8	703 110 Herculis	4.26	18 43	+20 29	24 ,4	25 ,9	26 ,0	28 ,9	
II.	1	707 σ Draconis	4.78	18 50	+59 19	27 ,7	25 ,8	28 ,5	25 ,7	
	2	713 γ Lyrae	3.30	18 57	+32 37	26 ,3	25 ,3	27 ,7	27 ,5	
	3	723 δ Draconis	3.24	19 13	+67 34	26 ,4	28 ,8	25 ,9	24 ,5	
	4	729 τ Draconis	4.63	19 17	+73 1 5	24 ,3	24 ,4	24 ,1	26 ,0	
	5	732 $\ast\beta$ Cygni pr.	3.24	19 28	+27 50	25 ,6	27 ,3	27 ,4	29 ,3	
	6	743 δ Sagittae	3.78	19 45	+18 23	29 ,1	28 ,3	25 ,3	26 ,2	
	7	747 $\dagger\epsilon$ Draconis	3.99	19 48	+70 07	28 ,3	28 ,4	26 ,1	25 ,5	
	8	752 γ Sagittae	3.71	19 56	+19 20	25 ,8	24 ,7	29 ,2	28 ,2	
III.	1	765 γ Cygni	2.32	20 20	+40 04	25 ,5	28 ,4	24 ,1	28 ,5	
	2	767 ϕ Cephei	4.28	20 29	+62 48	28 ,5	24 ,8	27 ,4	24 ,1	
	3	774 α Delphini	3.86	20 37	+15 42	29 ,2	27 ,1	26 ,0	26 ,1	
	4	783 η Cephei	3.59	20 44	+61 37	26 ,0	24 ,4	29 ,4	29 ,3	
	5	786 32 Vulpeculae	5.24	20 52	+27 50	27 ,6	28 ,1	25 ,0	26 ,5	
	6	797 ζ Cygni	3.40	21 10	+29 59	24 ,3	26 ,0	27 ,3	25 ,4	
	7	803 α Cephei	2.60	21 17	+62 20	27 ,8	25 ,4	28 ,1	28 ,0	
	8	809 β Cephei	3.32	21 28	+70 18	28 ,4	29 ,4	26 ,1	27 ,6	
IV.	1	811 74 Cygni	5.09	21 35	+40 09	25 ,7	27 ,6	28 ,0	28 ,9	
	2	821 π^2 Cygni	4.26	21 45	+49 02	24 ,5	29 ,0	24 ,5	25 ,3	
	3	823 16 Pegasi	5.05	21 50	+25 39	29 ,5	25 ,3	25 ,2	26 ,1	
	4	830 20 Cephei	5.39	22 03	+62 30	27 ,8	25 ,8	27 ,4	27 ,3	
	5	836 ζ Cephei	3.62	22 09	+57 55	25 ,6	28 ,4	26 ,0	28 ,8	
	6	844 β Lacertae	4.58	22 21	+51 56	27 ,5	24 ,5	24 ,1	24 ,8	
	7	848 α Lacertae	3.85	22 29	+49 59	26 ,5	27 ,5	27 ,3	28 ,3	
	8	859 λ Pegasi	4.14	22 44	+23 16	26 ,1	26 ,0	29 ,3	25 ,4	

Dal precedente specchio, ricavando la latitudine media di ogni gruppo, si può formare l'altro quadro seguente delle latitudini medie:

Gruppo	8 agosto $z = 0^\circ$	9 agosto $z = 45^\circ$	10 ag. $z = 90^\circ$	11 ag. $z = 135^\circ$	Media	N.º osservaz.
I.	45° 24' 26" ,89	45° 24' 26" ,79	45° 24' 26" ,51	45° 24' 26" ,74	45° 24' 26" ,73	32
II.	26 ,69	26 ,63	26 ,77	26 ,61	26 ,67	32
III.	27 ,14	26 ,70	26 ,91	27 ,04	26 ,95	32
IV.	26 ,62	26 ,76	26 ,49	26 ,83	26 ,68	32
Media	26 ,84	26 ,72	26 ,67	26 ,81	45° 24' 26" ,76	128

Assumendo come risultato finale la media delle latitudini ottenute per tutte le stelle nelle quattro sere, coincidente, dati i pesi uguali, con quella dei valori che compaiono nella penultima colonna o nell'ultima linea, può ritenersi come *Latitudine astronomica della Stazione di Castiglione delle Stiviere*, il valore:

$$\varphi = 45^\circ 24' 26'', 76 \quad m = \pm 0'', 15$$

(Epoca 1942,61).

Azimut astronomico.

Le osservazioni per l'azimut si sono svolte con riferimento alla Polare, sulla direzione Castiglione-Torre di San Martino della Battaglia. In tempi normali la collimazione a tale punto avrebbe offerto il vantaggio di una mira luminosa consistente nel faro commemorativo acceso ogni notte sulla storica torre di S. Martino. Nell'attuale stato di guerra, mancando il segnale luminoso, ho fatte le osservazioni al tramonto, quando si aveva ancora una buona visibilità della mira terrestre, ed era anche possibile l'osservazione alla Polare. Dato il breve periodo di tempo che potevo dedicare in tal modo alle osservazioni, le ho distribuite su un numero di sere un po' maggiore di quello che sarebbe stato sufficiente col segnale luminoso. Tale metodo di osservazione è già stato applicato del resto in alcune note determinazioni di azimut astronomico.

Le osservazioni si sono svolte sempre in condizioni meteorologiche ottime, nelle sei sere del 7, 8, 9, 10, 11, 12 agosto 1942, XX, quindi si sono iniziate un giorno prima e sono terminate un giorno dopo di quelle di latitudine, e si sono svolte contemporaneamente

ad esse nelle quattro sere centrali. Nel corso di queste ultime le operazioni di azimut sono terminate poco dopo il tramonto, prima che avesse inizio la serie di osservazioni stellari per la latitudine.

Ogni sera il cerchio azimutale venne reiterato di 30° e dopo tre sere (avendo fatto coincidere il punto medio delle operazioni di azimut con quelle di latitudine), venne invertito, come si è detto, l'asse di rotazione del cannocchiale sui suoi appoggi. Le osservazioni alla mira e alla polare avvennero con cerchio a destra e a sinistra e secondo lo schema noto MPPM.

Gli azimut astronomici si calcolano normalmente con le formule:

$$A = a + L_m - L_p \quad (1)$$

dove: A è l'azimut che si cerca, L_m la lettura azimutale corrispondente alla mira, L_p quella relativa alla Polare, a l' azimut della Polare nell'istante dell'osservazione. Quest'ultimo valore si ottiene dalla formula:

$$\text{tag } a = - \frac{\cotg \delta \sec \delta \sin t}{1 - \cotg \delta \text{ tag } \varphi \cos t} \quad (2)$$

in cui: φ è la declinazione della stella, $t = (T + \Delta T) - \alpha$ l'angolo orario, φ la latitudine approssimata. È noto che le condizioni più favorevoli per l'osservazione della Polare si hanno quando questa è alle sue massime digressioni. Abbiamo applicato, assieme alla (2) la formula seguente (3) che tiene conto dei due errori di inclinazione i , di collimazione c e inoltre (con l'ultimo termine) della aberrazione diurna:

$$A = a + \left(L_m + i_m \cotg z \pm \frac{C_m}{\sin z} \right) - \\ - \left(L_p + i_p \cotg z \pm \frac{C_p}{\sin z} \right) + 0",32 \frac{\cos \varphi}{\sin z} \quad (3)$$

Praticamente, dato che lo strumento era messo in stazione accuratamente livellato e dato che la distanza zenitale Z della mira era assai prossima a 90° , l'influenza dell'errore d'inclinazione i_m risultava trascurabile, mentre si è determinata con ogni attenzione la i_p nei puntamenti alla polare, tenendo conto della posizione della bolla nella livella mobile e del valore angolare di una parte di essa, determinato dal Calapà in $1'',189$.

Gli errori di collimazione C_m , C_p e la loro differenza, figurano nelle tre ultime colonne della unita tabella comprendente i risultati degli azimut determinati e corretti di ogni errore.

Data	Reiter.	Azimut	C_m	C_p	$C_m - C_p$
7 ag.	0°	65° 27' 27",85	-6",6	-8",2	+1",6
8 »	30°	28,51	-6,4	-9,2	+2,8
9 »	60°	29,18	-6,8	-9,3	+2,5
10 »	90°	27,65	-8,1	-9,1	+1,1
11 »	120°	28,06	-8,1	-9,7	+0,9
12 »	150°	28,36	-9,2	-9,8	+0,6

Poichè tutte le osservazioni furono fatte in centro, sia per la stazione, come per il segnale collimato, non resta che da fare la media dei predetti risultati per avere l'azimut.

Consegue come *Azimut astronomico della Torre San Martino della Battaglia, vista da Castiglione delle Stiviere*, a meno della riduzione al polo medio:

$$A = 65^{\circ} 27' 28'',27 \quad m = \pm 0'',20$$

(Epoca: 1942,61).

Attrazione locale.

Dai valori astronomici ora trovati per la latitudine e per l'azimut e dai corrispondenti valori geodetici si ottengono, mediante semplici e note formule, le componenti della deviazione della verticale. Avremo perciò:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Latitudine di Castiglione} & \left\{ \begin{array}{l} \text{astron. } \varphi_a = 45^{\circ} 23' 26'',76 \\ \text{geod. } \varphi_g = 45^{\circ} 23' 24'',87 \end{array} \right. \\
 \text{delle Stiviere} & & \\
 & & \varphi_a - \varphi_g = +1'',89 \\
 \text{Azimut della Direzione} & \left\{ \begin{array}{l} \text{astron. } A_a = 65^{\circ} 27' 28'',27 \\ \text{geod. } A_g = 65^{\circ} 27' 29'',59 \end{array} \right. \\
 \text{Cast. Stiv. - San Martino} & & \\
 & & A_a - A_g = -1'',32
 \end{array}$$

Con le nominate formule, che forniscono la componente ξ nel piano del meridiano e quella η nella direzione perpendicolare, si ha:

$$\begin{aligned}
 \xi &= \varphi_a - \varphi_g = +1'',89 \\
 \eta &= (A_a - A_g) \cotg \varphi_a = -1'',30
 \end{aligned}$$

Desenzano.

La stazione fu scelta nella stessa specola Meteorologica in cui operammo per la rifrazione nel 1936. Gli strumenti usati e i metodi seguiti furono gli stessi di Castiglione. L'Universale per le necessità delle osservazioni agli astri fu posto sul parapetto della terrazza superiore ed esattamente sulla stessa verticale della vecchia stazione sita sul davanzale della finestra a Nord della sala degli strumenti.

Collegamento con la rete di 1.° ordine.

Essendo il vicino vertice di 1.° ordine di Solferino invisibile anche dalla Specola di Desenzano, ho dovuto seguire anche per questo collegamento un metodo del tutto analogo a quello seguito per Castiglione. Ho formata cioè una piccola rete trigonometrica composta di cinque vertici, due dei quali furono Solferino e la Stazione dello Strumento a Desenzano; i rimanenti tre vertici furono: Castello di Desenzano, Castello di Sirmione, Torre di San Martino della Battaglia. La conformazione di questa rete, non dissimile dall'altra stabilita a Castiglione, mi ha permesso anche in questo caso di ottenere col calcolo in modo multiplo il collegamento tra il vertice di 1.° ordine di Solferino e il punto di osservazione di Desenzano. Le coordinate geografiche ora ottenute, per Desenzano e che vengono applicate nei calcoli sono:

$$\varphi = 45^{\circ} 28' 10'', 12$$

$$\lambda = -1^{\circ} 54' 49'', 61 \text{ (M. Mario).}$$

Anche in questo caso la buona coincidenza dei risultati odierni con quelli di un rilegamento da me fatto con vertici trigonometrici circostanti nel 1936, dà affidamento di esattezza per la nuova come per la vecchia determinazione.

Latitudine astronomica.

Le operazioni di latitudine si sono svolte nelle sere 22, 23, 24 agosto. Dato però che le condizioni meteorologiche, pur abbastanza buone, non furono completamente favorevoli come quelle incontrate a Castiglione, alcune sere perdetti la possibilità di osservare alcune stelle coperte dalle nubi al momento dell'osservazione, mentre alcune altre non furono potute osservare per motivi vari. L'Universale ebbe mezzi di protezione del tutto analoghi a quelli usati a

Castiglione e le osservazioni furono possibili, dato il parapetto assai basso di questa terrazza, senza necessità di altre attrezzature. Nelle operazioni astronomiche di Desenzano (come già in quelle di Castiglione) sono stato coadiuvato da uno studente per le registrazioni ed altro, mentre io eseguivo i vari puntamenti, letture strumentali e osservavo e cronometravo i passaggi.

Ometto questa volta per ragioni di spazio, l'elenco delle stelle e il quadro delle latitudini singolarmente dedotte ogni sera. Rappresento invece lo specchio riassuntivo delle latitudine medie ottenute nelle varie sere e per i vari gruppi; di fianco ad ogni risultato segno in parentesi il numero delle stelle osservate dalle quali è ricavato.

Gruppo	22 agosto $Z = 0^\circ$	23 agosto $Z = 60^\circ$	24 agosto $Z = 60^\circ$	Medie	N.º osservaz.
I.	$45^\circ 28' 11'', 43 (6)$	$45^\circ 28' 12'', 05 (5)$	$45^\circ 28' 11'', 62 (6)$	$45^\circ 28' 11'', 69$	17
II.	$11, 98 (8)$	$11, 20 (8)$	$12, 20 (8)$	$11, 80$	24
III.	$12, 01 (8)$	$11, 92 (7)$	$11, 19 (8)$	$11, 71$	23
IV.	$11, 60 (6)$	$11, 81 (7)$	$12, 10 (7)$	$11, 72$	20
Media	$11'', 75$	$11'', 70$	$11'', 74$	$45^\circ 28' 11'', 74$	84

La media dei valori elencati, tenuto conto dei pesi, si può quindi considerare come risultato finale della *Latitudine astronomica della specola di Desenzano*

$$\varphi = 45^\circ 28' 11'', 74 \quad m = \pm 0'', 16$$

(Epoca 1942,65)

Azimut astronomico.

Fra i vari vertici trigonometrici noti ai quali potevo puntare per la determinazione dell'azimut, ho preferito per un complesso di ragioni quello di Sirmione, (centro della Torre del Castello degli Scaligeri.)

Dalle coordinate geografiche dei due punti estremi l'Azimut geodetico di Sirmione sull'orizzonte di Desenzano risulta: $65^\circ 27' 46'', 48$.

Anche nella determinazione astronomica di Azimut a Desenzano, per i motivi dipendenti dallo Stato di guerra, ho dovuto rinunciare alla collimazione ad un segnale luminoso ed ho invece operato al tramonto, nelle cinque sere del 19, 20, 22, 23, 24 agosto. Le prime due giornate quindi precedettero quelle dedicate alla latitudine, le

ultime tre sere invece furono dedicate ad entrambe le determinazioni, nel modo già detto. Il cerchio orizzontale dello strumento fu reiterato di 36° ogni sera e fu invertito sugli appoggi l'asse di rotazione del cannocchiale dopo le osservazioni del 22 corr. In tal modo parte delle operazioni di latitudine e di azimut precedettero, parte seguirono tale inversione. Le deduzioni degli azimut astronomici furono fatte anche a Desenzano con le formule e coi metodi già prima accennati. I risultati delle cinque sere sono riuniti nello specchio seguente, nel quale figurano anche le costanti di collimazione alla mira e alla Polare e le loro differenze:

Data	Reiter.	Azimut	C_m	C_p	$C_m - C_p$
19 agosto	0°	65° 27' 45", 54	+ 0", 5	- 2", 0	+ 2", 5
20 »	36°	45", 02	+ 0", 4	- 1", 5	+ 1", 9
22 »	72°	44", 06	+ 0", 3	- 1", 2	+ 1", 5
23 »	108°	45", 35	- 2", 9	- 3", 1	+ 0", 2
24 »	144°	44", 98	- 2", 7	- 3", 2	+ 0", 5

Non occorrendo, anche in questo caso, eseguire alcuna riduzione in centro, si fa la media dei predetti risultati, dai quali si ricava come valore dell' *Azimut Astronomico di Sirmione, visto da Desenzano*, esso pure a meno della riduzione al polo medio:

$$A = 65^{\circ} 27' 44'', 99 \quad m = \pm 0'', 25$$

(Epoca 1942, 64).

Attrazione locale.

