

DR. LAMBERTO GOLFARI

Istituto di Entomologia della R. Università di Bologna

**Ricerche sull'etologia della *Cydia (Laspeyresia) pomonella* L.
in rapporto coi mezzi usati per combatterla.**

INTRODUZIONE

Uno dei problemi più studiati e discussi nel campo dell'entomologia applicata è quello relativo alla lotta contro la *Cydia pomonella* L., specie cosmopolita, la più dannosa alle colture di Pomacee (¹). A dimostrare il grande interesse che suscita l'argomento sta il grande numero di lavori originali che annualmente si pubblicano in ogni paese del mondo e in tutte le lingue, e che contribuiscono ad allargare sempre più il campo delle nostre conoscenze.

Notevoli progressi sono stati compiuti in proposito nell'ultimo cinquantennio, quando si è visto come il graduale perfezionamento dei metodi di lotta fosse strettamente e indissolubilmente legato alla più accurata e minuta conoscenza del ciclo biologico del Lepidottero. I risultati che si ottengono presentemente con le comuni irrorazioni a base di arseniato di piombo (sostanza questa che nonostante i numerosi difetti che possiede è, per efficacia ed economia, ancora la più conveniente), se si confrontano con quelli spesso incerti e contraddittori di un tempo, possono ritenersi in certe condizioni abbastanza soddisfacenti; in ogni modo molto ancora resta da fare e non pochi aspetti dell'intero problema risultano pur ora dibattuti e controversi. Nello svolgimento delle prove sperimentali vari fattori di carattere etologico ed ecologico, ancora a noi parzialmente sconosciuti ed esercitanti notevoli influenze, contribuiscono spesso a falsare i risultati conclusivi. Nel grande numero delle pubblicazioni capita così, spesso, di notare deduzioni molte volte discordanti e contraddittorie, e come argomentazioni che sembravano sostenute e suffragate da serie prove sperimentali vengano poi irrimediabilmente confutate.

(¹) Solamente nel nostro paese essa arreca annualmente un danno di oltre 100 milioni di lire decimando specialmente la produzione delle mele e delle pere.

Fra le varie lacune sull'argomento è notevole quella relativa alle modalità di manifestazione dell'azione tossica dell'arseniato di piombo sulla larva nata da poco, che rappresenta nel ciclo evolutivo dell'insetto lo stadio maggiormente vulnerabile. Su tale quesito, di fronte al grande numero di prove sperimentali di irrorazioni eseguite direttamente nei frutteti, pochi sono gli studi particolareggiati di laboratorio, nonostante i contributi di SMITH, HALL, HOUGH, GILMER e di altri.

Nel presente lavoro esporrò i risultati delle mie ricerche, volutamente limitate a quel periodo del ciclo dell'insetto che riveste particolare importanza ai fini della lotta, e che va dall'ovideposizione alla nascita delle larve e alla loro penetrazione nei frutti. Queste ricerche sono state eseguite parte in Laboratorio, parte direttamente in vari frutteti nei dintorni di Cesena (Forlì).

Per la bibliografia mi sono limitato a citare e a commentare quei lavori più significativi che direttamente interessano l'argomento trattato.

Colgo l'occasione per esprimere la mia profonda riconoscenza al mio Maestro Prof. G. GRANDI che mi è stato sapiente e premurosa guida nell'intraprendere e nello svolgere le ricerche.

L'ovideposizione.

Ubicazione delle uova. — Sui Meli le uova di *Cydia pomonella* si riscontrano ininterrottamente dal maggio al settembre ⁽¹⁾, dato che le due generazioni annuali dell'insetto finiscono per sovrapporsi e per confondersi. Nonostante questo fatto, in stretta relazione con le condizioni fenologiche della pianta ospite, si nota una notevole differenza di localizzazione per le uova di prima e di seconda generazione; le une vengono deposte in maggioranza sulle foglie (tav. I, 1, 2, 4), le altre specialmente sui frutti ⁽²⁾.

Entrando più addentro nei particolari si nota anche per le uova emesse dalle femmine di prima comparsa una notevole diversità di

⁽¹⁾ Negli anni 1937 e 1938 le prime uova furono trovate nei frutteti rispettivamente l'11 e il 7 maggio, le ultime il 27 e il 18 settembre.

