

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXII.

1915

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIV.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1915

cisione delle osservazioni delle stazioni internazionali è molto inferiore a quello che si era ammesso fino ad oggi ».

Questo non dissi, nè potevo dire, essendo ben noto a tutti proprio il grado di altissima precisione delle misure che in quegli Istituti si fecero e si fanno con esemplare severità e serenità scientifica.

Altra cosa, e ben diversa, io dissi; ed essa risulta manifesta a chi legge quelle due mie Note.

Nei riguardi poi delle critiche che il prof. Boccardi accenna, qua e là, sul mio lavoro, non credo di dover in nulla modificare quanto ho fatto e scritto; lascio ai cultori del problema di giudicare sull'attendibilità delle critiche stesse.

Fisiologia. — *Ricerche sugli effetti dell'alimentazione maidica. Contributo alla conoscenza della natura e delle cause del cosiddetto maidismo sperimentale delle cavie.* Nota IX di S. BAGLIONI, presentata dal Socio L. LUCIANI ⁽¹⁾.

Come ebbi a rilevare già nella prima Nota ⁽²⁾ di questa serie di ricerche Bezzola ⁽³⁾ trovò che le cavie sottoposte a dieta alimentare esclusiva di prodotti maidici, muoiono con fenomeni di deperimento generale. In seguito, pur confermando questo risultato, vidi che gli stessi effetti dannosi ha anche l'alimentazione esclusiva con farina di frumento (loc. cit.); non è quindi questa una proprietà specifica del mais.

Ma specialmente le successive ricerche di Axel Holst e Teodoro Frölich ⁽⁴⁾ hanno trovato una larga eco tra i patologi, per aver essi creduto di aver scoperto la causa dello scorbuto umano.

Axel Holst e Teodoro Frölich (1912), alimentando cavie esclusivamente con diverse spece di cereali secchi (frumento, avena, mais, ecc.), oppure con pane, videro, entro circa un mese, morire gli animali con sintomi molto simili allo scorbuto umano (iperemia gengivale, labilità dentaria, emorragie diverse, distacchi epifisari di ossa lunghe, lesioni istologiche caratteristiche del midollo osseo). Mediante alimentazione esclusiva con erbe o sostanze vegetali fresche (cavolo, carote, ecc.), gli animali morivano presentando la

⁽¹⁾ Pervenuta all'Accademia il 3 agosto 1915.

⁽²⁾ Questi Rendiconti, vol. XVII, 1° sem., pp. 609-617 (1908).

⁽³⁾ C. Bezzola, *Beitrag zur Kenntnis der Ernährung mit Mais. I. Einwirkung der Maisfütterung auf Meerschweinchen.* Zeits. f. Hygiene, 56, pag. 75 (1907).

⁽⁴⁾ A. Holst u. Th. Frölich, *Ueber experimentellen Skorbut. Ein Beitrag zur Lehre von dem Einfluss einer einseitigen Ernährung.* Zeits. f. Hygiene, 72, pp. 1-120 (1912). II. *Weitere Untersuchungen über das Konservieren und Extrahieren der spezifischen Bestandteile der antiskorbutischen Nahrungsmittel*, ibidem, 75, pp. 334-344 (1913).

stessa perdita di peso (30-40 per cento), ma senza gli altri sintomi scorbutici. Con la somministrazione di diversi vegetali crudi antiscorbutici, la suddetta malattia poteva essere totalmente, o quasi, impedita, oppure influenzata favorevolmente. Anche da poco bollite agivano tali sostanze ugualmente, sebbene in grado minore. Il disseccamento o la scottatura distruggeva però le proprietà antiscorbutiche di vari alimenti. La causa dello scorbutico deve quindi, secondo Holst e Frölich, ascriversi alla mancanza di certe sostanze chimiche di natura sconosciuta negli alimenti. V. Fürst ⁽¹⁾ continuando le ricerche di Holst e Frölich, ha trovato che le sostanze antiscorbutiche non appartengono ai gruppi delle proteine, dei grassi, degli idrati di carbonio, della cellulosa, nè dei sali in generale, e neanche a quello degli enzimi. Diversi semi inoltre (cereali, piselli, lenticchie), che producono lo scorbutico nelle cavie, perdono tale azione quando cominciano a germogliare. In successive ricerche, Holst e Frölich videro che l'alcool a 80 per cento caldo, mescolato con 1 per cento di acido citrico, scioglie la sostanza antiscorbutica (di natura ignota) del cavolo fresco.