Confrontando i valori astronomici della latitudine e dell'azimut con quelli geodetici, si ottengono i seguenti risultati per la deviazione della verticale a Desenzano;

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Latitudine di Desenzano} & \left\{ \begin{array}{l} \text{astron. } \varphi_a = 45^{\circ} 28' 11'', 74 \\ \text{geod. } \varphi_g = 45^{\circ} 28' 10'', 12 \end{array} \right. \\
 & & \varphi_a - \varphi_g = + 1'', 62 \\
 \text{Azimut della direzione} & \left\{ \begin{array}{l} \text{astron. } A_a = 65^{\circ} 27' 44'', 99 \\ \text{geod. } A_g = 65^{\circ} 27' 46'', 48 \end{array} \right. \\
 \text{Desenzano - Sirmione} & & A_a - A_g = - 1'', 49
 \end{array}$$

Avremo perciò

$$\begin{aligned}
 \xi &= \varphi_a - \varphi_g = + 1'', 62 \\
 \eta &= (A_a - A_g) \cotg \varphi_a = - 1'', 47
 \end{aligned}$$

Parma

Per quanto le operazioni svoltesi a Parma abbiamo preceduto nel tempo quelle svoltesi nella zona del Garda, riferiscono su di esse per ultime, sia perchè le altre furono eseguite con una migliore e più completa attrezzatura strumentale, sia perchè le operazioni di Parma riguardano, oltre il collegamento alla rete di 1° ordine, quasi esclusivamente l'Azimut, mentre per la latitudine mi sono valso di una nota determinazione già esistente.

Le operazioni astronomiche e quelle di collegamento, svoltesi tutte nel luglio 1942 XX, furono eseguite con lo stesso Teodolite Salmoiraghi a 2" che mi servì per i collegamenti di Castiglione e di Desenzano e che era stato preventivamente da me rettificato e studiato in tutte le sue parti, per evitare eventuali influenze sensibili di errori sistematici.

Esso si è dimostrato un ottimo strumento per quanto meno indicato dell'Universale Ertel, specialmente per operazioni di latitudine; in quelle di Azimut a Parma, mi ha servito assai bene.

Per la parte cronometrica feci uso a Parma, come ho già detto, di un buon cronometro da tasca, tenuto in osservazione coi segnali orari per diverse settimane.

Collegamento con la rete di 1° ordine.

Il punto prescelto per le osservazioni astronomiche fu un pilastro della terrazza dell'ex Osservatorio Meteorologico della R. Università di Parma, posto sullo stesso Palazzo Universitario ed ora adibito ad Osservatorio della Milizia antiaerea, mentre l'Osservatorio Meteorologico si è trasferito da alcuni anni in altra sede, presso il nuovo Istituto di Fisica.

Ho fatte le operazioni di collegamento, in parte nei giorni dedicati alle osservazioni astronomiche, in parte in giornate intermedie. Sulla terrazza dell'Osservatorio ho scelto, come punto di osservazione più opportuno, il pilastro d'angolo fra i lati Ovest e Sud, diverso da quello sul quale ebbi a stazionare nel '36 (pilastro di mezzo del lato Est).

Per quanto anche per quest'ultimo avessi già fatto nel 1936 un collegamento coi vertici circostanti e fosse assai semplice riferire il nuovo al vecchio pilastro, ho preferito ripetere ex novo il collegamento.

Questo si presentava abbastanza semplice in quanto esistono a Parma due punti trigonometrici aventi, secondo l' I.G.M. le caratteristiche dei vertici di primo ordine. Essi sono: Campanile di S. Giovanni, sito a poche centinaia di metri dalla Stazione prescelta, ed ex Osservatorio Astronomico a poche decine di metri di distanza dalla nostra terrazza e posto pure nel palazzo Universitario. Il primo (S. Giovanni), pur non comparendo fra i vertici di primo ordine della rete compensata dallo Stato, quali appaiono sul grafico della rete stessa, figura tuttavia (e nel testo e nella carta) come vertice di primo ordine sul fascicolo degli elementi geodetici di Parma, recentemente pubblicato (1). L'altro ha pure, a detta dell' I.G.M., tutte le caratteristiche dei vertici di 1° ordine, come altri Osservatori astronomici vari rilevati dall' Istituto stesso. Le coordinate geografiche di detti punti sono:

$$\text{S. Giovanni} \quad \varphi = 44^{\circ} 48' 07'', 75$$

$$\lambda = - 2^{\circ} 07' 12'', 09 \quad (\text{M. Mario})$$

$$\text{Osserv. Astron.} \quad \varphi = 44^{\circ} 48' 00'', 811$$

$$\text{R. Università di Parma} \quad \lambda = - 2^{\circ} 07' 39'', 218 \quad (\text{M. Mario})$$

Riferendomi a questi e ad altri due vertici trigonometrici della città, ho rilevato l'esatta posizione della Stazione dello Strumento mediante il problema di Snellius riferito a quattro punti ed ho eseguita la relativa compensazione.

Le coordinate geografiche trovate per il nostro punto di Stazione sulla terrazza dell'ex Osservatorio Meteorologico della R. Università di Parma, sono:

$$\varphi = 44^{\circ} 48' 01'', 41$$

$$\lambda = - 2^{\circ} 07' 41'', 58 \quad (\text{M. Mario})$$

Latitudine astronomica.

Esistendo da parecchi anni una determinazione astronomica di latitudine fatta a Parma da Michele Rayna, la quale dava i più ampi affidamenti di rigore scientifico, ho creduto logico di servirmi di essa, tanto più che è riferita allo stesso vertice dell'Osservatorio Astronomico (1° ordine) del quale ho appena citato le coordi-

(1) I.G.M. - Elementi geografici contenuti nel foglio 73 (Parma) della Carta d'Italia, Firenze, 1936, XIV.

nate geografiche. Ciò poteva permettermi di avere una sicura conoscenza della componente meridiana dell'attrazione locale.

La latitudine del Rayna, determinata nel cortile dell'Università, a m. 25,39 a nord del vertice trigonometrico e da lui stesso trasportata su detto vertice, risulta per quest'ultimo, come appare dalla relativa pubblicazione (1) di:

$$\varphi_a = 44^\circ 48' 04'', 67 \pm 0,12$$

Per quanto questa conoscenza di latitudine astronomica fosse più che sufficiente per i miei scopi, negli ultimi giorni del mese di luglio, quando già avevo terminato le mie operazioni di collegamento e di azimut e quando avevo già iniziato sul B. A. J. la scelta delle stelle per le determinazioni della latitudine a Castiglione e Desenzano, volli fare col teodolite di cui disponevo alcune osservazioni stellari. Ciò a scopo di perfezionarmi in sicurezza e rapidità di operazione, poichè ero nell'imminenza di ricevere l'Universale ed iniziare ai primi d'agosto le operazioni presso il Garda. Per dare uno scopo a tali esercitazioni e per assicurarmi della bontà dei risultati a cui fossi pervenuto, operai su un gruppo di 10 stelle scelte fra quelle dei due primi gruppi, in modo che fosse soddisfatta la condizione di avere prossima a zero la somma algebrica delle distanze zenitali di tali stelle, culminanti 5 a nord, 5 a sud.

Operando per tre sere dalla stessa stazione usata prima per l'azimut, ricavai dei risultati assai prossimi fra loro, la cui media mi fornì la latitudine astronomica di questo punto sui cui risultati riferisco più avanti.

Ebbi così, in altre parole, una nuova componente dell'attrazione locale nel senso del meridiano che per quanto fatta con un numero un pò esiguo di osservazioni e non uno strumento che non era l'ideale per tali operazioni, mi confermava nella legittimità di valermi delle determinazioni del Rayna per la buona coincidenza dei risultati.

Per queste osservazioni di latitudine applicai al teodolite l'oculare a visuale spezzata, compreso fra gli accessori dello stesso.

(1) M. RAYNA, Determinazione della Latitudine dell'Osservatorio di Brera in Milano e dell'Osservatorio della R. Università di Parma, « Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera ». N° XIX, U. Hoepli, Milano, 1881.

Azimut astronomico.

Il motivo per cui ho scelto per la determinazione dell'azimut la terrazza dell'Osservatorio Meteorologico e non già quella del vicinissimo Osservatorio Astronomico sul quale era già il vertice trigonometrico (il che mi avrebbe esentato dalla necessità di qualsiasi operazione di collegamento con la rete) dipende dal fatto che nel primo vi era possibilità di sicura custodia dello strumento, avendo buone chiusure agli accessi ed essendo sempre custodito dalla Milizia Antiaerea, mentre l'ex Osservatorio Astronomico è ormai da tempo completamente abbandonato, privo degli strumenti che vi esistevano ed ha in più accessi con chiusure meno sicure.

Circa la scelta del vertice più opportuno al quale dirigere la visuale per la misura dell'azimut, scartai quello usato nel 1936 per la rifrazione, cioè il Monte Prinzerà che non presentava sempre buona visibilità. Tanto più era necessario avere un punto di ottima visibilità in quanto anche a Parma, pei motivi già detti, dovetti operare senza l'uso di una mira luminosa.

Fra diversi vertici trigonometrici presi in considerazione ho scelto quello del Campanile della Chiesa Parrocchiale di Collecchio, distante circa 10 Km., il quale appariva sempre ben visibile nell'ora del tramonto. Ciò mi ha permesso per due sere di fare due strati completi di osservazioni, ciascuna con cerchio a sinistra, e seguendo per ogni strato il solito schema M P P M.

Dalle coordinate geografiche del Campanile di Collecchio e da quelle del punto di stazione si ricava l'Azimut geodetico di Collecchio visto l'Osservatorio Meteorologico di Parma il quale risulta:

$$235^{\circ} 57' 12'' 93.$$

La Polare, essendo il teodolite a cannocchiale eccentrico, poté essere osservata agevolmente senza l'uso dell'oculare a visuale spezzata, ma con l'oculare normale, il che mi diede maggior rapidità di manovra nelle collimazioni, permettendo che i due successivi puntamenti alla Polare fossero più prossimi, ciò che può avere importanza in quanto la misura si riferisce al tempo medio tra i due cronometrati nelle successive osservazioni. Ciò pure mi ha facilitato nel poter comprendere a volte due strati in una stessa sera, come si è detto.

Le osservazioni furono fatte nelle sere del 1°, 4, 5, 9, 17 luglio e i risultati ottenuti si riassumono nello specchio che segue, nel quale segniamo anche, come al solito, le reiterate dello strumento,

le costanti di collimazione alla mira, alla Polare e le loro differenze. Detti risultati, calcolati come i precedenti e con tutte le necessarie correzioni furono i seguenti:

Data	Reiter	Azimut	C_m	C_p	$C_m - C_p$
1° luglio	0°	235° 57' 02",98	— 7",2	— 12",1	+ 4",9
4 »	30°	03",59	— 7,0	— 11,5	+ 4,5
4 »	30°	02,72	— 7,7	— 12,3	+ 4,6
5 »	60°	03,67	— 7,5	— 11,9	+ 4,4
9 »	90°	04,45	— 8,7	— 10,7	+ 3,0
9 »	120°	03,24	— 8,8	— 11,3	+ 2,5
17 »	150°	03,40	— 8,4	— 11,6	+ 3,2

Prendendo la media di tali risultati, si ricava come valore dell'*Azimut Astronomico del vertice di Collecchio, visto da Parma*, a meno della riduzione al polo medio:

$$A = 235^{\circ} 57' 03'',44 \quad m = \pm 0'',21$$

(Epoca 1942,51)

Nè per questo, nè per i precedenti Azimut astronomici determinati si è ritenuto di dover temere l'influenza della rifrazione laterale, non essendosi verificate le circostanze analoghe a quelle accennate in recenti pubblicazioni del Prof. Tortorici e dell'Ing. Rizzoni.

Attrazione locale.

Ricavando anche questa volta le due componenti della deviazione della verticale si ha:

Latitudine di Parma	astron. $\varphi_a = 44^{\circ} 48' 04'',67$
(Osserv. Astronomico)	geod. $\varphi_g = 44^{\circ} 48' 00'',81$
	$\varphi_a - \varphi_g = + 3'',86$
Azimut della direzione Parma	astron. $A_a = 235^{\circ} 57' 03'',44$
(Oss. Meteor.) - Collecchio	geod. $A_g = 235^{\circ} 57' 12'',93$
	$A_a - A_g = - 9'',49$

$$\xi = \varphi_a - \varphi_g = + 3'',86$$

$$\eta = (A_a - A_g) \cotg. \varphi_a = - 9'',55$$

Come appare da quanto si è detto sopra, la Latitudine e l'Azimut non sono riferiti allo stesso punto, ma a punti distanti solo poche decine di metri l'uno, dall'altro, il che praticamente non rappresenta un'inconveniente. Ho accennato però di aver fatto anche alcune osservazioni di latitudine dall'Osservatorio Meteorologico; il risultato medio su tre sere (Osservazioni a 10 stelle, 5 a nord, 5 a sud, facendo uso dell'oculare a visuale spezzata) è stato:

$$\varphi'_a = 44^\circ 48' 05'', 13$$

La differenza fra tale latitudine astronomica e la corrispondente geodetica costituisce un'altra determinazione della componente meridiana della deviazione della verticale:

$$\xi = + 3'', 72$$

in buona coincidenza con quella dedotta dalle osservazioni del Rayna, che abbiamo adottato.

Le mucine posseggono in grado eminente una « viscosità di struttura », che si può mettere in evidenza mediante un nuovo apparecchio particolarmente adatto per misurare il tempo di deflusso attraverso capillari di liquidi sollecitati da pressioni diverse ⁽¹⁾

Premesse.

Un viscosimetro largamente adoperato dalla scuola di Ostwald è il viscosimetro di Tsuda (6) il quale permette di studiare il passaggio di sostanze viscosose attraverso un capillare sotto l'influsso di determinate pressioni, che si mantengono costanti durante tutto lo svolgersi dell'esperimento. È stato osservato con l'impiego di tale viscosimetro che, quando si adoperino piccole pressioni, inferiori di solito al cm. d'acqua, i colloidi a molecola allungata presentano una anomalia del tempo di deflusso. Questo non aumenta con il diminuire delle pressioni secondo un criterio di proporzionalità, come sarebbe da attendersi, ma si mantiene a valori relativamente sempre più alti, manò a mano che si adoperano pressioni minori. Il viscosimetro di Tsuda è di costruzione molto semplice: un capillare lungo 20-30 cm, disposto orizzontalmente, è saldato agli estremi con due pipette da due cc., graduate al centesimo, che poggiano sullo stesso piano, e di cui una è messa a sua volta in comunicazione con un tubo in cui si può fare la pressione voluta, attraverso lo spostamento di una « Mariotte ». La pressione viene letta su di un manometro ad acqua inserito nel sistema.

L'apparecchio di Tsuda presenta fondamentalmente due inconvenienti dati dalla difficoltà di leggere il dislivello esatto sul manometro ad acqua e da quella di sistemare su di un piano orizzontale il tubo capillare e le pipette ad esso congiunte. Questi due

(1) Dall'Istituto di Farmacologia della R. Università di Modena, diretto dal prof. Emilio Trabucchi.

inconvenienti si rivelano sopra tutto, quando si debbano utilizzare pressioni tra 0,5 e 10 mm. d'acqua, le quali sono d'altra parte le pressioni che presentano maggiore interesse, in quanto permettono di porre in particolare risalto la anomalia di viscosità ricercata. Quando si lavori con queste piccolissime pressioni basta che esista tra gli estremi del liquido che sta defluendo un dislivello di frazioni di mm., perchè un tale dislivello rappresenti una forza che può facilitare od ostacolare quella forza che si vuole unicamente far agire e che si legge sul manometro: con un evidente turbamento dei risultati.

Io mi sono giovato di un viscosimetro da me costruito in cui pipette e capillare sono posti su un piano verticale e in cui le variazioni di pressione sono date proprio dal dislivello che il liquido in esame può venire ad assumere nelle due pipette tarate congiunte con il capillare. Questo dislivello d'altra parte può essere molto esattamente determinato mediante lo spostamento di un indice sensibilissimo, che può segnare variazioni di pressione corrispondenti a frazioni di millimetro. Si ottiene così una maggiore sensibilità e una maggiore esattezza che con il viscosimetro di Tsuda.

Descrizione dell'apparecchio utilizzato.

Ecco come esattamente è costruito e come funziona il viscosimetro da me ideato e impiegato nel corso delle ricerche di cui sto per riferire.

Come risulta dalla figura n. 1 che riportiamo, due tubi di vetro esattamente dello stesso calibro (si possono usare come per lo Tsuda due pezzi di una stessa pipetta da due cc., graduata al centesimo, di un calibro massimo di 3 mm.) sono uniti mediante un capillare che collega l'estremo superiore di uno dei due tubi con l'estremo inferiore dell'altro. Ne risulta una disposizione dell'insieme a forma di una zeta maiuscola rovesciata (vedi figura n. 1).

I due pezzi di provetta che costituiscono i due tubi laterali debbono essere perfettamente paralleli l'uno rispetto all'altro.

Se ora immettiamo del liquido nel nostro viscosimetro, in modo che esso riempi il capillare e, con continuità, parte dei due tubi laterali che gli sono connessi, e disponiamo il viscosimetro su un piano verticale, il liquido si abbasserà o si innalzerà in uno dei tubi laterali a seconda che in esso abbia una altezza maggiore o minore che nell'altro tubo parallelo. Il movimento poi continuerà a svolgersi con la stessa intensità, perchè di quanto il liquido scende o sale in uno, di altrettanto scende o sale anche nell'altro dei due

tubi (che abbiamo visto avere lo stesso calibro interno di 2-3 mm.), in maniera che il dislivello tra i menischi del liquido nei due tubi, che è il fattore determinante il movimento, si mantiene costante.