⁽²⁾ Queste modalità dell'ovideposizione erano da tempo conosciute. Vedi ad esempio: **Caesar L.** — *The Codling Moth.* — Ontario Dept. Agric. Bull. 187, 39 pp., 22 figg., Toronto, Canada, 1914; **Buckhurst A. S.** — *The Codling Moth* (*Cydia pomonella L.*). *Its Life-history in England.* — Fruit-Grower, Fruiterer, Florist & Mkt. Gdnr., LII, pp. 642-643, 717-720, 753, 27 figg., London, 1921; **Newcomer E. J., Yothers M. A. and Whitcomb W. D.** — *Control of the Codling Moth in the Pacific Northwest.* — U. S. Dept. Agric., Farm. Bull., n. 1326, 26 pp., 19 figg., 3 tavv., Washington, 1924.

ubicazione sui vari organi verdi della pianta, la qual cosa è dovuta essenzialmente alla maggiore o minore superficie che essi offrono all'ovideposizione, poichè è risultato in maniera evidente che gli insetti non hanno preferenze nell'abbandonare i loro germi in un luogo o nell'altro. In un primo tempo, agli inizi della infestazione, le uova vengono deposte, nella quasi totalità, sulle foglie e non sui frutti che hanno dimensioni quasi trascurabili. Via via che questi ultimi crescono in volume aumenta pure la percentuale dei germi ad essi affidati, mentre in contrapposto decresce il numero delle uova sulle foglie, fino a che in luglio le due quantità tendono ad equivalersi. Da conteggi eseguiti nel 1938 durante 3 periodi distinti, in vari frutteti di Meli, complessivamente su 427 uova, sono risultati i seguenti dati:

UBICAZIONE DELLE UOVA DI PRIMA GENERAZIONE

Epoca	sulle foglie	sui frutti	sui ramoscelli
3 ^a decade di maggio	90 %	3 %	7 %
2 ^a decade di giugno	75 %	22 %	3 %
1 ^a decade di luglio	57 %	41 %	2 %

Eseguido la media aritmetica delle percentuali, risulta che delle uova di prima generazione il 74 % sono state trovate sulle foglie, il 22 % sui frutti ⁽¹⁾ e il 4 % sui ramoscelli. Questi reperti differiscono di poco da quelli di ALLMAN ⁽²⁾, che in Australia (N. S. W.) trovò circa il 74 % delle uova di prima generazione sulle foglie e sui germogli e il 26 % sulle mele. Sulle pere invece, probabilmente in relazione con le maggiori dimensioni che posseggono in quest'epoca rispetto alle mele, le percentuali di uova trovate, sempre in rapporto con quelle deposte sulle foglie, sono state maggiori ⁽³⁾. L'esiguità dei reperti non mi permette però un computo.

Nelle foglie di Melo le uova si riscontrano tanto sulla faccia superiore (tav. I, 2) quanto su quella inferiore (tav. I, 1), sebbene su

⁽¹⁾ LUCCHESI nella Campania ha trovata una minor quantità di uova sui frutti, circa il 10-15 % (Lucchese E. - *Contributi alla conoscenza dei Lepidotteri del Melo. I. Cydia pomonella L.* - Boll. Lab. Zool. Portici, XXX, pp. 323-370, 28 figg., Portici, 1938.

⁽²⁾ Allman S. L. - *The Codling Moth (Cydia pomonella L.)*. - Agric. Gaz. N. S. W., XXXVIII, pp. 551-556, 624-631, 699-706, 861-872, 11 figg., Sydney, 1927.

⁽³⁾ Lo stesso è stato osservato in Francia. Vedi: Paillet A. - *Le ver des pommes et des poires (Les Insectes nuisibles des vergers et de la vigne)*. - 1 vol., 366 pp., 242 figg. (cfr. pp. 111-112), Paris, 1931.

quest'ultima le percentuali siano qualche volta maggiori. Per le foglie di albicocco le differenze sono ancor più notevoli. Sui frutti si osservano in qualsiasi posizione: nei mesi estivi molto spesso in vicinanza dei punti di contatto di due frutti, o di una foglia e di un frutto vicini, e persino sul peduncolo (caso questo non raro per le pere che presentano questa parte piuttosto ingrossata). Si trovano pure sui germogli o sui ramoscelli e rametti di 1-2 anni, generalmente in prossimità dei frutti; qualche volta si sono trovati anche su rami di 3-4 anni, ma questo deve ritenersi un caso poco comune.

In natura le uova vengono deposte generalmente isolate, raramente a 2 elementi avvicinati o parzialmente sovrapposti. Non è raro poi il caso che una stessa foglia o uno stesso frutto ne ospitino 2 o 3. Invece negli allevamenti eseguiti sperimentalmente si sono trovati su alcune foglie gruppi numerosi di germi (Tav. I, 1) emessi da una stessa femmina. Questo dimostra ancora una volta come in cattività le abitudini degli adulti vengano notevolmente modificate.

Fecondità delle femmine. — Il numero delle uova emesse da ogni femmina — reperto questo notevolmente importante ai fini dell'epidemiologia — è in diretta dipendenza di vari coefficienti, alcuni di carattere ecologico quali: la temperatura ambiente, lo stato igrometrico dell'aria, l'intensità del vento ⁽¹⁾, le precipitazioni atmosferiche, ecc.; altri di carattere etologico quali: la possibilità o no di nutrirsi dell'individuo ovidepositante (condizione questa che, come hanno recentemente rilevato BOVEY ⁽²⁾ per la *Cydia funebrana* Tr. e MAERCKS ⁽³⁾ per la *Polychrosis botrana* Schiff., esercita una notevole influenza sulla durata di vita dell'insetto adulto ⁽⁴⁾ e di conseguenza

⁽¹⁾ — — *Diseases, Insects, and other Pests injurious to Plants.* — 6th Bienn. Rep. Dir. Kansas Agric. Expt. Sta. 1930-32, pp. 85-100, Manhattan, Kans., 1932.