In Italia queste esperienze furono ripetute, variamente modificate, ma essenzialmente confermate da Centanni e Galassi ⁽²⁾, Rondoni ⁽³⁾ e Ramoino ⁽⁴⁾, che cercarono di utilizzarle specialmente nella questione pellagrica, ammettendo in generale che gli effetti dannosi di una tale dieta unilaterale fossero dovuti alla mancanza di sostanze alimentari sconosciute, ma indispensabili (vitamine, merositine ecc.).

Come ho osservato in una recente Memoria riassuntiva ⁽⁵⁾ sull'argomento, nessuno dei ricordati sperimentatori ha però studiato le eventuali modificazioni prodotte, nel ricambio materiale della cavia, dal regime maidico o cereale esclusivo; anzi quasi nessuno ha neppure tenuto conto della quantità di cibo assunto, delle fecce e dell'urina eliminata. Prima di pensare a spiegazioni ipotetiche, quali quelle basate sull'azione di presunte nuove sostanze, si devono evidentemente eliminare quelle basate su dati, da tempo acquisiti e ripetutamente confermati nella nostra scienza.

⁽¹⁾ V. Fürst, *Weitere Beiträge zur Aetiologie des experimentellen Skorbutus des Meerschweinchens*, ibidem, 72, pp. 121-154 (1912).

⁽²⁾ E. Centanni e C. Galassi, *Sul doppio effetto tossico e unilaterale dell'alimentazione maidica*, Sperimentale, 47 (1913).

⁽³⁾ P. Rondoni, *L'alimentazione maidica e il monofagismo*, Pathologica, 7, pp. 191-197 (1915); *Ricerche e considerazioni sul maidismo sperimentale*, Ric. d. Biol. ded. al prof. A. Lustig, pp. 299-314 (1914); *Alimentazione maidica e vitamine*, Sperimentale, 69, (1915); P. Rondoni e M. Montagnari, *Alterazioni istologiche nelle cavie alimentate a mais*, ibidem.

⁽⁴⁾ P. Ramoino, *Contributo allo studio delle alimentazioni incomplete*. III. *Ricerche nelle alimentazioni frugivore*, Pathologica, pag. 185 (1915).

⁽⁵⁾ S. Baglioni, *Sugli effetti dell'alimentazione cereale, specialmente maidica, nell'uomo e negli animali*. Boll. d. R. Accad. medica di Roma, anno 41, fasc. 5-6 (1915).

Fu pertanto che intrapresi le esperienze, i cui singoli risultati esposti nella precedente Nota VIII ⁽¹⁾. Essi mi sembrano dimostrare vari fatti:

1. La durata della sopravvivenza di cavie, sottoposte a dieta maidica esclusiva, dipende in parte dalla quantità di acqua aggiunta alla farina: la cavia I, alimentata con una miscela di farina e acqua in parti uguali, sebbene interrotta per due giorni da alimentazione erbacea, visse per un numero di giorni minore della metà della cavia IV dello stesso peso (a digiuno) e della stessa età, che fu alimentata costantemente con una miscela fatta della stessa farina col doppio di acqua. Credo, pertanto, che una delle cause principali della morte di questi animali alimentati esclusivamente con cereali o sostanze disseccate, dipenda appunto dalla scarsità di acqua che ingeriscono. Nè vale offrir loro acqua da bere, poichè è noto che non bevono acqua spontaneamente. Il loro alimento normale (le erbe fresche) contiene sempre una quantità percentuale molto forte di acqua.

2. L'alimentazione esclusiva con poltiglia di farina maidica e acqua induce, nelle funzioni digestive, notevoli e profonde modificazioni che concernono:

a) la *quantità di cibo assunto giornalmente*; nella I e nella VI cavia, a un primo periodo di pochi giorni, in cui ingerivano quantità abbastanza grande di poltiglia (46-59 gr.), seguì un secondo periodo, molto più lungo, in cui ne ingerivano una quantità più piccola che andò rapidamente diminuendo nella prima, mentre rimase presso che costante (fra 30 e 37 gr.) nella sesta. Minori oscillazioni si ebbero nella quantità di cibo assunto dalla cavia IV. Fortissima differenza presentarono, però, tutte in confronto colla quantità di cibo assunto normalmente in forma di erbe; la cavia III, infatti, sebbene di minor peso, ingeriva quantità oscillanti tra 150 e 250 gr. *pro die*; ossia, almeno tre a cinque volte la quantità assunta dalle cavie I e IV. Questa differenza, che è poi da considerare come il fattore principale dei danni dell'alimentazione maidica in questi animali, credo dipenda probabilmente dal disgusto innato e dal senso di sazietà — anche per volume molto minore di cibo — per tale alimentazione;