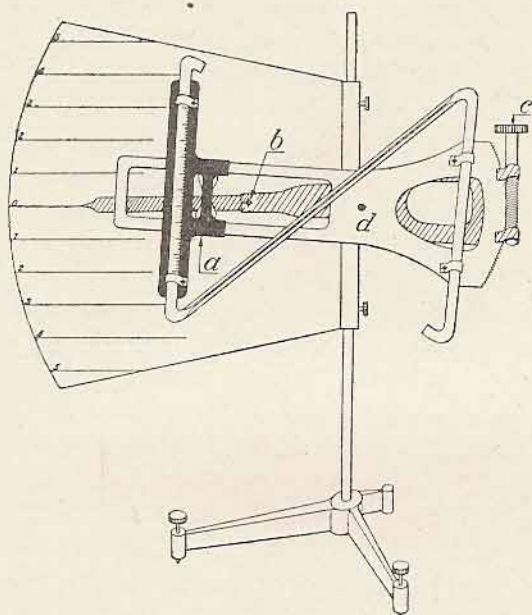


Fig. 1.

Qualora il liquido che si fa scorrere nel viscosimetro sia acqua o un liquido che abbia il peso dell'acqua, si dirà che esso si muove con una pressione in cm. d'acqua corrispondente al dislivello tra l'uno e l'altro dei due menischi nei due tubi. Quando invece i due menischi posassero sullo stesso piano orizzontale, il liquido nel viscosimetro non subirebbe alcun movimento. Ma se il viscosimetro sarà fatto ruotare sul piano verticale in modo che l'altezza dei due tubi laterali e i livelli dei menischi liquidi si spostino l'uno rispetto all'altro, il liquido comincerà a muoversi con una velocità proporzionale alla ampiezza dello spostamento provocato.

Il problema per avere delle misure di velocità di deflusso a diverse pressioni si riduceva quindi — seguendo lo schema riportato — a determinare di volta in volta lo zero del viscosimetro (cioè la posizione sua sul piano verticale in cui non si avesse movimento di liquido) e poi a far ruotare il viscosimetro sempre sul piano verticale, in modo da spostare nella misura voluta il livello dei

due menischi liquidi. Tale dislivello ci avrebbe detto sotto quale pressione il liquido si sarebbe mosso e la velocità di movimento del liquido in esame si sarebbe potuta determinare facilmente seguendo lo spostarsi del liquido per un dato tratto di un tubo laterale.

Il viscosimetro è montato su di un supporto che può ruotare intorno a un fulcro (vedi segno «d» nella fig. n. 1) ed è munito di un indice che ne segna i movimenti su di un quadrante, graduato in millimetri. Il numero dei millimetri di cui sarà fatta innalzare la punta dell'indice sul piano millimetrato ci segnerà uno identico spostamento nel livello dei due menischi nei tubi laterali del viscosimetro, quando la distanza tra tali tubi sia identica a quella esistente tra la punta che segna sul quadrante e il fulcro intorno al quale essa si muove. È risaputo infatti che due punti equistanti situati su due rette parallele (nel nostro caso, la punta dell'indice ed il fulcro «d» da una parte, ed i centri dei due menischi dall'altra) subiscono l'uno rispetto all'altro un identico spostamento in altezza, quando si faccia ruotare il piano verticale su cui tali rette si suppongono giacenti.

Qualora lo zero segnato dalla punta dell'indice segni lo zero del viscosimetro, cioè la posizione in cui non si abbia spostamento di liquido all'interno di questo, muovendo il supporto a cui è fissato il viscosimetro in modo che la punta dell'indice sia spostata in alto di 1-2-3 cm., il liquido si abbasserà nelle branche del viscosimetro sollecitato da pressioni che staranno tra di loro come 1 sta a 2, sta a 3 (*).

Con il variare della quantità di liquido immesso nel viscosimetro, e a seconda di piccoli spostamenti nella posizione di quest'ultimo quando venga fissato al supporto, qualora l'indice non avesse alcuna possibilità di movimento rispetto a tale supporto, lo zero del visco-

(*) L'apparecchiatura che descrivo si presta a eseguire ricerche con viscosimetri diversi, con capillari più o meno lunghi, e con tubi laterali più o meno distanti tra loro. Per adattarsi a viscosimetri di diversa larghezza, il supporto a cui viene a fissarsi uno dei due tubi laterali (vedi segno «a» nella figura) è mobile sul supporto principale ed è fissato nella posizione voluta mediante una molla. Affinchè poi, mutando la larghezza del viscosimetro, la distanza tra la punta dell'indice che segna sul quadrante e il fulcro intorno al quale si muove rimanga identica a quella esistente tra i due tubi laterali del viscosimetro, l'indice si potrà allungare o raccorcicare facendolo scorrere all'infuori o all'indietro o fissandolo poi con un fermaglio (vedi segno «b» nella fig. 1).

simetro (cioè la posizione sua che non provoca alcuno spostamento di liquido nei tubi laterali) potrebbe non coincidere, anzi di solito non coinciderebbe, con una corrispondenza dell'indice allo zero della scala millimetrata. Per ottenere invece che questo avvenga, l'asta di metallo a cui è fissato l'indice si può muovere mediante la vite senza fine «c» sul supporto, in modo che, spostato questo opportunamente fino a che si abbia lo zero del viscosimetro, l'indice è poi portato a segnare lo zero sul quadrante graduato. Allora si potrà far ruotare tutto l'insieme (supporto, indice, viscosimetro) in alto o in basso, e i millimetri segnati dall'indice al di sopra o al di sotto dello zero indicheranno la pressione sotto la cui forza il liquido si muoverà nell'uno o nell'altro senso nel viscosimetro.

Tale pressione, sarà proporzionale al peso specifico del liquido che si trova nel viscosimetro. Nel caso dell'acqua o di soluzioni acquose, come la nostra di mucina, che abbiano una densità assai vicina o praticamente uguale a quella dell'acqua, la pressione indicata dallo spostamento dell'indice si potrà direttamente riferire in cm. di acqua. In caso diverso si dovrà tener conto, mediante un calcolo semplicissimo, della pressione maggiore o minore fatta agire, in rapporto con la maggiore o minore densità del liquido in istudio.

Una delle più felici caratteristiche di questo viscosimetro risulta da quanto abbiamo accennato, ed è quella di poter saggiare la velocità di spostamento di un liquido nel capillare sotto l'influsso di una stessa pressione diretta nell'uno o nell'altro senso, in modo che, eseguendo successivamente le due determinazioni, (dopo aver spostato cioè in alto o in basso in identica misura una delle branche laterali del viscosimetro) si può raggiungere il migliore dei controlli. Questa possibilità di determinare la stessa velocità di deflusso del liquido spostantesi nell'uno o nell'altro senso, a seconda che l'apparecchio sia fatto ruotare in alto o in basso, permette anche di stabilire con facilità lo zero del viscosimetro. Se per fissare questo zero, bisognasse attendere che il liquido si mostrasse immobile nei tubi laterali, quando si avesse a che fare con liquidi molto viscosi, la determinazione dello zero esigerebbe un tempo estremamente lungo. Invece lo scopo si raggiunge molto più razionalmente fissando dapprima lo zero soltanto con approssimazione e poi misurando la velocità con cui il liquido si innalzerà o si abbasserà nel tubo laterale graduato, a seconda che si sposti l'indice di qualche cm. in alto o di una identica misura in basso. Di volta in volta, in base al risultato delle letture, si modificherà poi la posizione del supporto fino a che, per un identico spostamento dell'indice in un senso o

nell'opposto, non si abbia un identico valore nella velocità di spostamento del liquido. Ottenuto così lo zero del viscosimetro, si porterà, come abbiamo detto, l'indice esattamente sullo zero, mediante la vite senza fine « c ».

Il rilievo della velocità di spostamento del liquido si esegue leggendo su uno dei due tubi graduati. Nell'apparecchio descritto nella fig. n. 1 il tubo laterale di sinistra poggia appunto su di una lamina verniciata in nero in modo che la lettura risulti più agevole. Tale lettura si farà seguendo lo spostamento del menisco liquido per 5-10 divisioni del tubo graduato, avendo la attenzione di iniziare la lettura dopo qualche tempo da che il liquido abbia iniziato a muoversi.

Per eseguire la ricerca a una temperatura fissa, tutto l'apparecchio potrà essere immerso in bagno d'acqua termoregolato e, per impedire che l'acqua del bagno entri nel viscosimetro, le due branche ricurve dei due tubi laterali di questo verranno collegate fra di loro mediante un tubo di gomma.

Esperienze sulle mucine.

Tra le sostanze dotate di alto potere viscoso e che presentano maggiore interesse dal punto di vista biologico stanno senza dubbio le mucine: mucine vegetali e mucine animali; mucine epiteliali (secrete dalle diffusissime ghiandole mucose) e mucine mesenchimali (mucine della sinovia, del corpo vitreo, del cordone ombelicale). Alle mucine, ed in particolare modo alla loro viscosità, la attenzione degli studiosi si è rivolta di recente con anche maggiore interesse, da quando si è scoperto (3) che quei fattori (estratto testicolare, veleni di serpenti ecc.), capaci di far diffondere in maniera estremamente rapida i liquidi iniettati nel tessuto sottocutaneo, agiscono in quanto sono agenti mucinolitici, e sanno scindere rapidamente le mucine dei tessuti con i quali vengono a contatto.

Se ormai una discreta luce si va facendo sulla composizione chimica delle mucine (2), poco o nulla si conosce invece intorno allo stato fisico delle molecole di mucine in soluzione, intorno alla forma di tale molecole, alla loro distribuzione, ai loro reciproci rapporti. Io avevo osservato (7) che, facendo defluire soluzioni di mucina attraverso capillari dello stesso calibro, ma di differente lunghezza, il tempo di deflusso, quando aumentava la lunghezza del capillare, appariva di molto più durevole di quanto sarebbe stato da attendersi secondo un criterio di proporzionalità. Un comportamento analogo alle mucine, rispetto a quel mio metodo di ricerca, dimostravano

in generale le soluzioni colloidali per le cui molecole si ammette, invece della comune forma rotondeggiante, una disposizione allungata e la possibilità di formare tra loro quasi le maglie di una rete (5). Per tali soluzioni colloidali, alla anomalia nel tempo di deflusso da me rilevata quando siano fatte passare attraverso capillari di diversa lunghezza, farebbe riscontro un'altra anomalia di viscosità, messa in luce dalla scuola di Ostwald, e che consisterebbe nel fatto che quelle soluzioni quando siano sollecitate da piccole pressioni decrescenti, dimostrano, mano a mano che si adoperino pressioni minori, un tempo di deflusso attraverso capillare assai maggiore di quello che sarebbe da attendersi in base alla pressione diminuita (4).

Diveniva interessante ricercare se le soluzioni di mucina che nelle mie esperienze possedevano in grado anche più cospicuo degli altri colloidi a molecola allungata, la anomalia di viscosità in rapporto alla variata lunghezza del capillare, dimostrassero analoga anomalia anche di fronte al metodo di ricerca ideato da Ostwald, quando fossero sollecitate cioè da piccole pressioni decrescenti.

Con il viscosimetro più sopra descritto io ho studiato il comportamento nel tempo di deflusso, di fronte al variare delle pressioni, di soluzioni di mucina in acqua o in acqua contenente sali.

Ho trovato che il fenomeno del maggior aumento del tempo di deflusso con il diminuire delle pressioni si avvera per le soluzioni acquose di mucina in maniera eccezionalmente cospicua. Talchè, mentre con gli altri colloidi, che pure si ammettono a molecola allungata (fibrinogeno, gelatina ecc.) il fenomeno comincia a rendersi evidente per pressioni inferiori ai 3, ai 2 cm. d'acqua, nel caso della mucina, le differenze si rendono subito manifeste quando si scenda da 10 cm. d'acqua a pressioni minori.

Di più ho osservato, che, quando alle soluzioni di mucina si aggiungano sali in sufficiente concentrazione, il fenomeno tende a scomparire.

Illustro con la riproduzione e la descrizione di alcuni grafici l'andamento dei miei risultati sperimentali.

Nei vari grafici sono riportate sulle ascisse le pressioni usate espresse in cm. d'acqua, e sulle ordinate il tempo di deflusso in secondi osservato e moltiplicato per la pressione fatta agire.

È chiaro che se esistesse un proporzionale rapporto inverso tra la pressione che lo fa muovere e la velocità con cui il liquido si muove nel nostro viscosimetro, i valori espressi nel grafico per le diverse pressioni fatte agire dovrebbero ritrovarsi su una stessa retta, parallela alle ascisse.

Il grafico n. 1 (*) si riferisce ad una esperienza in cui la soluzione di mucina si ottenne direttamente, senza alcuna purificazione preventiva, dal substrato biologico. Si trattava di un estratto di cordone ombelicale in acqua distillata. A 5 cc. dell'estratto originale, dializzato, si aggiunsero 2 cc. d'acqua e si ebbero i risultati riassunti dalla curva «A»; si aggiunsero 9 cc. di H₂O e si ebbero i risultati della curva «B»; si aggiunsero 2 cc. di una soluzione di NaCl al 20% e si ebbero i risultati della curva «C».

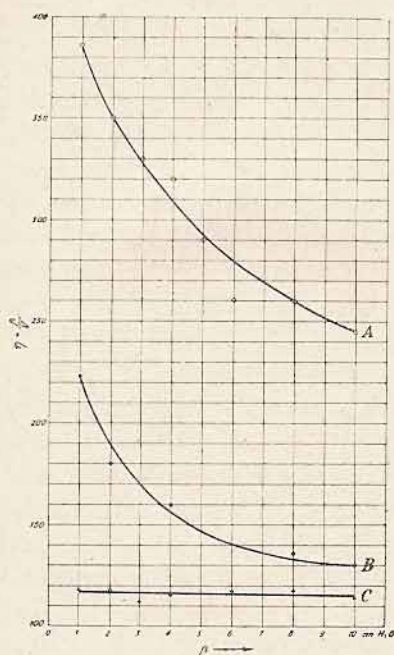


Grafico n. 1

A = mucina in 7 cc. H₂O

= » » 14 » »

C = » » 7 » sol. N. di NaCl

Per le due soluzioni di mucina in acqua, pure a così diversa viscosità iniziale, si osserva un progressivo salire della curva con il diminuire della pressione, comportamento che già si mostra evidente quando la pressione scende al di sotto di 10 cc. d'acqua.

Invece l'andamento rettilineo della curva C dimostra come la stessa concentrazione di mucina che, sciolta in acqua, aveva dato il risultato della curva A, quando si trovi in presenza di sali, manifesti una velocità di deflusso che decresce proporzionalmente al diminuire la pressione.

Invece l'andamento rettilineo della curva C dimostra come la stessa concentrazione di mucina che, sciolta in acqua, aveva dato il risultato della curva A, quando si trovi in presenza di sali, manifesti una velocità di deflusso che decresce proporzionalmente al diminuire la pressione.

In altre esperienze, illustrate nel grafico n. 2, si utilizza della mucina estratta da cordoni ombelicali ma previamente purificata. Si sciogliono 60 mg. di mucina in 25 cc. di H₂O: si lascia dializzare per 24 ore contro acqua distillata, si centrifuga, e si allontana il centrifugato. Questa soluzione «madre» si diluisce poi con acqua o con una sol. di NaCl in modo che i singoli liquidi sottoposti all'esame viscosimetrico si possano considerare corrispondenti a soluzioni di una stessa quantità di 6 mg. di mucina sciolta rispettivamente in 15, in 30, in 60, e in 120 cc. d'acqua o in 15 cc. di una sol. N/4 di NaCl.

(*) Per la esperienza di cui al graf. n. 1 si usò un viscosimetro con un capillare lungo 13 cm. e di mm. 0,18 di calibro. Le letture furono fatte a 15°. Si seguì nelle singole determinazioni il deflusso di cc. 0,1 di liquido.

Come si osserva dal grafico n. 2, (*) con il diminuire della concentrazione, le soluzioni di mucina diminuiscono mano a mano di viscosità, ma esse conservano sempre la curva caratteristica che dimostra una relativa maggior viscosità con il decrescere delle pressioni.

D'altra parte l' NaCl quando raggiunga una concentrazione adeguata, è capace di inibire la anomalia di viscosità delle soluzioni di mucina. Si osserva infatti che due soluzioni aventi presso a poco la stessa viscosità iniziale (fatte partendo dalla stessa quantità di mucina sciolta in un caso in 60 cc. di H_2O e nell'altro caso in 15 cc. di una soluzione N/4 di NaCl) dimostrano un comportamento profondamente diverso. Nel caso della soluzione salina, il prodotto fra i valori del tempo di deflusso osservato e le pressioni fatte agire si mantiene costante; nel caso della soluzione di mucina in acqua, tale prodotto si innalza con il decrescere delle pressioni.