⁽²⁾ **Bovey P.** — *Recherches sur le Carposapse des Prunes* Laspeyresia (Grapholita) funebrana Tr. — Rev. Path. vég. Ent. agric. France, Tome XXIV, fasc. 3 et 4, pp. 189-317, 59 figg., 9 tavv., Paris, 1937.

⁽³⁾ **Maercks H.** — *Beobachtungen über Lebensdauer und tägliche Eimenge des bekreuzten Traubenwicklers*, *Polychrosis botrana Schiff.* — Anzeiger f. Schädlingskunde, XI Jahrg., Heft 5, pp. 49-53, Berlin, 1935.

⁽⁴⁾ È risultato infatti da nostre prove che femmine alimentate con liquidi zuccherini depongono un numero di uova ed hanno una durata di vita superiori alla media. Per questo cibo entrambi i sessi dimostrano una spiccata avidità. Quando in allevamento si poneva in loro vicinanza una foglia con sopra goccioline di acqua zuccherata essi raddrizzavano la spiritromba e cominciavano ad assorbire il liquido rimanendo immobili in tale posizione anche per lungo tempo.

La mancata alimentazione, come ha già rilevato MALENOTTI, non pregiudica per nulla la deposizione delle uova (Cfr. **Malenotti E.** — *Quarto anno di osservazioni e di prove sui nemici del melo.* — Italia agricola, 73, n. 8, pp. 591-607, 16 figg.,

sulla sua ovificazione), e infine secondo USPENSKAYA (1) la qualità di cibo consumato dall'insetto nel precedente stato larvale e la temperatura a cui si è sviluppato in esso stadio e in quello pupale.

Negli allevamenti eseguiti, femmine di prima comparsa, neofarfallate, racchiuse con maschi entro piccole gabbie poste direttamente sui rami, hanno deposto ciascuna un numero di uova variante da un minimo di 16 ad un massimo di 87. Recentemente ISELY (2) ha ottenuto da una singola femmina 345 uova; ma questo reperto, pur stando a dimostrare le notevoli capacità formative delle gonadi femminili, rappresenta però un fatto veramente eccezionale. L'ovideposizione da parte delle femmine di prima comparsa può avere inizio il 2°, il 3° o il 4° giorno dallo sfarfallamento e prosegue, con continue oscillazioni nel numero determinate da condizioni climatiche in questo periodo non sempre favorevoli, per circa 1 o 2 settimane, che tale è in genere la durata di vita di queste farfalle. Invece le femmine di seconda comparsa, in relazione principalmente con la più elevata temperatura ambiente, emettono i germi anche il giorno seguente al loro sfarfallamento e presentano un periodo di vita ancor più breve, mentre più considerevole è il numero giornaliero delle uova deposte.

Momento dell'ovideposizione. — Nel maggio 1937, quando la temperatura media del giorno si aggirò intorno ai 17° C., le ovideposizioni furono osservate durante le ore più calde dalle 10 alle 20; in giugno invece, quando la temperatura media oscillò intorno ai 23° C., i germi furono emessi principalmente nelle due ore che rispettivamente precedono e seguono la calata del sole (3). In linea di massima è risultato dalle ricerche che è necessario un minimo di 16° C. perchè abbia luogo l'ovideposizione. La stessa operazione sarebbe notevolmente esaltata ad una temperatura aggirantesi intorno ai 25° C., finchè, secondo ALDEN e YEOMANS (4), subirebbe un arresto al disopra dei 33° C.

Roma, 1936-XIV); anzi, a nostro avviso, è molto probabile che in natura la maggioranza delle femmine emetta i germi senza prendere cibo. In cattività varie femmine sono vissute completamente digiune fino a 2 settimane ed hanno deposto regolarmente le uova.

(1) **Uspenskaya N.** — *Cause delle fluttuazioni nel numero di una popolazione di Cydia pomonella L.* (in russo). — Lenin Acad. Agric. Sci., pp. 277-280, Leningrad, 1936.

(2) **Isely D.** — *Codling Moth Oviposition and Temperature.* — J. Econ. Ent., Vol. 31, n. 3, pp. 356-359, Menasha, Wis., 1938.

(3) In questo stesso periodo del giorno ed anche più tardi furono osservate più volte negli allevamenti coppie di adulti in copula. L'accoppiamento è sempre durato varie ore.

(4) **Alden C. H. and Yeomans H. S.** — *Codling Moth Control in Georgia Apple Orchards.* — J. Econ. Ent., Vol. 21, n. 2, pp. 319-324, Geneva N. Y., 1928.