b) la *quantità e qualità delle fecce eliminate*; in tutte e tre le cavie alimentate con farina maidica, si notò un primo periodo di alcuni giorni, in cui la produzione di fecce diminuì fortemente o scomparve del tutto; in un secondo periodo più lungo, si eliminavano pochi grammi (1-4) di fecce giallognole o scure, piccole e secche; nel terzo ed ultimo periodo la quantità aumentò (sino a 11 gr. nella IV e 6 nella VI), divenendo più grosse, molli e diarroiche.

3. La detta alimentazione maidica esclusiva induce anche nella secrezione urinaria notevoli e profonde modificazioni che riguardano:

(1) Questi Rendiconti, pag. 213.

a) la quantità dell'urina eliminata giornalmente, che, in media, oscillò tra 10 e 20 cc. nelle cavie I e VI e tra 15 e '38 nella cavia VI. Tale quantità era almeno cinque-dieci volte minore della quantità eliminata dalla cavia III ad alimentazione erbacea, che eliminava quasi sempre più di 100 cc. di urina al giorno;

b) i caratteri fisico-chimici dell'urina, la quale perdeva gli usuali aspetto latteo torbido e colore scuro per divenire chiara e giallognola (tranne gli ultimi giorni, in cui però, per essere le fecce diarroiche, il colorito scuro era forse dovuto a loro inquinamento). Il peso specifico aumentò solo nella cavia I (1030-1036), mentre nelle altre due si mantenne presso che uguale a quello dell'urina della cavia III (1012-1025). Differenza notevolissima mostrò, invece, la reazione chimica, di cui diminuiva il grado di alcalinità sino ad assumere gradi abbastanza elevati di acidità. Mentre, infatti, il grado totale di alcalinità, espresso in cc. della soluzione decinormale di acido ossalico necessari per la neutralizzazione, usando l'acido rosolico come indicatore, dell'urina delle 24 ore della cavia III alimentata con erba, oscillò tra un minimo di 20 e un massimo di 189, mantenendosi nel maggior numero dei casi tra 60 e 80, nella cavia I, durante l'alimentazione maidica, scese a 8, per poi divenire 6 di acidità, nella IV scese, in un primo periodo, da 30 a 1.3 per raggiungere un massimo grado di acidità di 9, e in un periodo successivo ritornare a 3-8 di alcalinità; e nella cavia VI oscillò tra 1.5 e 9. Usando come indicatore la fenoltaleina, si ebbero valori del grado di alcalinità ancora minori e rispettivamente maggiori del grado di acidità, pel noto fatto che la fenoltaleina è sensibile anche agli acidi debolissimi (CO_2). In alcuni giorni (cavia IV e VI) ebbi pertanto differente reazione secondo l'indicatore usato. Nella cavia I osservai, inoltre, che il grado di acidità aumentava nei giorni, in cui l'animale introduceva minor quantità di farina. Molto probabilmente questo mutamento della reazione chimica dell'urina sta a significare un profondo perturbamento dell'intero metabolismo corporeo, caratterizzato da un abnorme produzione di acidi nei liquidi dell'organismo (sangue), ossia da un'acidosi. Le cause di tale acidosi erano forse due. La prima dipendeva probabilmente dall' inanizione parziale, per cui l'animale non assumendo cibo sufficiente, consumava i propri tessuti (ciò si verificò specialmente nella cavia I). Abbiamo ricordato, infatti, che negli erbivori il digiuno trasforma appunto la reazione alcalina dell'urina in acida. La seconda causa era insita nell'alimento maidico, pel fatto che esso contiene minore quantità di sali alcalini delle erbe, o i suoi costituenti (specialmente proteine, grassi e carboidrati) nell'organismo producono un'eccessiva quantità di acidi, o finalmente, ristagnando nel cieco, subisce fermentazioni acide. A favore di quest'ultima ipotesi sta l'osservazione che la poltiglia trovata nel cieco delle cavie, giunte a morte, era commista ad abbondante gas ed aveva reazione

acida. Ricorderò che anche nell'uomo recenti ricerche ⁽¹⁾ hanno dimostrato che l'alimentazione esclusiva cereale (pane di frumento) produce abnorme acidità delle fecce e aumento dell'ammoniaca eliminata coll'urina. Probabilmente i tre accennati fattori concorrono insieme nella produzione dell'acidosi cereale della cavia.