Si osservi l'andamento dell'ultima curva segnata in basso nel grafico: essa riguarda una soluzione di mg. 6 di mucina sciolta in 120 cc. di acqua. Per una pressione di 10 cc. di acqua il tempo di deflusso ne appare inferiore a quello di una soluzione contenente la stessa quantità di mucina in 15 cc. di una sol. N/4 di NaCl (v. penultima curva): ma, già per una pressione di 3 cm. di acqua, si assiste a un invertirsi delle cose e la solu-

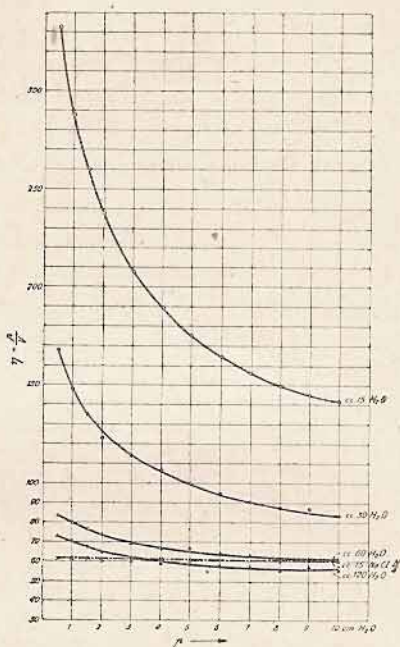


Grafico n. 2

Le curve segnate a tratto continuo si riferiscono al comportamento di soluzioni contenenti la stessa quantità di 6 mg. di mucina sciolta in 5-30-60-120 cc. di H_2O .

La curva segnata a tratti interrotti si riferisce alla stessa quantità di mucina sciolta in una sol. N/4 di NaCl.

(*) Per le esperienze di cui ai grafici n. 2 e 3, si usò un viscosimetro a capillare lungo cm. 18,5 e di mm. 0,21 di calibro. Le letture furono fatte a 14° per le esp. a cui si riferisce il graf. n. 2, e a 16° per le esp. a cui si riferisce il graf. n. 3. Si seguì nelle singole letture il deflusso di cc. 0,1 di liquido.

zione acquosa mostra un tempo di deflusso maggiore di quella salina. Con il decrescere ulteriore poi delle pressioni messe in gioco le differenze appaiono anche più cospicue.

Nel grafico n. 3 si riproducono i dati di una esperienza in cui si volle studiare l'influsso di sali diversi sulla viscosità di soluzioni mucose a diverse pressioni.

Si preparò una soluzione di mucina in acqua all'1‰. Tale soluzione era stata, come il solito, dializzata e centrifugata.

Essa venne poi diluita a parti uguali con diverse soluzioni saline. Si sono scelte concentrazioni di diversi sali inferiori di

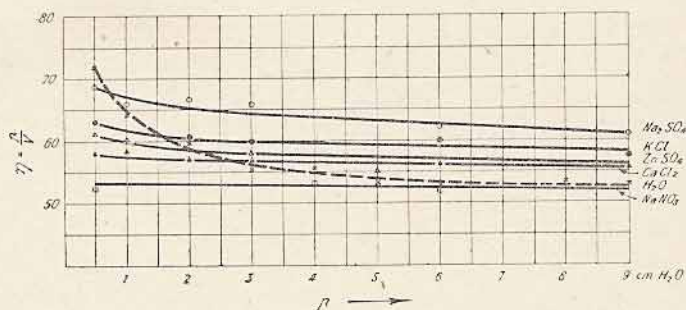


Grafico n. 3

La stessa quantità di mucina si trova sciolta per le curve segnate a tratto continuo, in soluzioni N/6 di Na_2SO_4 , KCl , CaCl_2 , NaNO_3 e N/20 di ZnSO_4 ; per la curva segnata a tratti discontinui, in H_2O .

qualche poco a quelle che nel caso delle esperienze precedenti con NaCl (vedi graf. n. 2) si erano dimostrate capaci di togliere in maniera praticamente totale la anomalia di viscosità della mucina. Si è diluita cioè la soluzione originale di mucina con parti uguali di sol. N/3 di Na_2SO_4 , di KCl , di CaCl_2 , di NaNO_3 . Si è voluto osservare l'effetto anche di un sale di un metallo pesante e si è scelto il solfato di zinco, il quale si è dimostrato assai più attivo nel diminuire la viscosità della mucina e si è per questo adoperato in soluzione più diluita. I vari liquidi impiegati risultarono cioè contenere per litro gr. 0.5 di mucina, e rispettivamente 1/6 e 1/20 del grammo equivalente per i vari sali ricordati e per il solfato di zinco. Si è poi preparata una soluzione di mucina in acqua tale da presentare una viscosità iniziale analoga a quella minima dimostrata da una soluzione di mucina più sali. Per una soluzione di mucina in acqua all'1/10.000 il tempo di deflusso sotto una pressione di 9 cc. di acqua si dimostrò uguale a quello di una soluzione 1/2.000 di mucina in una sol. N/6 di NaNO_3 .

Dal grafico n.º 3 si nota che i diversi sali differiscono alquanto l'uno dall'altro nel diminuire la viscosità iniziale della soluzione di mucina: ma tutti dimostrano un nettissimo potere ostacolante sul manifestarsi del relativo maggior aumento del tempo di deflusso col diminuire delle pressioni. La linea tratteggiata, che mostra il comportamento della semplice mucina in acqua, si differenzia infatti in maniera sicura da tutte le altre curve.

Osservazioni e conclusioni.

La mucina presenta in maniera evidentissima quel maggiore aumento nel tempo di deflusso col diminuire delle pressioni che sarebbe caratteristica dei colloidi a molecola allungata. Anche per altre soluzioni colloidali che presentano interesse biologico, come per esempio per soluzioni di gelatina, di fibrinogeno ecc., è stata messa in luce una analoga anomalia di viscosità, ma il fenomeno si verifica solo a partire da pressioni molto minori di quelle che danno un risultato già dimostrativo per le soluzioni di mucina, e si manifesta, di più, entro limiti maggiormente modesti.

Se dunque il fenomeno si ammette che sia legato alla particolare struttura delle molecole viscosi, nel caso delle mucine si dovrebbe supporre in maniera quanto mai cospicua una disposizione delle molecole in senso allungato e un loro intrecciarsi a rete. Così si spiegherebbe anche l'altissimo potere viscoso delle soluzioni di mucina. Probabilmente tale altissima viscosità e la disposizione a rete delle molecole di mucina è dovuta all'instaurarsi di legami tra molecola e molecola. Tali legami si supporrebbero di tipo elastico, così che la distanza tra i gruppi chimici che ne sono i responsabili potrebbe non rimanere fissa e permettere anche la possibilità di spostamento laterale di un gruppo rispetto all'altro. Si potrebbero così concepire le soluzioni concentrate di mucina quasi come costituite da un'unica macromolecola, plastica, la quale offrirebbe un particolare tipo di resistenza alle deformazioni, dimostrando cioè un particolare carattere di viscosità. Tale resistenza alla deformazione si renderebbe maggiormente evidente quando la macromolecola viscosa fosse deformata con lentezza. Infatti, se osserviamo, tanto con la tecnica da me precedentemente seguita dell'uso di capillari di diversa lunghezza, quanto con la tecnica utilizzata dalla scuola di Ostwald, delle diverse pressioni, si ha un relativo maggior accrescersi di viscosità quando si raggiungano le più piccole velocità di deflusso.

Con la ipotesi di legami secondari fra molecola e molecola nelle soluzioni di mucina si verrebbe a spiegare anche l'effetto dei sali, che ostacolando tali legami, non soltanto riuscirebbero ad abbassare di molto la viscosità delle soluzioni mucose, ma ne annullerebbero, a concentrazione opportuna, la caratteristica disposizione strutturale con molecole a forma allungata. Insomma, in presenza di sali, le molecole di mucina verrebbero ad assumere una forma rotondeggiante come le molecole delle soluzioni colloidali che seguono le leggi di Poiseuille-Einstein, e potrebbero scorrere l'una accanto all'altra.

Dal punto di vista di possibili applicazioni interpretative che i nostri risultati e le ipotesi che in base ad essi abbiamo costruito, potrebbero offrire in altri campi della realtà sperimentale, mi sembra interessante ricordare che i fermenti mucinolitici hanno bisogno per agire sui substrati mucosi della presenza di sali. Da una elaborata serie di ricerche recenti uscite dalla scuola di Favilli (1) risulta che in generale perchè gli agenti mucinolitici arrivino a scindere le mucine con una certa intensità occorrono concentrazioni di sali che sono molto vicine a quelle che nelle mie esperienze si dimostrarono capaci di far diminuire o annullare la anomalia di viscosità per le soluzioni di mucina. Probabilmente i sali, ostacolando quei legami accessori dovuti a valenze secondarie instaurantisi tra molecola e molecola, permetterebbero ai fermenti mucinolitici di inserirsi tra le molecole di mucina, fissandosi a particolari gruppi di queste, per spiegarvi poi il noto effetto caratteristico.

RIASSUNTO.

L'A., descrive un apparecchio da lui ideato con il quale è possibile far defluire dei liquidi attraverso un capillare sollecitandoli con pressioni diverse. Tale viscosimetro, che permette una valutazione esatta delle piccole pressioni che si possono mettere in gioco, si presta particolarmente per studiare il tempo di deflusso, con il variare delle pressioni, dei così detti « colloidi fibrillari » (secondo la terminologia di Ostwald). Si osserva per tali colloidi che, quando le pressioni diminuiscono al di sotto di un dato valore, il tempo di deflusso aumenta maggiormente di quello che comporterebbe la diminuita pressione. Il fenomeno appare di una evidenza estrema per le soluzioni di mucina, per le quali l'A., aveva precedentemente dimostrato che il tempo di deflusso in un comune viscosimetro

aumenta con l'aumentare della lunghezza del capillare, più di quanto comporterebbe l'accresciuta lunghezza di questo. Comparando i due risultati, l'A., arriva a una regola generale, che cioè la particolare « viscosità di struttura » posseduta dai colloidi fibrillari, si rende manifesta quando di tali colloidi si studino le piccole velocità di deflusso. L'anomalia di comportamento della viscosità per le soluzioni di mucina si annulla in presenza di concentrazioni opportune di sali. Le concentrazioni saline, capaci di far sì che la viscosità delle soluzioni di mucina segua il comportamento dei colloidi a molecola rotondeggiante anzichè quello dei colloidi a molecola allungata, sono dell'ordine di grandezza di quelle concentrazioni saline che condizionano la attività dei fermenti mucinolitici sui substrati mucosi.

BIBLIOGRAFIA

- (1) — BERGAMINI, Arch. Scienze Biol. 1942, 28, in corso di stampa.
 - (2) — BLIX, Acta Phys. Scand. 1940, 1, 29.
 - (3) — CHAIN e DUTHIE, Nature, 1939, 144, 977.
FAVILLI: Fenomeni di diffusione nei tessuti, nel loro aspetto fisiologico e patologico, Iter: Torino, 1941.
 - (4) — OSTWALD e MALSS, Kolloid Z. 1933, 63, 61.
WÖHLISCH e KIESGEN, Bioch. Z. 1936, 285, 200.
 - (5) — STAUDINGER, Ber. deutsc. chem. Ges. 1932, 65, 267; 1935, 68, 1682;
Die hochmolekularen organischen Verbindungen, Berlin 1932.
 - (6) — TSUDA, Kolloid Z., 1928, 45, 325.
 - (7) — ZAMBONI, Boll. Soc. It. Biol. Sper. 1942, 17, 317.
-

L'attività della sulfamide semplice e di alcuni derivati
sulfamidici sullo sviluppo del lupino bianco ⁽¹⁾

La grande fortuna dei sulfamidici nella chemioterapia antibatterica è dovuta alla felice circostanza che essi, pur dimostrandosi lesivi per la vitalità di alcuni batteri, sono praticamente innocui per la cellula animale. « In vivo » i batteri intossicati, per dire così, dai sulfamidici, diverrebbero più facile preda degli elementi fagocitari. Ma anche in « vitro », sopra tutto nelle culture su mezzi liquidi, lo sviluppo batterico può venire arrestato dai sulfamidici quando siano in sufficiente concentrazione. Nell'un caso e nell'altro si tratterebbe di un danno reso dal sulfamidico al biochimismo della cellula batterica con l'impedirgli la utilizzazione dell'acido para-aminobenzoico. Ma se il biochimismo dei batteri si avvicina sotto tanti aspetti a quello delle cellule vegetali, veniva subito giustificato il desiderio di conoscere quale fosse, rispetto ai sulfamidici, il comportamento delle piante. Oltre che un interesse teorico, la ricerca poteva averne uno pratico, qualora fosse risultato un parallelismo tra l'azione dei diversi sulfamidici sui germi e quello sulle piante. Lo studio infatti condotto sulle piante presenta una grande facilità di tecnica e potrebbe permettere di ottenere facilmente dei dati, di valore almeno orientativo, per graduare l'attività di sulfamidici preparati in serie.

Noi credevamo di essere i primi a porci il problema dell'attività dei sulfamidici sulle piante, anche perchè nei numerosi lavori di insieme usciti sulla sulfamide di tale attività non si fa cenno. Un esame attento della letteratura ci ha invece dimostrato che, già prima che si supponesse una possibilità di impiego dei sulfamidici in chemioterapia, la paratoluidensulfamide era stata preconizzata addirittura per l'uso pratico come capace di ostacolare lo sviluppo

(1) Dall'Istituto di Farmacologia della R. Università di Modena diretto dal prof. E. Trabucchi.

delle così dette erbe cattive (2). Dopo che furono conosciute le proprietà antibatteriche della paramino-benzensulfonamide e derivati, ben pochi furono gli autori che si occuparono del problema che ci interessa.

FOURNEAU e collaboratori (3), in uno studio elegante intorno all'attività di svariati sulfamidici su alcuni aspergilli, accennarono poi anche a esperienze da loro stessi eseguite sul crescione coltivato, nei riguardi del cui sviluppo la sulfamide semplice in concentrazione $10/_{60}$ esercita un nettissimo potere inibente. L'acido sulfamidico, la para-aminobenzamide, la sulfamide semplice, ma con l'aggiunta di un gruppo in più, in posizione « meta » nell'anello benzenico, non dimostrerebbero invece analoga attività.

Più diffuse, ma del tutto insufficienti a permetterci un confronto quantitativo, sono le esperienze di BONEZZI e ORSENIGO (1) i quali studiarono la sulfamide semplice, la sulfamide piridinica e la sulfamide tiazolica sulla crescita di alcuni vegetali superiori (fagioli ecc.). Si è notata un'attività inibitrice abbastanza cospicua da parte dei sulfamidici, i quali agirebbero sui tessuti meristematici. Non è possibile però, in base ai risultati che vengono descritti dagli A. A. citati, stabilire i limiti della concentrazione attiva dei diversi sulfamidici, nè graduare l'attività dell'uno rispetto a quella dell'altro. Non soltanto infatti manca un criterio quantitativo di una certa esattezza per la valutazione dei risultati, ma gli stessi sulfamidici alcune volte sono fatti agire in soluzione, altre volte in sospensione, alle volte solubilizzati in ambiente alcalino, senza che si tenga conto, sembra, dell'eventuale influsso della variata reazione del mezzo.

Su una pianta inferiore, su una diatomea di acqua dolce (Nitzschia palea) è stata pure osservata da WIEDLING (5) una netta azione ritardatrice dello sviluppo causata dalla sulfamide e dai suoi comuni derivati, ed è stato anche messo in rilievo un antagonismo di effetti tra sulfamide ed acido para-aminobenzoico.

In farmacologia esisteva già una tecnica largamente utilizzata per lo studio di alcuni farmaci in rapporto con le modificazioni che essi sarebbero capaci di indurre sulla crescita della radice del « lupinus albus ». Le ricerche numerosissime eseguite soprattutto da MACHT e collaboratori (4) con l'uso di questa tecnica costituiscono un intero capitolo, a sè stante di studi, che essi chiamano di « fitofarmacologia ».

Noi abbiamo applicato la tecnica di MACHT allo studio dei sulfamidici sulle piante.

Ricorderemo anzitutto i dettagli di questa tecnica e le modificazioni che vi abbiamo dovuto apportare per renderla adatta alle nostre ricerche.