Le uova appena deposte sembrano piccole goccioline di cera, oblunghe e depresse, misuranti in media mm. 1,30 al diametro maggiore. A pochi giorni dall'ovideposizione (3 o 4 per la prima generazione) si comincia a notare nell'uovo, attraverso il corion molto trasparente, un cerchietto di color rosso vivo (tav. I, 2, 4) che è costituito dalle cellule del tuorlo. Più avanti, verso la fine dell'incubazione, il cerchietto scompare, consumato dalla larva neofornata di cui si cominciano a vedere varie ore dopo, sempre attraverso il corion, il capo e la placca pronotale (tav. I, 1).

Ricordo incidentalmente a questo punto, che delle uova di II generazione raccolte all'aperto nell'estate 1937, una certa quantità (circa il 16 %) erano parassitizzate da un Imenottero Calcide che il Prof. L. MASI, dopo l'esame dei caratteri cromatici, propende ad avvicinare al *Trichogramma cacaeciae* Marchal.

Durata dell'incubazione. — Il periodo di incubazione delle uova ha variato nel biennio 1937-1938 per entrambe le generazioni, da un massimo di 16 giorni (ad una temperatura media ambiente di 15,50° C.) ad un minimo di 5 (ad una temperatura media ambiente di 28° C.). Applicando ai dati intermedi che si posseggono in proposito la formula di AZZI (1): $t(T - c)$, (dove t rappresenta la durata in giorni dell'incubazione; T la temperatura media ambiente (2); c lo zero di sviluppo, che è appunto quella temperatura limite — nel nostro caso uguale a 10° C. (3) — al disotto della quale non esiste sviluppo embrionale), è stato possibile comporre una costante termica teorica oscillante intorno ai 90° C. (4) che esprime la somma di calore necessaria per il

(1) AZZI G. — *Ecologia agraria*. — 1 vol., 237 pp., 95 figg. (Cfr. pp. 183-184). Torino, 1928-VI.

(2) Questo valore si è ottenuto facendo la media aritmetica delle varie temperature medie giornaliere del periodo, le quali a loro volta sono state desunte dalla media aritmetica delle 4 seguenti letture: temperatura minima e massima, alle ore 9 e alle ore 21.

(3) Secondo quanto mi consta gli autori che si sono occupati dei rapporti intercorrenti fra temperatura e sviluppo della *Cydia pomonella* sono unanimi nel considerare lo zero di sviluppo uguale a 50° F. e quindi a 10° C. Vedi a questo proposito: GLENN P. A. — *Relation of Temperature to Development of the Codling Moth*. — J. Econ. Ent. Vol. 15, n. 3, pp. 193-199, 6 tavv., Geneva, N. Y., 1922; SHELFORD V. E. — *An Experimental Investigation of the Relations of the Codling Moth to Weather and Climate*. — Illinois Nat. Hist. Survey Bull., Vol. XVI, Art. V, pp. 309-440, 34 figg., 28 tavv., Urbana, Ill., 1927; BODENHEIMER F. S. und NAIM A. — *Studien zur Lebensgeschichte von Carposapsa pomonella L. in Palästina*. — Anzeiger für Schädlingskunde, VI, n. 7, pp. 73-79, 4 figg., Berlin, 1930.

(4) Applicando la precedente formula pure ai dati desunti dalle pubblicazioni di vari autori, quali GLENN (op. cit.), SPEYER, PRUTHI, ecc., risulta che questa

completo sviluppo embrionale della specie (1). Questa costante termica ci permette di calcolare la durata del periodo d'incubazione essendoci noto l'andamento della temperatura media ambiente (2), e la sua conoscenza ha quindi un'importanza non indifferente ai fini pratici della lotta, quando si voglia far precedere di poco alla nascita delle prime larve l'irrorazione di arseniato di piombo.

La nascita delle larve.

Lo sgusciamiento delle larve. — La nascita delle larve avviene generalmente nella mattina, qualche ora dopo la comparsa del sole. Se la notte precedente è stata fredda lo sgusciamiento è alquanto ritardato, avendo pur luogo, nella generalità, prima delle ore calde. La larva per uscire dal corion produce con le mandibole un taglio laterale di lunghezza tale da consentirle il passaggio del capo che rappresenta la parte più voluminosa del corpo. Nelle operazioni di fuoriuscita impiega in media 4 minuti.