Un'altra alterazione della secrezione urinaria che comparve spesso, verso la fine dell'esperienza, fu l'albuminuria.

4. Un'ulteriore costante e notevole influenza ebbe l'alimentazione maidica esclusiva sul peso del corpo. Tranne un breve periodo iniziale nelle cavie I e VI, in cui il peso aumentò di alcuni grammi, esso diminuì costantemente e gradualmente con deperimento progressivo e generale. La curva della diminuzione del peso fu rapidissima nella I, molto meno rapida nella IV e nella VI. La I morì dopo aver perduto il 36 %, la IV dopo aver perduto il 41 % e la VI dopo aver perduto il 21 % del peso del corpo. Quest'ultima differiva dalle altre, perchè era in via di sviluppo. La III morì dopo aver perduto il 30 %.

5. Le lesioni anatomopatologiche grossolane che potei osservare erano specialmente a carico delle pareti del tubo gastroenterico.

6. Le due cavie (II e V), l'una adulta e l'altra in via di sviluppo, alimentate con farina di frumento, sopravvissero ancora meno delle altre, presentando essenzialmente gli stessi disturbi, ossia scarsa assunzione di cibo (specialmente nella II), arresto della produzione fecale, diminuzione della quantità di urina eliminata, diminuzione della sua reazione alcalina. La II morì dopo aver perduto il 24 % del proprio peso: la V, invece, alimentata con pane, senza diminuire affatto di peso: in questa è però notevole il fatto del quasi completo arresto della produzione fecale.

In base a tutti questi fatti io credo che le cause del cosiddetto maicismo sperimentale delle cavie, ossia dei danni prodotti dall'alimentazione esclusiva col mais non siano da ricercare nella mancanza di nuove ed ignote sostanze alimentari ipotetiche, ma risiedono quasi tutte nelle note proprietà chimiche di questo cereale. Le cavie mantenute artificialmente per lungo tempo con la farina o con le cariossidi maidiche, soffrono e muoiono perchè, in confronto della loro alimentazione abituale (prevalentemente erbacea),

a) introducono una minore quantità di acqua;

b) ingeriscono una quantità di cibo insufficiente a coprire le perdite; si trovano, quindi, in istato di inanizione cronica parziale;

c) questo alimento, per essere forse, in confronto delle erbe, molto meno ricco di cellulosa e di scorie, non favorisce la produzione delle fecce

⁽¹⁾ E. Arderhalden, G. Ewald, A. Fodor e C. Roese, *Versuche über den Bedarf an Eiweiss unter verschiedenen Bedingungen. Ein Beitrag zum Problem des Stickstoffminimums*. Pflügers Arch., 160, pp. 511-521 (1915).

e quindi, ristagnando nel cieco, dà luogo ad abnormi fermentazioni, specialmente acide;

d) producono ed eliminano una quantità di urina molto minore del normale, con costituzione chimica diversa, soprattutto per essere scarsamente alcalina o persino acida;

e) e finalmente il loro metabolismo interno subisce una profonda alterazione, dando luogo probabilmente ad un'intossicazione acida (acidosi).

Tale azione dannosa non è però specifica del mais; altri cereali producono gli stessi effetti. E io credo che anche le cavie su cui sperimentarono i surricordati autori (Holst, Frölich ecc.) alimentandole con cereali secchi, ebbero a soffrire i suddescritti disturbi e morirono per le stesse cause. Le lesioni ossee, constatate da questi osservatori, è noto, possono essere interpretate come effetti di una lenta intossicazione acida; come pure l'azione benefica da loro riscontrata per l'aggiunta di diversi vegetali crudi ecc. può essere facilmente spiegata attribuendola ai loro costituenti noti (acqua, cellulosa, sali alcalini ecc.), senza ricorrere all'ipotesi di sostanze ignote.

E. M.