I semi di lupino bianco vengono posti in sabbia umida con l'ilo rivolto in basso, coperti di muschio, anch'esso inumidito. Dopo un paio di giorni circa (questo tempo può variare assai in rapporto con la temperatura ambiente), dal seme fortemente ingrossato si è già sviluppata una radichetta. Per iniziare le esperienze le radichette debbono avere una lunghezza di circa 20 mm. Si misurano esattamente le lunghezze delle singole radichette su di una riga millimetrata e si mettono in esperienza quei lupini le cui radichette non si scostino di più che 2 mm. dal valore di lunghezza prescelto. I singoli lupini vengono posti sull'orlo di provette, in modo che le radichette si bagnino nella soluzione nutritiva che arriva sin quasi al bordo delle provette stesse. La soluzione nutritiva da noi adoperata (simile al liquido di Shive) era della composizione seguente: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ g 0,8; MgSO_4 g 0,9; KH_2PO_4 g 1,2; FeSO_4 mg 1; H_2O fino a 1000 cc. I farmaci di cui si vuole studiare l'effetto si sciolgono nel liquido nutritivo. Si pone tutto al buio e, volendo, in termostato. Le variazioni di temperatura infatti esercitano un notevole influsso sull'attività di accrescimento della radice, ma quando ci si riferisca a controlli mantenuti nelle stesse condizioni ambientali, l'impiego del termostato diventa superfluo. La lettura dei risultati, secondo la tecnica di MACHT, si dovrebbe eseguire dopo 24 h. Si dovrebbe cioè misurare la crescita delle radici sviluppatesi nel liquido fisiologico e quella delle radici rimaste a contatto con il farmaco. Si fa la media della crescita in millimetri delle radici dei lupini di controllo e di quelli in esperimento, e si calcola il valore della crescita dei secondi relativamente al valore della crescita dei primi fatto uguale a 100. La percentuale di crescita viene chiamata anche con il nome di «indice fitotossico»: un indice fitotossico alto starà ad indicare una lieve inibizione di sviluppo, un indice fitotossico basso sarà invece segno di una grande attività del farmaco.

Nel caso nostro, anzichè limitarci al rilievo della lunghezza della radice nel secondo giorno d'esperimento, abbiamo continuato l'osservazione fino al 5° giorno. I sulfamidici non esercitano dapprima un'azione molto spiccata e il loro potere ostacolante la crescita si manifesta meglio con il procedere dell'esperienza dopo il primo giorno. Per ogni serie di prove si misero in esperimento 20 lupini come controllo e 10 lupini per le singole concentrazioni di farmaco fatte agire.

Ci è sembrato inoltre che i risultati, anzichè sotto forma di percentuale di crescita rispetto ai controlli, potessero venire espressi graficamente seguendo il rapporto tra le lunghezze delle radici misurate di giorno in giorno e la lunghezza media iniziale delle radici stesse.

Abbiamo studiato l'attività di concentrazioni diverse dei tre prodotti sulfamidici più usati: la sulfamide semplice, la sulfamide piridinica, la sulfamide tiazolica. Di più abbiamo preso in considerazione la paradimetilaminobenzensulfonamide e il 4-4'-di-destrosio-diamino-dibenzensulfone (*).

(*) Il prodotto puro ci è stato cortesemente fornito dalla Casa Recordati e nei grafici che si riferiscono alla sua attività, detto prodotto è indicato brevemente sotto in nome di RECONAN con il quale è stato brevettato.

I risultati ottenuti con i diversi sulfamidici e con le diverse concentrazioni di ciascuno di essi ebbero un significato univoco. Senza descrivere in dettaglio tutte le esperienze, ne diremo soltanto i risultati più importanti, a documentazione dei quali riproduciamo anche un paio di grafici.

Con la sulfamide semplice si eseguirono prove assai numerose. In concentrazione di 1/4000, essa esercita una inibizione molto cospicua. Il coefficiente fitotossico nel senso di Macht calcolato per il 6° giorno di esperimento, sarebbe di 54: cioè l'aumento medio di lunghezza delle radici del lupino bianco rimaste a contatto con una soluzione di sulfamide 1/4000 rappresenterebbe soltanto il 54% dell'aumento in lunghezza delle radici dei lupini di controllo. Con l'innalzarsi ulteriore della concentrazione della sulfamide il coefficiente fitotossico si abbassa ancora di poco: per una concentrazione di sulfamide 1/1000 si trovò un coefficiente fitotossico di 49. Per concentrazioni di sulfamide inferiori a 1/4000 si nota ancora una certa attività inibitrice ma senza che si possa stabilire un rapporto costante fra concentrazione del farmaco e grado di inibizione. Dal grafico n. 1 per es. appare come in concentrazione 1/16000 la sulfamide possa ancora dimostrare una rilevante attività. Ma nella esperienza riprodotta nel grafico n. 2 una concentrazione doppia di sulfamide esercita invece un effetto più scarso.

Difficile sarebbe voler stabilire un paragone tra le concentrazioni di sulfamide capaci, come abbiamo visto, di ostacolare lo sviluppo della radice del lupino e quelle che danno batteriostasi nelle culture batteriche. L'effetto batteriostatico si ottiene per concentrazioni di sulfamide assai diverse a seconda del tipo del terreno di cultura e a seconda dell'entità dello « inoculum ». Per culture fatte su terreno sintetico e con un « inoculum » di 1000 streptococchi per 10 cc. di liquido, Woods (6) trova completa inibizione di sviluppo per la sulfamide in concentrazione 1/20000. Siamo dunque nell'ordine di grandezza delle concentrazioni attive anche sullo sviluppo della radice del lupino: ma va osservato che nel caso delle esperienze fatte su di questa, anche accrescendo di molto la concentrazione della sulfamide, non si arriva a provocare una totale inibizione di sviluppo.

Molto interessante risultò il fatto che i vari composti sperimentati del gruppo dei sulfamidici si dimostrarono capaci di inibire lo sviluppo della radice del lupino con un ordine di attività analogo a quello con il quale ne è stata graduata la efficacia sulle culture batteriche. La sulfamide piridinica si dimostrò cioè più attiva della

sulfamide semplice, la tiazolica più attiva della piridinica, ancora più attivo apparve il Reconan.

Vediamo i tracciati.

Nel tracciato n. 1 le concentrazioni molecolari della sulfamide piridinica e della sulfamide tiazolica fatte agire sono corrispondenti alla metà di quella della sulfamide semplice: ma il maggior effetto ne appare evidente.

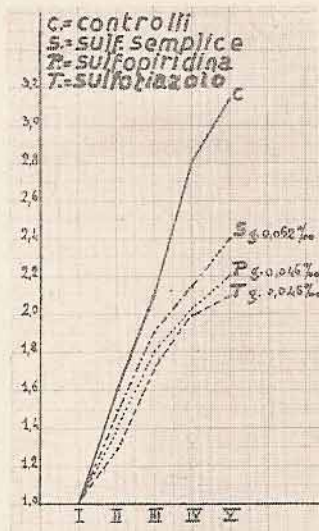


Grafico n. 1

Sulle ascisse è segnato il rapporto tra le lunghezze medie misurate delle radici e la loro lunghezza iniziale, fatta uguale ad 1. Sulle ordinate sono segnati i giorni di esperimento.

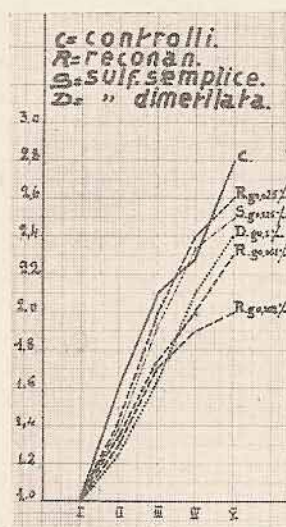


Grafico n. 2

Nel tracciato n. 2 si osserva l'effetto di tre concentrazioni di Reconan che stanno tra di loro come 1:2:4. Con l'aumentare della concentrazione l'effetto aumenta nettamente di intensità. La concentrazione intermedia usata, corrispondente a g. 0,051 di Reconan $\%$, dimostra un'attività inibente assai maggiore che quella di una soluzione di sulfamide al 0,125 $\%$, cioè 8 volte più concentrata dal punto di vista molecolare. La concentrazione maggiore di Reconan, g. 0,1 $\%$, corrisponde molecolarmente alle concentrazioni di sulfamide piridinica e tiazolica utilizzate nelle esperienze di cui al grafico n. 1, e si mostra capace di determinare una maggiore inibizione assoluta nello sviluppo delle radici. Anche in altre prove, il Reconan ha spiegato un effetto più cospicuo che la sulfamide piridinica e tiazolica alla stessa concentrazione molecolare.

Dal tracciato n. 2 appare un altro fatto interessante. Anche la sulfamide contenente due gruppi metilici legati all'amina aromatica, dimostra una netta attività inibitrice sullo sviluppo della radice di lupino. Tale attività appare superiore a quella esercitata dalla sulfamide semplice in concentrazione molecolare 1,5 volte maggiore. È noto invece che dal punto di vista dell'effetto antibatterico il blocco della funzione aminica porta a sostanze inattive.

Si dovrà pensare alla possibilità di una smetilazione operata dalle cellule vegetali? Oppure si dovrà ammettere che l'attività dei sulfamidici sulle piante superiori sia diversa da quella che si esercita sui batteri?

Da un lato il parallelismo che abbiamo notato tra il grado di attività che i diversi sulfamidici esercitano sullo sviluppo della radice del lupino, e quello che essi svolgono nell'inibire la crescita dei batteri, ci inviterebbe a pensare a uno stesso meccanismo d'azione. D'altro lato il differente comportamento nei due casi della sulfamide dimetilata e il fatto che, secondo altre esperienze condotte da uno di noi (7), l'acido para-aminobenzoico non modifica la attività dei sulfamidici nelle piante superiori, ci porterebbero invece a conclusione opposta.

Il problema rimane aperto, e ci sta ad indicare come nel meccanismo della attività farmacologica generale delle sostanze del gruppo della sulfamide non sia stato ancora raggiunto un completo chiarimento.

RIASSUNTO

Gli AA. studiano l'attività sullo sviluppo della radice del lupinus albus secondo la tecnica di Macht, sia della sulfamide semplice sia di una serie di derivati sulfamidici. La sulfamide semplice e i derivati sulfamidici posti in esperimento si dimostrarono capaci di ostacolare la crescita della radice del lupino. Maggiore attività esercitano i derivati sulfamidici che posseggono una più spiccata azione antibatterica. La sulfamide dimetilata tuttavia, che non ostacola lo sviluppo batterico, si dimostra invece attiva nell'inibire la crescita della radice del lupino. Si pensa che i sulfamidici inibiscano lo sviluppo delle piante superiori con un meccanismo d'azione almeno in parte diverso da quello con il quale agiscono sui batteri.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BONEZZI e ORSENIGO, « Rivista di Biologia », 1941, vol. 32, p. 159.
 - (2) CHEMISCHE FABRIK v. HEIDEN, — D. R. P. 410.046 (« Chem. Zblatt. », 1925, vol. I., pag. 2040).
 - (3) FOURNEAU, TRÉFOUËL, NITTI, BOVET, « Comp. Rend. Soc. Biol. », 1936, vol. 22, pag. 652.
 - (4) MACHT « Journ. of Pharm. a exp. Ther. », 1924, vol. 24, pag. 213; ib. 1926, vol. 29, pag. 461.
MACHT e KRAUTZ, « Journ. of Pharm. », 1927, vol. 31, pag. 11.
MACHT e ANDERSON, « Journ. of Pharm. », 1928, vol. 34, pag. 365.
MACHT e COOK « Journ. of Pharm. », 1931, vol. 43, pag. 571.
 - (5) WIEDLING, « Botaniska Notizer », 1941, « Science », 1941, vol. 94, pag. 389.
 - (6) WOODS, « Brit. Journ. exp. Path. », 1940, vol. 21, pag. 74.
 - (7) ZAMBONI e MORTARA, « Boll. Soc. It. Biol. Sper. », 1942 (in corso di stampa).
-

L'acido para-aminobenzoico si può considerare come una auxina capace di stimolare la produzione di radici ⁽¹⁾

L'acido para-aminobenzoico è noto ai batteriologi come uno dei fattori di crescita indispensabili per lo sviluppo batterico. Per numerosi batteri non è necessaria però la sua presenza nei terreni di cultura, perchè tale acido può venire alcune volte dai batteri stessi elaborato. Non ci consta che l'acido para-aminobenzoico sia mai stato fatto oggetto di indagine nei riguardi di un suo eventuale influsso sui tessuti vegetali.

Come risulta dalle esperienze comunicate nella nostra nota precedente, i sulfamidici esercitano un netto potere ostacolante sulla crescita della radice del « *Lupinus albus* ». Era logico domandarci subito se tale effetto fosse dovuto a che i sulfamidici impedissero alle piante, analogamente a quanto fanno per i batteri, la utilizzazione dell'acido para-aminobenzoico. In realtà il meccanismo d'azione nei due casi è diverso. La aggiunta ai liquidi nutritivi contenenti sulfamide di acido para-aminobenzoico non modifica affatto l'azione inibitrice esercitata dai sulfamidici (5).

Abbiamo osservato invece che la presenza dell'acido para-aminobenzoico modificava l'aspetto della radice del lupino bianco su cui si eseguivano le esperienze, nel senso che, lateralmente alla radice principale, si scorgevano, dopo qualche giorno dall'inizio dell'esperienza, un numero grandissimo di radichette laterali.

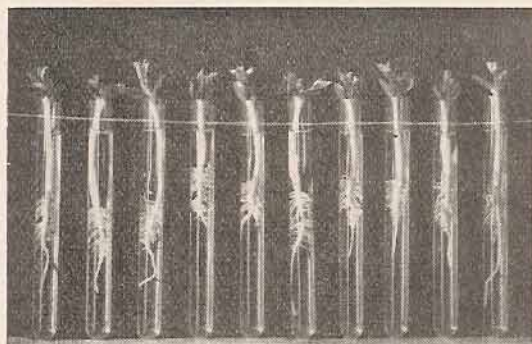
Abbiamo voluto studiare più attentamente il fenomeno, ed abbiamo notato che l'acido para-aminobenzoico da solo, anche a concentrazioni piccolissime, riesce a provocare un intenso sviluppo delle radichette laterali.

Persino in concentrazione di 1:1.000.000 l'acido para-aminobenzoico dimostra in chiara maniera la attività a cui abbiamo accennato. Esso veniva aggiunto alla soluzione nutritiva, tipo Shive, la cui composizione è riprodotta nella nostra nota precedente. Anche

(1) Dall'Istituto di Farmacologia della R. Università di Modena diretto dal prof. E. Trabucchi.

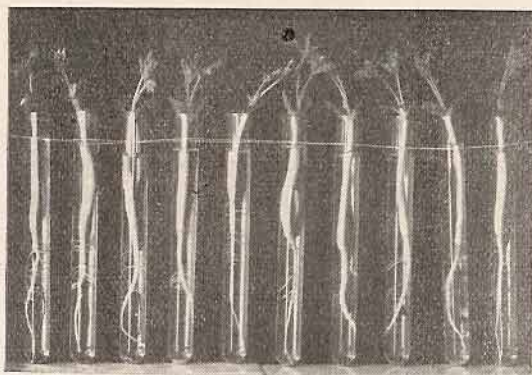
tutti gli altri dettagli di tecnica per la esecuzione delle esperienze sui lupini si possono ritrovare nella stessa nota.

Il maggior sviluppo delle radichette laterali in presenza di acido para-aminobenzoico in concentrazione sufficientemente elevata (1:50.000 — 1:100.000) è evidentissimo, e per rilevare la differenza di comportamento tra i lupini le cui radici siano messe a contatto della soluzione nutritiva più acido para-aminobenzoico, e i lupini di controllo il metodo più efficace è quello di un confronto immediato delle radici dei lupini nei due casi, quale si può documentare con la riproduzione fotografica (vedi fotografie n. 1 e n. 2).



Fot. n. 1

Lupini da 8 giorni mantenuti in una soluzione
di acido para-aminobenzoico 1:100.000



Fot. n. 2

Lupini di controllo

Quando invece si abbia ad agire con soluzioni più diluite di acido para-aminobenzoico, si possono avere ancora dei dati assai dimo-

strativi tenendo conto del numero medio delle radichette laterali che si sviluppano.

L'effetto che si osserva per azione dell'acido para-aminobenzoico è dovuto a una attività specifica per detto acido. L'acido benzoico, per esempio, non solo non possiede una attività simile a quella dell'acido para-aminobenzoico, ma tende a far ritardare il tempo di comparsa e far diminuire il numero delle radichette laterali nei lupini trattati rispetto ai controlli.

In tre grafici riproduciamo i risultati di esperienze condotte con dosi diverse (1:100.000 - 1:200.000 - 1:1.000.000) di acido para-aminobenzoico e di acido benzoico. Si tenne conto, oltre che del

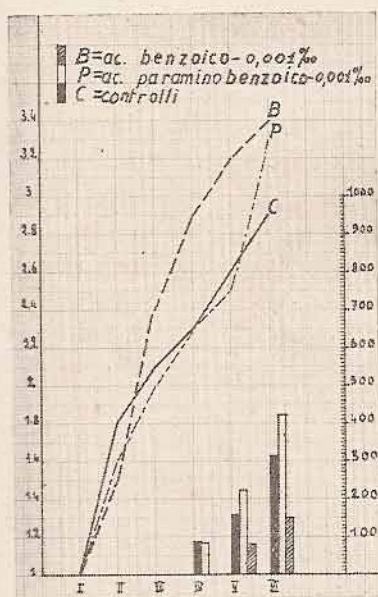


Grafico n. 1

L'acido para-aminobenzoico e l'acido benzoico si fanno agire in concentrazione di 1:1.000.000.