Comportamento delle larve neonate. — Appena sgusciate dall'uovo le larve, lunghe in media 1,4 mm. (fig. 1), mostrano una spiccata vivacità. Se la loro nascita avviene su di una foglia (caso questo che, come abbiamo visto, è il più frequente nella I generazione), esse cominciano a percorrerla in ogni senso e direzione, passando frequentemente da una faccia a quella opposta. La loro progressione si svolge piuttosto

costante s'aggira quasi sempre intorno ai 90° C., andando da un minimo di 85° C. ad un massimo di 95° C. (Cfr. Speyer W. — *Kann sich die Obstmade (Cydia pomonella L.) ausschliesslich von Blättern ernähren?* — *Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft*, Bd. 20, Heft. 2, pp. 183-191, fig. 1, tav. I, Berlin-Dahlem, 1932; Pruthi H. S. — *The Distribution, Status and Biology of Codling Moth (Cydia pomonella L.) in Baluchistan with notes on some other Insects infesting Apples.* — *Indian J. Agric. Sci.*, Vol. VIII, pt. 4, pp. 499-547, fig. 1, 6 tavv., 1 carta, Delhi, India, 1938.

(1) Per semplificare il calcolo nella determinazione della costante termica non si sono tenuti in considerazione i valori relativi all'umidità e all'evaporazione, anche perchè vari autori (vedi ad es., GLENN, op. cit.) li considerano di secondaria importanza.

(2) Di fronte ad alcuni fatti che qualche volta si sono verificati nel corso degli allevamenti, come una non indifferente diversità di durata del periodo d'incubazione per uova deposte vicine sulla stessa faccia di una foglia da un'unica femmina e nell'identico periodo di tempo — fatto questo che viene a menomare il valore dei reperti precedenti — non è possibile per il momento tentare una spiegazione soddisfacente. Probabilmente fattori microclimatici legati alla vita dell'embrione e i cui elementi sfuggono per il momento alla nostra valutazione, contribuiscono a determinare queste variazioni.

disordinatamente, in apparenza senza una meta fissa: infatti spesso si muovono in una data direzione, poi, facendo un improvviso voltafaccia, per la via precedentemente percorsa ritornano nella posizione iniziale o in prossimità di essa ⁽¹⁾. Questi rapidi spostamenti sono poi alternati con improvvise soste, durante le quali l'insetto si ripara, se è ancora sulla foglia, in prossimità della nervatura principale della faccia inferiore, o, se nel frattempo è riuscito a raggiungere il ramo, all'ascella di una gemma, o sotto una squama, o nelle screpolature prodotte dagli attacchi della *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., o infine, se si trova sul frutto, nella depressione intorno al picciolo, o alla base del calice, o fra i sepali di esso. Alla fine di tali pause, la cui durata può variare da qualche minuto a qualche ora, le larve riprendono a muoversi velocemente sui vari organi.

Seguendo i piccoli bruchi nei loro movimenti si è visto come nel rapido girovagare spesso si arrestino improvvisamente e dopo aver piegato verso l'alto la parte anteriore del corpo, l'abbassino facendo strisciare direttamente il capo sull'epidermide del supporto (sia esso una foglia, un frutto, un ramo) probabilmente per fissare ad un dato sostegno (come un pelo della foglia, o una piccola sporgenza) un sottile filo di seta che nel frattempo emettono e che frequentemente si nota in loro vicinanza. Questo comportamento, per cui le parti ventrali del capo (palpi mascellari e labiali, papilla sericipara, ecc.) vengono a strofinare direttamente sulla epidermide degli organi, può avere, come vedremo, una notevole importanza ai fini pratici della lotta, nel caso in cui il vegetale sia stato precedentemente spruzzato con arseniato di piombo.

La capacità di locomozione delle larve neonate è certamente notevole. Siccome si è calcolato che in un minuto primo possono percorrere fino ad un tratto di 6 cm. (con una media di cm. 3), è facile desumere che nell'intervallo di tempo che va dalla loro nascita alla penetrazione nel frutto (periodo questo che nelle nostre ricerche ha variato da 12 minuti a 5 giorni) possano compiere, nonostante le soste, un cammino totale di notevole entità, pur distando in genere il luogo di nascita da quello di penetrazione solamente pochi centimetri. Anche questo comportamento ha una sensibile importanza a riguardo della difesa artificiale dei frutti, perchè più lungo è il periodo di vita

(1) A questo proposito HALL si esprime molto propriamente: «the larvae wander in a haphazard, zigzag or circling manner, frequently travelling several times over the same lines in the same or opposite directions» (Cfr. HALL J. A. — *Observations on the Behaviour of Newly Hatched Codling Moth larvae.* — Canad. Entom., Vol. LXVI, n. 5, pp. 100-102, Orillia, Canada, 1934.

ectofitica dell'insetto e maggiore è la probabilità che esso finisca per soggiacere all'azione tossica del veleno.

Erosioni superficiali prodotte dalle larve sulle foglie. — In quel periodo di vita che precede la penetrazione nella polpa del frutto, la larva di solito non produce erosioni sugli organi verdi, se si escludono quelle cagionate sui sepali del calice e di cui diremo in seguito. Non raramente però si sono osservate in natura alcune larve fissate sulla faccia inferiore di una foglia, in prossimità della nervatura principale, intente a scavare una sorta di galleria sotto la peluria della lamina e poi a rodere l'epidermide inferiore e il parenchima rispettando l'epidermide opposta. Le particelle vegetali erose e appena masticate vengono ributtate dal piccolo bruco, senza essere ingerite, e abbandonate ai lati del corpo, dopo essere state legate e fissate fra di loro e all'epidermide della foglia con un fitto intreccio di sottili fili di seta. In natura questo comportamento di solito non dura a lungo (è stato notato da qualche minuto a qualche ora dalla nascita). Solo in casi rari si sono osservate larve di *Cydia pomonella*, che dalle loro dimensioni si poteva arguire fossero nate da 3 o 4 giorni, stazionare ancora sulle foglie producendo varie erosioni. In tal caso le particelle rosicchiate del mesofillo non vengono ributtate, ma costituiscono il nutrimento dell'insetto.

Possibilità di vita a spese delle foglie. — A questo punto ci troviamo di fronte ad una questione molto dibattuta, specialmente per i riflessi che essa può esercitare sulla lotta artificiale, ed a riguardo della quale vari autori si sono addirittura schierati in due campi opposti: le larve di *Cydia pomonella* possono o no in natura raggiungere la maturità e quindi trasformarsi in adulti nutrendosi di sole foglie? I miei reperti mi permettono di supporre, d'accordo con LUCCHESI (1), che tale esclusiva alimentazione non sia sufficiente. È vero che alcuni autori, quali SPEYER (2), KÜTHE (3) e BOVEY (per la *Cydia funebrana* (4)), con allevamenti in laboratorio, sono riusciti nell'intento, ma le nostre prove eseguite direttamente nei frutteti, e quindi in condizioni naturali, sono sempre fallite a qualche giorno dall'inizio. A più riprese, seguendo gruppi di una decina di larve, fatte nascere appositamente

(1) LUCCHESI E. — Op. cit. a pag. 43.

(2) SPEYER W. — Op. cit. a pag. 47. Cfr. pp. 183-191.

(3) KÜTHE K. — *Zur Biologie und Bekämpfung des Apfelwicklers* (Carpocapsa pomonella L.). — Zeitschr. f. angew. Entomologie, Bd. XXIV, Heft 1, pp. 129-144, 6 figg., Berlin, 1937.

(4) BOVEY P. — Op. cit. a pag. 44. Cfr. pp. 284-285.

su rami di Melo privi di frutti, ho veduto che alcune sono morte dopo 2, 3, 4 giorni, da quando avevano cominciato a nutrirsi del parenchima, e che le più sono andate disperse senza che sulle foglie, le quali nel frattempo venivano continuamente osservate, si notassero ulteriori erosioni. A maggior riprova di quanto è sostenuto precedentemente riferisco un reperto abbastanza significativo, che sta a dimostrare come le larve, piuttosto che adattarsi ad un alimento di foglie, preferiscano andare alla ricerca del frutto, anche quando questo si trovi a notevole distanza. Su un ciuffo di 3 foglie inserite sul ramo di una pianta di Melo si riuscì a far deporre in 2 giorni da 4 femmine di *Cydia pomonella* (ivi tenute in allevamento entro un comune isolatore a manicotto di tela metallica e garza, il quale fu poi tolto) complessivamente 35 uova, dalle quali, dopo un'incubazione variabile da 6 a 8 giorni, sgusciarono le larve. Di esse, ben 28 riuscirono entro 3 giorni a raggiungere l'unica mela situata sullo stesso ramo e distante dal loro luogo di nascita da 87 a 93 cm. ⁽¹⁾ Questo frutto raccolto dopo qualche giorno presentava 25 diversi fori di penetrazione distribuiti in tutta la superficie. Delle rimanenti larve 3 furono trovate su l'acqua contenuta in un vasto recipiente posto appositamente al disotto del ramo, e 4 andarono perdute; in ogni modo per vari giorni ci si assicurò che esse non vivessero per caso a spese delle foglie o minando i teneri germogli.

La penetrazione nel frutto.

Luoghi d'entrata nel frutto. — Poichè il frutto rappresenta per le larve l'alimento indispensabile per raggiungere la maturità, è ovvio che esso eserciti sugli insetti neonati, in movimento alla ricerca del cibo, una notevole forza di attrazione. A prova di ciò conviene ricordare il fatto, osservato, di larve che sgusciate da uova deposte su foglie in vicinanza di frutti, i quali per una causa fisiologica caddero, riuscirono a raggiungerne altri, attaccati a differenti rami anche distanti.