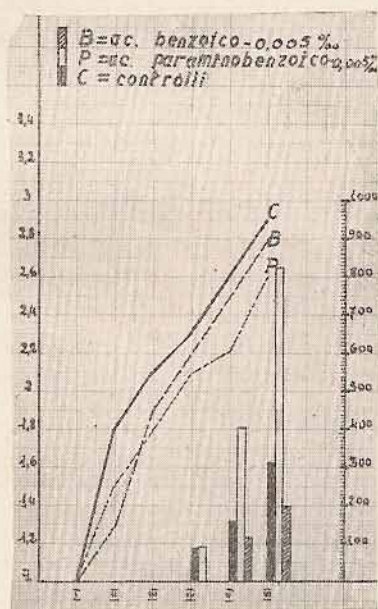


Grafico n. 2

L'acido para-aminobenzoico e l'acido benzoico si fanno agire in concentrazione di 1:200.000.

I valori segnati verticalmente sulla scala a sinistra (e a cui si riferiscono le tre curve segnate pure a sinistra) esprimono il rapporto tra la lunghezza delle radici misurate nei diversi giorni di esperienza e la lunghezza iniziale, fatta uguale ad uno.

I valori segnati verticalmente sulla scala di destra (e a cui si riferiscono le colonne segnate pure a destra) esprimono il numero delle radichette laterali nei vari giorni di esperimento.

Orizzontalmente, in basso, i numeri romani stanno a significare le giornate di esperimento.

numero delle radichette laterali che si vennero manifestando, anche della lunghezza che venne ad assumere la radice centrale. Con l'uso

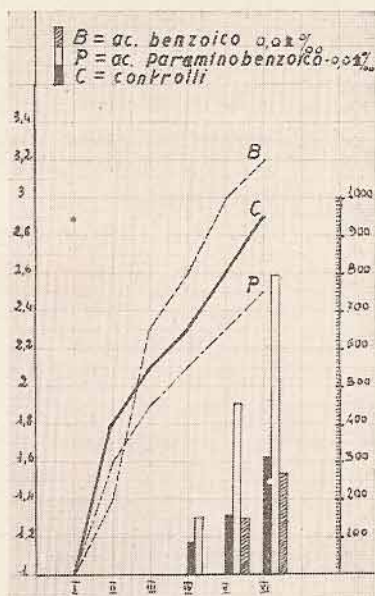


Grafico n. 3

L'acido para-aminobenzoico e l'acido benzoico si fanno agire in concentrazione di 1:100.000.

Per il significato dei valori segnati sul grafico vedi la nota in calce ai grafici n. 1 e n. 2.

di alcuni farmaci infatti che bloccano la crescita della radice principale, o in seguito a una lesione traumatica di questa, si può osservare, quasi per un fenomeno di compenso, un maggior aumento di radichette laterali.

I dati a cui si riferiscono i tre grafici che riproduciamo, furono dedotti dalle medie di letture fatte su 140 lupini per i controlli, e su una ventina di lupini, per ciascuna dose, di ciascuno dei due farmaci messi in esperimento.

Per quanto riguarda l'influsso sullo sviluppo in lunghezza della radice principale, le attività dell'acido para-aminobenzoico e dell'acido benzoico, nelle dosi usate, sono apparse di poco rilievo. In un primo tempo tutti e due i farmaci sembrano svolgere una certa azione inibitrice, ma nei giorni successivi di esperimento l'acido benzoico in due casi sembra stimolare e in un caso lievemente

diminuire lo sviluppo della radice principale, mentre l'acido para-aminobenzoico soltanto per la dose minore stimolerebbe, mentre, per le due dosi maggiori, di qualche poco ostacolerebbe lo sviluppo di detta radice. Si tratta ad ogni modo di modificazioni di poco momento e da noi prese in considerazione soltanto per escludere che le variazioni nel numero delle radichette laterali dimostratesi quale reperto costante, potessero essere considerate risultato indiretto di un primitivo influsso inibitore sulla radice centrale.

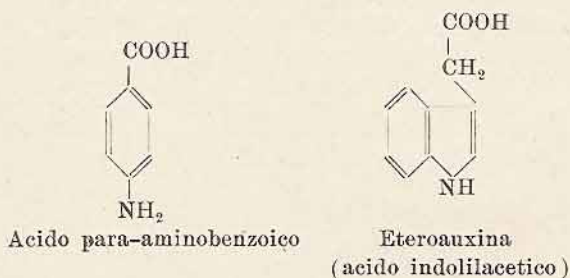
Già al quarto giorno di esperienza per le dosi maggiori, ma in maniera assai evidente al quinto e al sesto giorno di esperienza per tutte e tre le dosi di acido para-aminobenzoico impiegate, si nota un aumento cospicuo nel numero delle radichette laterali. L'aumento si osserva non solo rispetto ai controlli, ma ancora più rispetto alle prove fatte con l'acido benzoico, il quale dimostra addirittura una attività diretta in un senso opposto a quella dell'acido para-aminobenzoico.

Come appare dal grafico n. 1, la attività rizogena dell'acido para-aminobenzoico si manifesta anche per concentrazioni molto basse.

Si potrà parlare di un effetto analogo a quello delle auxine?

Secondo Went (4) la auxina cristallizzata avrebbe il potere di stimolare la produzione di radici e Laibach (2) avrebbe riscontrato una sostanza dotata di analogo potere nell'estratto etero delle urine. Il Laibach anzi avrebbe fissato un «test» per la ricerca di sostanze rizogene basato sulla produzione di radici agli internodi della *Tredecantia*. Utilizzando siffatto «test», Kögl ed Haagen Smit (1) hanno trovato che, sia la auxina-*a*, sia la etero-auxina dimostrano, anche in piccolissime concentrazioni, un notevole potere rizogeno. Recenti ricerche di Negodi (3) hanno pure messo in luce la attività rizogena della etero-auxina.

Nessuna simiglianza chimica esiste tra le auxine *a* e *b* e l'acido para-aminobenzoico: l'etero-auxina invece presenta una costituzione chimica che si può considerare assai vicina a quella di questo acido.



Con molta eleganza, il Kögl osservava che se uno stesso effetto si otteneva con le auxine *a* e *b* da un lato e con la eteroauxina dall'altro, pur possedendo quest'ultima una notevole disparità chimica rispetto alle prime, si poteva immaginare che non si trattasse di due chiavi diverse capaci di aprire la stessa serratura, ma di una nuova porta che venisse a dare adito alla medesima stanza. Nel nostro caso, volendo continuare nello stesso paragone, si dovrebbe invece dire che l'acido para-aminobenzoico rappresenta probabilmente una chiave capace di aprire la stessa porta su cui agisce la eteroauxina.

Con esperienze ulteriori ci proponiamo di indagare se l'acido para-aminobenzoico assomigli all'eteroauxina anche in altri effetti della attività auxinica di questa.

RIASSUNTO.

Gli AA. fanno rilevare come l'acido para-aminobenzoico a concentrazioni bassissime sia capace di stimolare lo sviluppo di radichette laterali dalla radice principale del « *lupinus albus* ». Un potere rizogeno era già stato riscontrato per l'acido indolilacetico, che costituisce la così detta eteroauxina di Kögl. Gli AA. fanno osservare come tale eteroauxina presenti una costituzione chimica che si può rassomigliare assai a quella dell'acido para-aminobenzoico.

BIBLIOGRAFIA

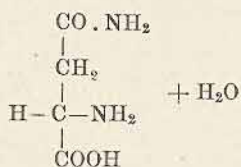
- (1) KÖGL ed HAAGEN-SMIT, « Proc. Akad. Wetensch. Amsterd. », 1931, vol. 34, pag. 880.
 - (2) LAIBACH, « Wiss. Woche Frankfurt », 1934, vol. 2, pag. 67.
 - (3) NEGODI, « Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena », 1940, vol. 71, pag. 67.
 - (4) WENT, citato da Erxleben, « Ergebnisse der Phys. », 1935, vol. 37, pag. 208.
 - (5) ZAMBONI e MORTARA, « Boll. Soc. It. Biol. Sper. », 1942 (in corso di stampa).
-

Ricerche sugli aminoacidi rotatori

VIII. - proprietà delle asparagine enantiomorfe

Le ricerche che descriviamo in questa comunicazione (1) si ricollegano ad una serie di lavori pubblicati dal primo di noi nel corso degli ultimi quindici anni (2) e riflettenti vari aspetti di uno fra i più avvincenti campi di studio della chimica organica e biologica: quello, cioè, degli aminoacidi rotatori. Nel corso di tali indagini, i cui oggetti principali erano lo studio comparativo delle proprietà fisiologiche negli stereoisomeri ed il comportamento dei composti enantiomorfi per ciò che concerne la possibilità di realizzare forme racemiche, si presentò più volte il problema delle asparagine rotatorie: problema annosissimo e ricco di contrasti ma ricchissimo, anche, di particolare interesse. Riassumiamolo schematicamente prima di esporre il nostro odierno contributo alla sua soluzione.

L'asparagina (monoamide dell'acido aminosuccinico)



fu scoperta prima negli asparagi da VAQUELIN e ROBIQUET e successivamente nei germogli di molte altre piante. Essa presentava

(1) Queste ricerche furono iniziate dal primo di noi nel 1929 con la collaborazione della dott. ANNA RAGNO. Esse furono interrotte per cause indipendenti dalla nostra volontà; e soltanto recentemente è stato possibile riprenderle in condizioni sperimentali adeguate nell'Istituto di Chimica generale della R. Università di Modena.

(2) BERLINGOZZI e FURIA, «Gazz. Chim. Ital.», 56, 82 (1926); «Ann. Chim. Appl.», 19, 406 (1929); BERLINGOZZI, «Atti R. Accad. Lincei», [6], 7, I, 1037 (1928); BERLINGOZZI e CAROBBI, «Gazz. Chim. Ital.», 60, 573 (1930); BERLINGOZZI e DE CECCO, «Atti V° Congresso Naz. Chimica», 307 (1935); BERLINGOZZI e FRANCINI NALDI, «Atti R. Accad. Lincei», [6], 23, I, 874 (1936); BERLINGOZZI e LENOCI, «Gazz. Chim. Ital.», 68, 721 (1938).

potere rotatorio $[\alpha]_D = -6^\circ, 14$ e per molto tempo non si conobbe la corrispondente forma destrogira. Soltanto nel 1886 il PIUTTI (3), concentrando a caldo le acque madri di cristallizzazione della l. asparagina estratta dai lupini, riuscì ad isolare ed a purificare una asparagina destrogira che, presentandosi in cristalli enantiomorfi rispetto a quelli della l. asparagina e possedendo potere rotatorio uguale e di segno contrario, fu naturalmente considerata come l'antipodo ottico di questa, cioè come d. asparagina. Se nonchè ben presto apparvero alcuni particolari, diciamo pure, anomali nel quadro generale del comportamento delle due asparagine, così da imporre qualche dubbio su questa attribuzione di antipodi ottici nel senso figurativo molecolare fatta in primo tempo. Si constatò anzitutto una marcata differenza nel sapore: la l. asparagina è insipida mentre la d. asparagina è dolce. In quel tempo non erano conosciuti casi di tal genere e si riteneva fermamente che gli antipodi presentassero sempre proprietà fisiologiche identiche. Oggi sono noti numerosi esempi di antipodi con proprietà fisiologiche non identiche, e ciò non costituisce più, ormai, una difficoltà per qualificare gli antipodi stessi. Ma un'altra anomalia, ben più grave, fu rilevata nelle asparagine: esse non dettero per diretta unione, il composto racemico; e nemmeno la sintesi condusse al composto racemico, bensì ad un conglomerato nel quale erano nettamente identificabili i cristalli enantiomorfi delle due forme otticamente attive.

A noi, oggi, appare forse strano che questa anomalia, veramente notevole, fosse molto meno valutata che non quella del sapore la quale, come abbiamo già rilevato, non può ormai più considerarsi tale. La mancata realizzazione dell'asparagina racemica fu messa in relazione con la possibilità che tale composto avesse il suo campo di esistenza limitato da temperature non comprese nelle comuni condizioni sperimentali (4); ma dobbiamo riconoscere che tale spiegazione appare troppo vaga per essere considerata soddisfacente. Nè d'altronde, la questione può essere risolta utilizzando, come si potrebbe ritenere, l'analisi termica in quanto le due asparagine si scompongono col riscaldamento senza mostrare un netto punto di fusione. Parve in principio che anche la solubilità delle

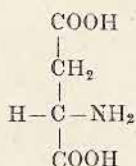
(3) PIUTTI, Orosi, IX, 198; « Gazz. Chim. Ital. », 17, 126, 182, 187.

(4) Si conoscono casi di limiti, sempre facilmente accessibili, del campo di esistenza di composti racemici: è, per esempio, noto a tutti quello del racemato sodico ammonico di PASTEUR con limite alla temperatura di 27° .

pue sostanze presentasse sensibili differenze (5), ma ciò fu in seguito contraddetto (6), mentre diversi sperimentatori sono d'accordo nel rilevare una maggiore solubilità del miscuglio equimolecolare.

Interessanti considerazioni furono svolte a proposito della coesistenza o meno delle due asparagine attive nei germogli. Secondo PIUTTI esse coesisterebbero in primo tempo, ma ben presto una delle due forme (la destrogira) soggiacerebbe ad azioni enzimatiche inerenti allo sviluppo dell'embrione. In tal modo si spiegherebbe il fatto che per la decozione dei germogli si ottiene una rilevante quantità di l. asparagina e soltanto una piccola quantità di d. asparagina. Secondo, invece, altri sperimentatori, fra i quali PRINGSHEIM (7) ed ERLÉNMYER (8) non esisterebbe in natura altro che la forma levogira, cosicchè la piccola quantità di d. asparagina che si ricava dalla decozione dei germogli sarebbe originata dalla racemizzazione del composto levogiro. Questa seconda ipotesi trova un evidente appoggio nell'esperienza dello stesso ERLÉNMYER il quale, sottoponendo a prolungato riscaldamento una soluzione acquosa concentrata di l. asparagina pura, ottenne un miscuglio di asparagine levogira e destrogira.

Come abbiamo già accennato, la questione della mancata formazione del racemico costituisce un motivo di perplessità nel considerare le due asparagine rotatorie come antipodi ottici nel senso comunemente inteso in chimica organica. Ciò appare tanto più singolare se si tiene presente che derivati delle asparagine, assai vicini ad esse, sono suscettibili di formare il racemico. Così lo stesso acido aspartico



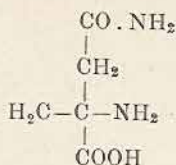
si conosce nelle due forme antipodiche e nella forma racemica. La C. metil-asparagina, poi, (che è funzionalmente più vicina all'asparagina di quanto non lo sia l'acido aspartico)

(5) Cfr. PIUTTI, l. cit.

(6) Cfr. ERLÉNMYER, « Biochem. Zeitschrift », 52, 469 (1913).

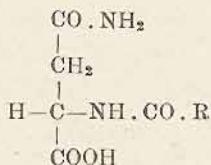
(7) Zeitschrift f. physiol. Ch., 65, 89 (1910).

(8) Cfr. ERLÉNMYER, l. cit.



presenta il fenomeno, diremo, opposto e cioè si conosce la varietà otticamente inattiva sintetica, per la quale i vari tentativi di scissione negli antipodi ottici sono rimasti finora infruttuosi (9).

Nel 1928 il primo di noi, allo scopo di portare qualche chiarimento al problema precedentemente posto, riuscì a realizzare due serie di acil-asparagine enantiomorfe



acilando direttamente le due asparagine rotatorie; e, per diretta unione di tutte le coppie di composti enantiomorfi, ottenne i corrispondenti composti racemici sicuramente e nettamente qualificabili come tali per forma cristallina, solubilità ed altre proprietà loro proprie e differenti da quelle dei composti enantiomorfi di partenza (10). Fu così dimostrata per quelle acil-asparagine rotatorie la natura di antipodi ottici nel senso della figurazione molecolare e, considerate le relazioni genetiche di questi con le due asparagine rotatorie, si sarebbe dovuto logicamente ritenere dimostrata anche per queste ultime la natura di antipodi ottici. Ma un più sottile ed attento esame non conduce, invero, esattamente a tale conclu-

(9) Cfr. BERLINGOZZI e LENOCI, l. cit. A proposito di queste tendenze a formare, o meno, il racemico rilevate in questo gruppo di aminoacidi non possiamo omettere di rilevare anche la grande importanza che tali fenomeni hanno recentemente acquistata dopo le ricerche di KÖGL e collaboratori (H. S. Zeitschr. f. physiol. Ch., 258, 57 (1939) e segg.) che hanno messa in luce nei protidi tumorali la presenza di aminoacidi antipodici di quelli normalmente contenuti nei protidi e provenienti verosimilmente dalla racemizzazione di questi. Abbiamo anche noi in corso ricerche su tale importante argomento e ci auguriamo di essere presto in condizioni di riferire in merito.