La penetrazione nel frutto può avvenire in qualsiasi punto della sua superficie: quindi o nella cavità calicinare o di fianco o nella depressione intorno al peduncolo. La conoscenza delle percentuali d'entrate attraverso queste tre differenti vie ha, come si vedrà più tardi, notevole importanza nell'applicazione dei mezzi di lotta. Purtroppo sulla questione di queste percentuali regna la massima discordanza fra i vari ricercatori. Da una parte i vecchi autori americani sostengono

⁽¹⁾ La distanza percorsa è certamente notevole se si mette in relazione con le piccole dimensioni delle larve.

che forte è il numero delle larve neonate di I generazione che penetrano attraverso il calice (SIMPSON 81 % ⁽¹⁾, SLINGERLAND 75 % ⁽²⁾, SANDERSON 66 % ⁽³⁾, ecc.); dall'altra gli odierni autori nord-europei riportano percentuali notevolmente inferiori (FÁRI 18,4 % ⁽⁴⁾, MINKIEWICZ 4,9-11,4 % (per entrambe le generazioni) ⁽⁵⁾, ZOLK 8 % ⁽⁶⁾). Fra questi due estremi numerosi sono i dati intermedi riportati da vari autori che tralascio di ricordare. Tali discordanti reperti trovano la loro logica spiegazione principalmente nelle differenti condizioni di luogo e di tempo in cui furono compiute le ricerche. La latitudine e l'altitudine del luogo con le relative condizioni di temperatura, l'umidità, la luce; il non parallelismo di sviluppo fra insetto e pianta; le differenti varietà di frutti aventi ciascuna una particolare costituzione del calice e infine la posizione stessa del frutto eretta o pendula, sono tutte condizioni che possono determinare notevole divario nei reperti. Anche da parte nostra conteggi eseguiti in questi ultimi anni hanno dato risultati vari. Nel 1937 e 1938 le prime larve della generazione primaverile raggiunsero la polpa del frutto, per il calice, in notevoli proporzioni: rispettivamente il 75 % e l'82 %. Nel 1939 invece, da conteggi eseguiti verso la fine della primavera si ebbe una percentuale di entrate, per il calice, notevolmente inferiore (33 %); ma ciò fu dovuto presumibilmente alle eccezionali condizioni meteorologiche. Infatti, in seguito alle continue piogge che caddero per tutto il mese di maggio ed oltre e che determinarono una temperatura media giornaliera piuttosto bassa (circa 14,3° C.), la comparsa degli adulti di *Cydia pomonella* fu alquanto ritardata ed ebbe inizio quando già i frutti avevano dimensioni considerevoli e quelli derivati dalla stessa infiorescenza aderivano ormai gli uni agli altri. Per questo stato di cose la penetrazione attraverso il fianco del frutto fu evidentemente preferita dalle larve neonate.

(1) Simpson C. B. - *The Codling Moth*. - U. S. Dept. Agr., Div. Ent., Bull. 41, 105 pp., Washington, 1903.

(2) Slingerland M. V. - *The Codling Moth*. - New York Agr. Exp. Sta., Cornell Bull. 142, 69 pp., 1898.

(3) Sanderson E. D. - *Report of the Entomologist*. - Delaware Agr. Exp. Sta., 13th Ann. Rpt., pp. 172-195, 1902.

(4) Fári L. - *Contributo alla biologia del «Verme delle mele» in Ungheria e al modo di combatterlo*. (in magiaro). - Borász. Lapok 16, 32 pp., 8 tavv., Budapest, 1935.

(5) Minkiewicz S. - *Pewne obserwacje nad biologią owocówki jabłkównki w r. 1937*. - (Sprawoz. konfer. zjazd. spraw. ochr. roślin.) Roczn. Ochr. Rośl. 5, fasc. 4, pp. 173-174, Putawy, Polonia, 1938.

(6) Zolk K. - *Apfelwickler (Cydia pomonella L.) und einiges über seine Bekämpfung*. - Mitt. Verssta. angew. Univ. Ent., Tartu, n. 28, 15 pp., 6 figg., Tartu, Estonia, 1933.

Penetrazione per il calice. — Pervenute sul frutto, le larve lo percorrono in ogni senso, raggiungendone poi la porzione distale che esplorano accuratamente alla ricerca di un luogo conveniente per la penetrazione. Tutta la regione del calice — compresi il solco più o meno profondo che circonda la base esterna dei sepali e le stesse appendici calicinarie — viene minutamente esplorata. In breve tempo gl'insetti finiscono per arrivare all'estremità dei sepali e penetrano nelle piccole fessure che gli stessi formano avvicinandosi gli uni agli altri durante il continuo ingrossamento del frutto.

Prima di arrivare alla coppa del calice le larve stazionano varie ore sui sepali praticando nel parenchima della faccia interna di essi delle erosioni più o meno superficiali. Il materiale eroso dapprima viene ributtato, ma in seguito è ingerito. I primi tentativi di penetrazione nella polpa del frutto da parte dei piccoli bruchi nascosti entro la cavità calicinaria sono stati da noi osservati generalmente almeno ad un giorno dalla loro nascita, ma non è raro il caso di trovare larve di 6 o 7 giorni ancora libere sulla coppa del calice. In Svizzera WIESMANN⁽¹⁾ ha osservato larve di dieci giorni di vita intente a rodere il lembo interno dei sepali e quindi non ancora penetrate nel frutto.