(10) Cfr. BERLINGOZZI, « Atti R. Accad. Lincei », [6], 7, I, 1037; BERLINGOZZI e CAROBBI, « Gazz. Chim. Ital. », 60, 573.

sione. Bisogna notare anzitutto che le due asparagine rotatorie cristallizzano con una molecola di acqua (ved. formula in principio del testo), mentre le acil-asparagine rotatorie di BERLINGOZZI, sono tutte anidre. Ora, mentre queste ultime sono sicuramente antipodi ottici, non si può affermare altrettanto sicuramente la stessa qualifica per le asparagine ordinarie monoidrate. Si potrà, se mai, affermarlo per le asparagine anidificate, ma non potremo escludere la possibilità che quella molecola d'acqua determini qualche, sia pur lieve, differenza nella struttura molecolare dei due composti, così da non permettere più di farli considerare strettamente antipodi ottici, sempre nel concetto strutturale molecolare. Nè tale eventualità appare in assoluto contrasto col fatto che le due asparagine ordinarie monoidrate cristallizzano, come avviene per gli antipodi, in forme enantiomorfe: nel nostro caso le differenze strutturali molecolari portate da un eventuale diverso orientamento della molecola d'acqua nelle due asparagine monoidrate potrebbero anche essere tali da permettere l'enantiomorfismo cristallino; il quale è essenzialmente legato alla disposizione delle particelle nel reticolo mentre, in generale, è indipendente dalla asimmetria molecolare.

Da quanto abbiamo schematicamente esposto sul problema delle asparagine, appare evidente l'opportunità di indirizzare le ricerche prevalentemente nelle seguenti direzioni:

I. — Approfondimento dello studio del comportamento presentato dalle due asparagine monoidrate.

II. — Tentativo di ottenimento del racemico dalle due asparagine anidificate.

In tal senso abbiamo svolte appunto le indagini che descriviamo nella presente comunicazione.

Diciamo subito che, a causa soprattutto della pratica insolubilità, nei comuni solventi anidri, delle asparagine anidificate, sono rimasti fino ad oggi infruttuosi i tentativi da noi fatti di ottenere da esse il composto racemico.

Resultati molto interessanti ci ha dati, invece, lo studio del comportamento delle due asparagine monoidrate. Descriviamolo dettagliatamente.

Determinazione della solubilità nell'acqua.

Un primo punto da chiarire era quello della solubilità nell'acqua. Come abbiamo accennato, secondo PIUTTI, la d. asparagina sarebbe più solubile della l. asparagina; ed analogamente riferisce PRINGSHEIM. Ma successive accurate determinazioni di ERLÉNMYER, avrebbero messo in evidenza nei due composti una identica solubilità a 20°. Noi abbiamo eseguite numerose determinazioni impiegando un grande termostato ad acqua munito di agitatore meccanico e di termoregolatore a mercurio che ha permesso di mantenere nell'intervallo di 1/10 di grado la temperatura prescelta. Quale solvente abbiamo adoperato acqua bidistillata che veniva saturata (in recipiente chiuso) con la sostanza finemente polverizzata. Dopo 24 ore di agitazione meccanica in termostato si effettuavano i prelevamenti delle soluzioni sature che erano successivamente evaporati a 100° ed i residui mantenuti a tale temperatura fino a peso costante. Quali medie di parecchie determinazioni concordanti, si ebbero i seguenti risultati:

Solubilità a 25°

d. asparagina	2,41 %	in peso (calcolato in sostanza anidra)					
l. asparagina	2,43 %	»	»	»	»	»	»

Solubilità a 50°

d. asparagina	6,31 %	in peso (calcolato in sostanza anidra)					
l. asparagina	6,33 %	»	»	»	»	»	»

Essi confermano dunque pienamente l'asserzione di ERLÉNMYER, sulla identica solubilità delle due sostanze

Determinazione del pH.

È stata eseguita sopra soluzioni 1,5% in acqua bidistillata, avvalendosi di un jonometro Lautenschläger ed impiegando elettrodo a chinidrone. Naturalmente, abbiamo osservate scrupolosamente nei due casi le stesse condizioni sperimentali.

I risultati furono i seguenti:

d. asparagina	pH a 15°	4,20;	l. asparagina	pH a 15°	4,40
---------------	----------	-------	---------------	----------	------

Data la piccola ma non insignificante differenza del pH nelle due soluzioni, ci proponiamo di effettuare determinazioni anche con elettrodo a vetro ed ottenere curve di titolazione in funzione di pH.

Studio del comportamento delle due asparagine al riscaldamento.

Già abbiamo accennato che le due asparagine non mostrano un netto punto di fusione e che, col riscaldamento, trasudano prima a temperatura relativamente bassa, si scompongono quindi con ingiallimento e poi con imbrunimento, dopo di che si ha la fusione non netta in liquido bruno. Abbiamo potuto constatare che sull'andamento di tale fenomeno influiscono in misura notevolissima molte condizioni, quali per esempio la velocità di ascesa della temperatura, la lunghezza dei tubicini capillari e, naturalmente, l'essere questi ultimi chiusi oppure aperti. Tuttociò è causa del grande divario nei dati forniti dai diversi sperimentatori. Noi abbiamo ripetute le esperienze sia per le asparagine monoidrate, sia per le asparagine anidrate, in capillari aperti all'estremità superiore ed in capillari chiusi. Abbiamo anche sottoposte alla stessa esperienza le miscele degli isomeri.

Il riscaldamento è stato effettuato inizialmente con velocità di 3-4 gradi al minuto nell'ascesa della temperatura; oltre i 150° con salita di 2 gradi al minuto; oltre i 190° con salita di 1 grado al minuto. I capillari avevano lunghezza di 7 cm., e diametro di 1,5 mm. Si ottennero i seguenti risultati:

a) in capillari aperti:

- d. asparagina monoidrata, incomincia ad imbrunire verso 205°, fonde verso i 273°.
- l. asparagina monoidrata, incomincia ad imbrunire verso 203°, fonde verso i 270°.
- miscuglio dei due suddetti isomeri (a parti uguali), incomincia ad imbrunire verso 203°, fonde verso 270°
- d. asparagina anidra, incomincia ad imbrunire verso 215°, fonde verso 281°.
- l. asparagina anidra, incomincia ad imbrunire verso 215°, fonde verso 280°
- miscuglio dei due suddetti isomeri, incomincia ad imbrunire verso 215° fonde verso 279°.

b) *in capillari chiusi*:

- d. asparagina monoidrata incomincia ad imbrunire verso 185° fonde verso 216°
- l. asparagina monoidrata, incomincia ad imbrunire verso 182° , fonde verso 214°

Il comportamento dei miscugli in diverse proporzioni delle due asparagine monoidrate in capillare chiuso è rappresentato dal seguente diagramma (fig. 1):

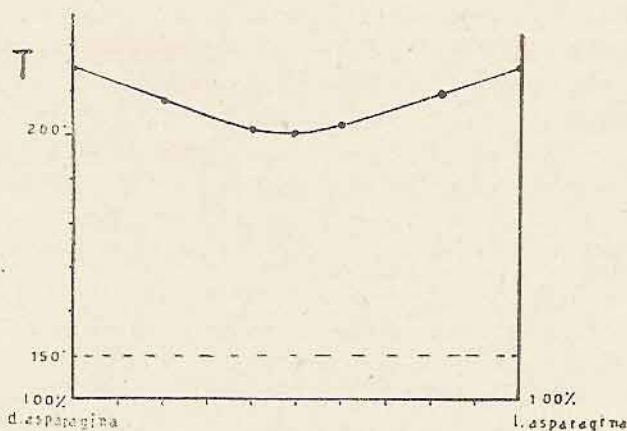


Fig. 1.

Noi ci rendiamo ben conto che tali risultati non sono da considerarsi pienamente attendibili agli effetti dell'analisi termica delle miscele binarie sperimentate: tuttavia gli stessi risultati ci fanno ritenere assai improbabile la formazione di composti nelle condizioni descritte.

Studio della disidratazione delle asparagine monoidrate.

Abbiamo iniziato lo studio della disidratazione delle due asparagine monoidrate con la prova dell'azione di sostanze disidratanti in essiccatore, prima a pressione ordinaria e poi nel vuoto. Gr. 0,5 di ognuna delle due sostanze, finemente polverizzati e disposti in strato sottile, furono mantenuti in essiccatore ad anidride fosforica per 12 ore a temperatura e pressione ordinarie: non si notò alcuna perdita di peso. Uguale risultato si constatò dopo stasi di altre 12 ore sempre in essiccatore ad anidride fosforica, ma dopo avere allontanato l'aria fino a 14 mm. di pressione,

Si mantennero allora le due sostanze in stufa ad acqua all'ebullizione, in ambiente a pressione ordinaria: in entrambi i casi si constatò perdita di peso esattamente corrispondente alla completa disidratazione delle asparagine monoidrate.

Si cambiò allora nella stufa il liquido riscaldante, usando l'acetone bollente (p.ebull. 56°) e successivamente l'alcool metilico bollente (p.ebull. 64°). Le due asparagine monoidrate, in identiche condizioni sperimentali (addirittura nello stesso ambiente ed in posizione equivalente) e sempre a pressione ordinaria, si comportarono in modo nettamente diverso: dopo 36 ore di riscaldamento a 56° la l. asparagina ha perduto praticamente tutta la sua acqua di cristallizzazione mentre la d. asparagina non ha perduto peso se non in minima proporzione. Col riscaldamento successivo a 64° anche la d. asparagina perdeva completamente la sua acqua di cristallizzazione.

In seguito a questi interessanti ma imprecisi risultati, si volle studiare la prevedibile differenza di tensione di vapore dei due aminoacidi monoidrati. Fu usato il tensimetro differenziale di BRENSER-FROWEIN, controllando preventivamente la essiccazione del suo interno, la disaereazione e la essiccazione del liquido manometrico (mercurio), la essiccazione a temperatura e pressione ordinaria delle due sostanze da sperimentare. Queste furono poste, ben polverizzate nell'interno del tensimetro (una per ogni palloncino, come da fig. 2). Fatto il vuoto e chiuso l'apparecchio, questo venne immerso in grande termostato ad acqua munito di termoregolatore. Il riscaldamento era effettuato a temperature crescenti e mantenute costanti fino a costanza di livello del liquido manometrico. I risultati sono espressi nel seguente diagramma (fig. 3), ottenuto ponendo in ascisse le temperature e in ordinate le tensioni in mm. di mercurio.

L'andamento del fenomeno è risultato praticamente invariato in ripetute esperienze.

Discussione dei risultati sperimentali — Conclusioni.

I risultati delle esperienze descritte in questa comunicazione, pur non autorizzando conclusioni definitive, permettono fin d'ora alcuni interessanti rilievi.

È fuori di ogni dubbio che fra le due asparagine enantiomorfe esistono differenze di comportamento nette e sensibili. Così nei valori del pH, a proposito dei quali abbiamo già rilevata l'oppor-

tunità di ripetere le misure con elettrodo a vetro ed ottenere curve di titolazione in funzione del pH allo scopo di approfondire e chiarire le prime osservazioni.

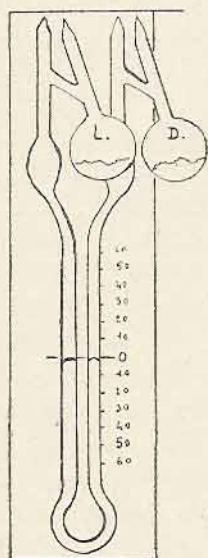


Fig. 2.

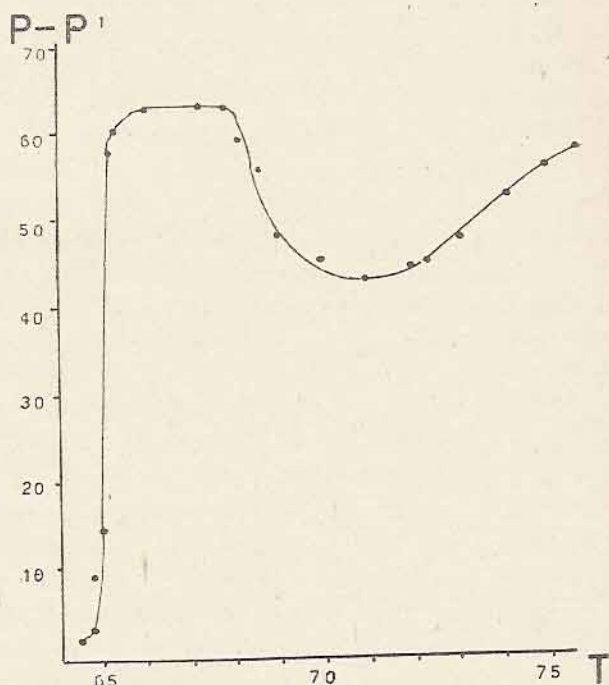


Fig. 3.

Differenze più notevoli e significative sono quelle che si riferiscono alle condizioni di disidratazione ed alla tensione di vapore. Abbiamo già visto che, mentre la l. asparagina si disidrata completamente a pressione ordinaria ed alla temperatura di 56° (vapori di acetone bollente), la d. asparagina in tali condizioni non si altera apprezzabilmente. Essa perde a sua volta la molecola d'acqua a pressione ordinaria ed alla temperatura di 64° (vapori di alcool metilico bollente).

Analoga differenza di comportamento si è verificata, come era logicamente da aspettarsi, per ciò che concerne la tensione di vapore. Il diagramma *differenza di tensione - temperatura* ha un andamento assai significativo. Il decorso iniziale è riferibile alla disidratazione della sola l. asparagina; successivamente si nota la caduta di $P - P'$, e ciò è evidentemente in rapporto col fatto che anche la d. asparagina si disidrata a temperatura di alcuni gradi superiore; finalmente la differenza $P - P'$ assume un andamento regolare con

l'ulteriore aumento della temperatura. Naturalmente, nelle citate condizioni sperimentali non si ottengono i valori delle singole tensioni di vapore delle due sostanze, i quali d'altronde non interessano in modo particolare; e nemmeno si può parlare di disidratazione completa delle due sostanze stesse, poichè in ambiente chiuso si dovrà ammettere soltanto una disidratazione parziale. Ma il fatto veramente notevole è la evidente differenza del loro comportamento nelle sopracitate condizioni; ciò che, secondo noi, ha la più grande importanza agli effetti della attribuzione di antipodi, o meno, alle asparagine ordinarie monoidrate. Esso fa ritenere estremamente probabile che nei due composti la molecola d'acqua sia diversamente legata all'aminoacido. In questo caso le due asparagine monoidrate, considerate fin qui generalmente come antipodi nel senso della figurazione molecolare, non potrebbero più essere considerate come tali malgrado il loro enantiomorfismo. E ciò spiegherebbe in modo semplice e soddisfacente la mancata formazione del racemico, intorno alla quale si discute da tanto tempo.

Ripetiamo che questa ipotesi ci appare estremamente probabile: allo scopo di arrivare ad un completo chiarimento della questione ci riserbiamo di studiare sui due composti (oltre alla titolazione in funzione del pH) lo spettro Raman e la dispersione rotatoria.

Ci auguriamo di essere ben presto in grado di riferire su questo interessante e ormai vecchio problema.

Modena, Istituto di Chimica generale della R. Università.

Su una espressione dei Principi della Termodinamica in funzione della lunghezza d'onda di De Broglie

Non solo le classiche esperienze di Davisson e Germer ma anche molti altri fatti e considerazioni mi pare facciano legittimamente pensare alle onde di De Broglie come a qualcosa di, per così dire, molto più « effettivo » di quanto appaia, in maniera immediata, dalla interpretazione delle equazioni ondulatorie della nuova Meccanica. Un modesto contributo teorico-sperimentale in tale senso è stato dato anche dal sottoscritto (1), ma recentemente una interessantissima Nota di M. Pierucci (2) accresce l'importanza di un tale ordine di idee.

Ora, già da qualche tempo mi viene fatto di pensare che non sarebbe inutile, forse, una descrizione dei fenomeni termodinamici introducendo in essi la considerazione della lunghezza d'onda di De Broglie come funzione termodinamica; ben s'intende, la lunghezza d'onda di De Broglie presa in senso statistico. Ciò condurrebbe, come vedremo molto semplicemente, a una forma analitica notevolmente piana delle leggi termodinamiche e statistiche sia classiche sia quantiche in funzione della lunghezza d'onda associata « media », intendendo per tale la lunghezza d'onda associata con una particella di massa m e velocità quadratica media u cioè

$$\lambda = \frac{h}{mu}$$

Non mi sembra inutile racchiudere in una breve Nota le considerazioni estremamente facili che seguono, in quanto non mi

(1) ANTONIO PIGNEDOLI, *Osservazioni e calcoli sul fenomeno di ionizzazione da particelle in relazione alle lunghezze d'onda associate*. « Nuovo Cimento », anno XIX n.º 2, Febbraio 1942-XX.

(2) M. PIERUCCI, « Nuovo Cimento », 1942-XX.

sembra del tutto fuori posto la semplificazione concettuale e, talvolta, anche formale, o, per dire meglio, l'unificazione da esse apportate nelle leggi di cui stiamo parlando ed anche in quanto potrebbero, forse, dar luogo a sviluppi.

Partiamo dalla espressione cinetica dei parametri termodinamici pressione p e temperatura assoluta T . Abbiamo, rispettivamente:

$$(1) \quad p = \frac{1}{3} n m u^2$$

dove n è il numero di particelle contenute nell'unità di volume di un gas ideale, m la massa di una particella ed u la velocità quadratica media, e

$$(2) \quad T = \frac{1}{3} \frac{N}{R} m u^2$$

dove R è la costante dei gas ed N il numero di Avogadro.

Introducendo, ora, nella (1) e nella (2) il valore di u che si ricava in funzione della lunghezza d'onda di De Broglie, dalla

$$\lambda = \frac{h}{m u}$$

otteniamo

$$(1') \quad p = \frac{n h^2}{3 m} \cdot \frac{1}{\lambda^2}$$

formula che ci fa apparire la pressione p come inversamente proporzionale al quadrato della lunghezza d'onda « media » associata in questione, ed, inoltre

$$(2') \quad T = \frac{N h^2}{3 m R} \cdot \frac{1}{\lambda^2}$$

dalla quale appare analoga dipendenza di T da λ (fatto naturale, tenendo presente la similitudine formale di (1) e (2)).

Facciamo alcune semplici considerazioni sulle formule (1') e (2'). Il fatto che per $T=0$, essendo $u=0$ dovrebbe essere $\lambda=\infty$ ed, invece, in tali condizioni è, come è noto, $\lambda = \frac{h}{m c}$ è in accordo con uno degli aspetti del 3.° Principio della Termodinamica, cioè con la irraggiungibilità dello zero assoluto; ciò appare sia dalla formula (2'), che, implicitamente, dalla formula (1').

Allo scopo di scrivere, ora, il 1° Principio, prepariamoci i differenziali dp e dT .

Abbiamo rispettivamente:

$$(3) \quad \frac{dp}{p} = - \frac{2}{\lambda} d\lambda$$

e

$$(4) \quad dT = - \frac{2 N h^2}{3 m R} \cdot \frac{d\lambda}{\lambda^3}$$

Sicchè l'espressione del 1° Principio

$$(5) \quad d'Q = C_p dT - R T \frac{dp}{p}$$

diventa, in virtù di (3) e di (4), essendo $C_p = \frac{5}{2} R$

$$(5') \quad d'Q = - \frac{N h^2}{m} \frac{d\lambda}{\lambda^3} = \frac{N h^2}{2 m} \cdot d \left(\frac{1}{\lambda^2} \right)$$

Il principio, enunciato da Mayer come equivalenza del calore e del lavoro, appare, sotto questo aspetto, come un principio di equivalenza in cui le grandezze che si corrispondono sono una quantità di calore e un reciproco di lunghezza d'onda associata « media » al quadrato.

Veniamo, ora, a scrivere il differenziale dS (variazione entropica) e, con ciò, esprimeremo il 2.° Principio. Abbiamo

$$(6) \quad dS = \frac{d'Q}{T} = \frac{N h^2}{2 m} d \left(\frac{1}{\lambda^2} \right) \bigg/ \frac{N h^2}{3 m R} \cdot \frac{1}{\lambda^2} = \\ = \frac{3}{2} R \frac{d \left(\frac{1}{\lambda^2} \right)}{\frac{1}{\lambda^2}}$$

È conveniente non proseguire in semplificazioni di (6) in quanto da

$$dS = \frac{3}{2} R \frac{d \left(\frac{1}{\lambda^2} \right)}{\left(\frac{1}{\lambda^2} \right)}$$

scaturisce immediatamente, integrando

$$(7) \quad S = \frac{3}{2} R \log \frac{1}{\lambda^2} + \log \beta$$

dove $\log \beta$ è la costante d'integrazione.

Dalla (7) con facili passaggi, abbiamo

$$(7') \quad S = k \log \beta_1 \frac{1}{\lambda^{3N}}$$

dove $k = \frac{R}{N}$ è la costante di Boltzmann, N il numero di Avogadro e la costante β_1 risulta $\beta_1 = \beta^{3N/2}$.

Confrontando la (7) con la celebre relazione di Boltzmann tra entropia e probabilità

$$(8) \quad S = k \log P$$

otteniamo:

$$(9) \quad P = \beta_1 \frac{1}{\lambda^{3N}}$$

o anche

$$(9') \quad P \cdot \lambda^{3N} = \beta_1$$

il che significa che la probabilità termodinamica di stato e la lunghezza d'onda associata « media » di De Broglie sono legate da un'equazione formalmente analoga a quella che lega la pressione e il volume nelle trasformazioni adiabatiche, cioè all'equazione di Poisson.

Ma, lasciando, per ora, le considerazioni statistiche e ritornando alle pure considerazioni termodinamiche, esprimiamo il 2.° Principio. È a tutti ben noto che l'espressione classica del 2.° Principio è:

$$(10) \quad dS \geq 0$$

Ora, essendo, come abbiamo scritto

$$dS = \frac{3}{2} R \frac{d\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)}{\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)}$$

ed essendo $\frac{3}{2} R$ ed $\frac{1}{\lambda^2}$ grandezze essenzialmente positive, ne scaturisce, che, corrispondentemente a (10) sarà:

$$(11) \quad d\left(\frac{1}{\lambda^2}\right) \geq 0$$

il che equivale a scrivere

$$(11') \quad d\lambda \leq 0$$

essendo λ una grandezza positiva. La formula (11') esprime il secondo Principio e in essa la lunghezza d'onda « media » di De Broglie appare come una funzione analoga all'energia libera.

Ma si potrebbe anche osar dire che, riferendosi alla lunghezza d'onda associata come ad una effettiva lunghezza collegata con le « dimensioni » delle particelle, il secondo Principio assumerebbe, allora, il significato di un Principio di contrazione della materia.

Svolgiamo ora, qualche considerazione sul 3.^o Principio. Com'è noto (1), l'annullamento della funzione S non avviene solo per $T=0$, ma in un intervallo $0 \rightarrow T_N$, di cui l'estremo superiore è variabile da sostanza a sostanza. Questo fatto è stato sfruttato dall'autore della presente Memoria in due Note precedenti, nella prima delle quali (2) si istituivano relazioni sulla probabilità termodinamica in rapporto alle proprietà di una massa d'aria e nella seconda delle quali (3) si arrivava a un'espressione riassuntiva non integro-differenziale e non statistico-quantica dei tre Principi della Termodinamica. Abbiamo, dunque, scritto l'espressione assoluta seguente dell'entropia, per la quale rimandiamo alle due Memorie citate

$$(12) \quad S = C_p \log \frac{T}{T_N} - R \log \frac{p}{p_N}$$

dove p_N è il valore della pressione corrispondente al valore T_N della temperatura assoluta, estremo dell'intervallo $0 \rightarrow T_N$ di validità

(1) Vedere, p. es.: J. EGGERTH, *Trattato di Chimica-Fisica ed Elettrochimica*.

(2) A. PIGNEDOLI, *Sulla probabilità termodinamica di una massa d'aria*. « Atti Soc. Nat. e Mat. Modena », vol. LXXIII-1942.

(3) A. PIGNEDOLI, *Una espressione riassuntiva non integro-differenziale e non statistico-quantica dei tre principi della Termodinamica*. « Atti Soc. Nat. e Mat. Modena », vol. LXXIII-1942.

del teorema di Nernst. Detta λ la lunghezza d'onda di De Broglie media in corrispondenza di T e p e detta λ_N la lunghezza d'onda stessa in corrispondenza di T_N e p_N la (12) diventa, successivamente

$$S = \frac{5}{2} R \log \frac{\lambda_N^2}{\lambda^2} - R \log \frac{\lambda_N^2}{\lambda^2} = \frac{3}{2} R \log \frac{\lambda_N^2}{\lambda^2} \quad \text{cioè}$$

$$(13) \quad S = 3 R \log \frac{\lambda_N}{\lambda}$$

La formula (13) esprime il 3.º, Principio della Termodinamica : non solo, ma essa, scritta

$$(14) \quad \frac{\lambda_N}{\lambda} \begin{cases} \text{funzione crescente (cicli irreversibili)} \\ \text{costante} \quad \quad \quad \text{(cicli reversibili)} \end{cases}$$

esprime sinteticamente i tre Principi.

Essa, infatti, equivale a scrivere

$$C_p \log \frac{T}{T_N} - R \log \frac{p}{p_N} \begin{cases} \text{funzione crescente (cicli irreversibili)} \\ \text{costante} \quad \quad \quad \text{(cicli reversibili)} \end{cases}$$

che, come abbiamo scritto in una delle Note precedentemente citate (1) esprime sinteticamente i tre principi della Termodinamica.

Facciamo ora, alcune altre considerazioni statistiche collegate a quelle precedentemente svolte nel corso della presente Nota.

Riprendiamo la relazione di Boltzmann

$$S = k \log P$$

Confrontandola con la (13) abbiamo

$$(14) \quad P = \left(\frac{\lambda_N}{\lambda} \right)^{3N}$$

Dalla (14) e dalla (9) risulta determinata la costante β_1 . Infatti, si ha, per confronto

$$(15) \quad \beta_1 = \lambda_N^{3N} \quad \text{cioè anche} \quad \beta = \lambda_N^2$$

(1) A. PIGNEDOLI, *Una espressione riassuntiva non integro-differenziale e non statistico-quantica dei tre principi della Termodinamica*. « Atti Soc. Nat. e Mat. Mod. », vol. LXXIII-1942.

Vogliamo esaminare le cose anche dal punto di vista seguente: Abbiamo (vedi formula (6))

$$(6') \quad dS = -3R \frac{d\lambda}{\lambda}$$

Ma dalla relazione di Boltzmann (8) si ha:

$$(8') \quad dS = k \frac{dP}{P}$$

Quindi, confrontando (6') e (8')

$$-\frac{3R}{k} \frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{dP}{P}$$

cioè, integrando, tenendo presente che la costante d'integrazione dev'essere, in accordo con quanto è stato precedentemente scritto, uguale a β_1

$$(16) \quad \log P = -3N \log \lambda + \beta_1$$

La (16) formalmente analoga alla legge di Geiger e Nuttall della Radioattività può prestarsi ad un commento: il massimo della probabilità termodinamica P corrisponderà al minimo valore di λ (sistema ideale allo zero assoluto, cioè con le molecole dotate di velocità nulla; infatti, allo zero assoluto, non è $\lambda = \infty$; bensì $\lambda = \frac{h}{mc}$ cioè il valore minimo di λ).

Nello stato in questione è, precisamente, essendo $\beta_1 = \lambda_N^{3N}$ ed essendo $\lambda_N = \lambda_0$

$$(16') \quad \log P = -3N \log \frac{h}{mc} + 3N \log \frac{h}{mc}$$

cioè

$$P = 1$$

in accordo con teorema di Nernst.

2. - Per integrare le considerazioni svolte, può non essere superfluo esprimere la legge fondamentale della Statistica di Boltzmann nonchè quelle delle Statistiche di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac rispettivamente: si tratta, evidentemente, di semplici sostituzioni algebriche.

Chiamiamo N_i il numero delle molecole che cadono nell' i -esima cella dello spazio delle fasi e w_i l'energia (cinetica) di una molecola della stessa cella. Com'è ben noto, si ha

$$(17) \quad N_i = A e^{\frac{-w_i}{kT}}$$

con A costante e k , al solito, costante di Boltzmann. La (17) divenga, secondo il punto di vista esposto nella Nota,

$$(17') \quad N_i = A e^{\frac{-3\lambda^2}{2\lambda_i^2}}$$

dove λ è la lunghezza d'onda associata « media » e λ_i è la lunghezza d'onda corrispondente all'energia w_i .

Analogamente, abbiamo quanto segue.

Secondo la Statistica di Bose-Einstein il numero medio di molecole ρ che occupano uno stato quantico i , detta L_i l'energia cinetica corrispondente è dato dalla formula

$$(18) \quad \rho = \frac{1}{\frac{L_i}{Ae^{\frac{kT}{T}}} - 1}$$

Tale formula diventa:

$$(18') \quad \rho = \frac{1}{\frac{-3\lambda^2}{Ae^{\frac{2\lambda_i^2}{T}}} - 1}$$

Analogamente, la formula corrispondente della Statistica di Fermi-Dirac

$$(19) \quad \rho = \frac{1}{\frac{L_i}{Ae^{\frac{kT}{T}}} + 1}$$

assume la forma

$$(19') \quad \rho = \frac{1}{\frac{-3\lambda^2}{Ae^{\frac{2\lambda_i^2}{T}}} + 1}$$

Veniamo, ora, a svolgere alcune semplici considerazioni sui fatti di degenerazione.

Il fattore di degenerazione del gas di Einstein

$$(20) \quad D = \frac{N h^3}{V (2 \pi m k T)^{3/2}}$$

diventa

$$(20') \quad D = n \alpha \lambda^3$$

con

$$\alpha = \frac{3}{2} \pi \sqrt{\frac{3}{2}} \pi$$

In base alla (20') per il fattore di degenerazione abbiamo l'asserzione: « Il fattore di degenerazione del gas di Einstein è direttamente proporzionale alla densità del gas e alla terza potenza della lunghezza d'onda « media » associata ».

Sotto questo aspetto, il caso $T = 0$ (degenerazione completa) appare nettamente irraggiungibile in quanto, mentre D sale al tendere a zero della velocità molecolare in quanto λ sale, esso precipita qualora si faccia la velocità molecolare uguale a zero poichè λ diventa $\lambda = \frac{h}{m c}$, ciò esprime di nuovo chiaramente uno dei noti aspetti del 3° Principio della Termodinamica cioè l'irraggiungibilità dello zero assoluto.

Il fattore di degenerazione della Statistica di Fermi-Dirac

$$(21) \quad D = \frac{n h^3}{g (2 \pi m k T)^{3/2}}$$

dove g è il numero che esprime la degenerazione del termine fondamentale diventa analogamente:

$$(21') \quad D = \frac{n}{g} \cdot \alpha \cdot \lambda^3$$

Al termine della presente Nota, sono lieto di potere ringraziare sentitamente il prof. Mariano Pierucci per il vivo interesse dimostrato alla medesima.

Modena, Istituto fisico della R. Università

20 novembre 1942-XXI

INDICE DEL VOLUME LXXIII

Presidenza per il biennio 1942-1944	Pag. III
Elenco Soci ordinari	» V
Processi verbali delle Adunanze	» VII
GIORGIO NEGODI — L'effetto di posizione nell'architettura florale nell'anisofillia e sue cause	» 1
Id. — Su dei contenuti delle cellule epidermiche dell'antera e dell'ovulo di <i>Moehringia Tommasinii</i> March.	» 5
MARIO TIRELLI — Ricerche sulla pigmentazione della sierosa nel- l'uovo degli insetti	» 9
CARLO TROMBARA — Ricerche statistiche sulla longevità in adulti di <i>Phylosamia ricini</i> Bsd.	» 17
ENRICO TURCO — Determinazioni chimico-fisico-biologiche in uova di uccelli	» 21
ANTONIO BALLI — Ricerche chimiche ed istochimiche sui grassi del fegato di <i>Bufo vulgaris</i> Laur.	» 26
Id. — Ricerche sull'accrescimento viscerale postnatale in <i>Talpa europaea</i> L.	» 35
ANTONIO PIGNEDOLI — Sulla probabilità termodinamica di stato di una massa d'aria	» 60
Id. — Una espressione integro-differenziale e non statistico-quan- tica dei tre Principi della Termodinamica.	» 66
UBALDO MAGIERA — Considerazioni sopra una cura empirica del- l'aborto infettivo dei bovini	» 70
ANTONIETTA SANTORO — Contributo alla conoscenza cariologica delle <i>Sempervivoideae</i> (<i>Crassulaceae</i>)	» 72
GIORGIO NEGODI — Nuovi studi sull'effetto di posizione nell'archi- tettura florale	» 91
ANTONIO CATTANEO — Determinazioni astronomiche di latitudine, di azimut e di deviazione della verticale eseguite a Casti- glione delle Stiviere, a Desenzano, a Parma nell'estate 1942	» 110
PETRONIO ZAMBONI — Le mucine posseggono in grado eminente una « viscosità di struttura », che si può mettere in evi-	

denza mediante un nuovo apparecchio particolarmente adatto per misurare il tempo di deflusso attraverso capillari di liquidi sollecitati da pressioni diverse	Pag. 129
ITALO VANDELLI e PETRONIO ZAMBONI - L'attività della sulfamide semplice e di alcuni derivati sulfamidici sullo sviluppo del lupino bianco	» 142
Id. Id. — L'acido para-aminobenzoico si può considerare come una auxina capace di stimolare la produzione di radici	» 149
SERGIO BERLINGOZZI e DOMENICO GARILLI — Ricerche sugli aminoacidi rotatori. VIII. - Proprietà delle asparagine enantiomorfe	, » 155
ANTONIO PIGNEDOLI — Su una espressione dei Principi della Termodinamica in funzione della lunghezza d'onda di De Broglie	» 166

ERRATA - CORRIGE

Errata	Corrige
pag. 1, nota 1, riga 3 e 4, Medicina e Biologia. Roma	Rivista di Biologia Perugia
pag. 4 riga ultima Medicina e Biologia. Roma	Rivista di Biologia Perugia



Finito di stampare
il 22 Febbraio 1943 - XXI