L'inizio dell'opera di escavazione nel mesocarpo può aver luogo tanto sul fondo del ricettacolo quanto sui margini di esso, e in questo caso proprio sotto la base dei sepali. Durante la penetrazione nella polpa del frutto le larve spingono indietro, fuori dalla galleria, le loro deiezioni, che insieme a quelle emesse precedentemente finiscono per infarcire tutta la cavità del calice.

Penetrazione attraverso l'epicarpo. — Il comportamento sopra descritto è tipico per una buona parte delle larve di prima comparsa. Per le rimanenti della prima generazione e, specialmente, per quelle della seconda, il processo di penetrazione è molto più rapido e può avvenire, come si è visto, in un punto qualsiasi della superficie dei frutti⁽²⁾.

La larva, scelto un luogo conveniente, comincia ad intaccare la parte esterna del frutto affondando ritmicamente nell'epicarpo l'estremità delle mandibole. In questo modo pratica due incisioni delimitanti una piccola particella di tessuto che viene scissa lateralmente, divelta alla

⁽¹⁾ **Wiesmann R.** — *Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Obstmade (Carpocapsa pomonella L.) in den Jahren 1926-27.* — Schw. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau, n. 26, pp. 508-519, Wädenswil, Svizzera, 1927.

⁽²⁾ Quando i frutti già sviluppati aderiscono gli uni agli altri o a foglie vicine, è molto facile che la penetrazione avvenga in vicinanza dei punti di contatto fra frutto e frutto, o fra frutto e foglia.

base, e infine abbandonata poco lontano sulla superficie della cuticola. Durante il distacco di ogni singolo brano di tessuto, compiuto a mezzo dell'azione alternata delle due mandibole, il capo viene spinto dall'alto in basso e in seguito spostato alternativamente da un lato o dall'altro. Da osservazioni eseguite si è visto come la rimozione definitiva di ogni particella richieda da 20 a 30 di queste serie di movimenti consecutivi. In definitiva le mandibole compiono un lavoro di distaccamento, strappamento e compressione del tessuto. È ovvio che agli inizi della penetrazione il procedimento di escavazione sia piuttosto lento e difficoltoso, data la maggior resistenza opposta dagli strati inspessiti della cuticola rispetto a quelli della polpa.

Procedendo nella sua opera di erosione la larva (fig. I) viene a produrre dapprima una piccola escavazione ad apertura subcircolare, avente dimensioni poco superiori a quella del suo capo, poi continua a scavare in profondità penetrando gradualmente nel foro con la parte anteriore del corpo. Ad intervalli essa solleva poi il capo dalla cavità ed abbandona regolarmente ai margini di essa le particelle di tessuto. Le mie osservazioni a questo proposito confermano ciò che era stato osservato da vari autori, che cioè molto probabilmente nessuna delle prime particelle distaccate viene ingerita.

Il primo a soffermarsi su questo piccolo ma importante particolare fu l'americano CARD ⁽¹⁾ nel 1897. In seguito per parecchi anni il reperto non fu preso in considerazione dai successivi autori, finché nel 1926 R. H. SMITH ⁽²⁾ lo mise di nuovo in evidenza. Ciò servì a far sorgere l'erronea supposizione che era inutile spruzzare i frutti con arseniato di piombo se la larva ributtava le particelle strappate dall'epidermide senza ingerirle. Fortunatamente le prove di laboratorio svolte dallo stesso SMITH e in seguito da GILMER ⁽³⁾ riuscirono a dimostrare in modo irrefutabile che il veleno finiva per raggiungere l'intestino degli insetti anche se essi non prendevano il cibo ⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Card F. W. — *Observations on the Codling Moth.* — Nebraska Agr. Exp. Sta., Bull. 51, 50 pp., 1897.

⁽²⁾ Smith R. H. — *The Efficacy of Lead Arsenate in Controlling the Codling Moth.* — Hilgardia, Vol. 1, n. 17, pp. 403-453, 19 figg., 15 tavv., Berkeley, California, 1926.

⁽³⁾ Gilmer P. M. — *The Entrance of Codling Moth Larvae into Fruit, with special Reference to the Ingestion of Poison.* — J. Kans. Ent. Soc., Vol. VI, n. 1, pp. 19-25, McPherson, Kans., 1933.

⁽⁴⁾ Entrambi gli autori procedettero nel modo seguente. Dopo aver posto su alcune mele precedentemente ricoperte con varie sostanze coloranti, numerose larve neonate, e dopo aver aspettato che esse fossero interamente penetrate nel frutto, ne fecero la dissezione, trovando su una forte percentuale di esse tracce di colore nel canale alimentare.

Le spiegazioni che si dettero del fenomeno non furono molto convincenti. Non lievi difficoltà si incontrano infatti quando si voglia indagare come avvenga l'assorbimento del veleno. Da nostre osser-

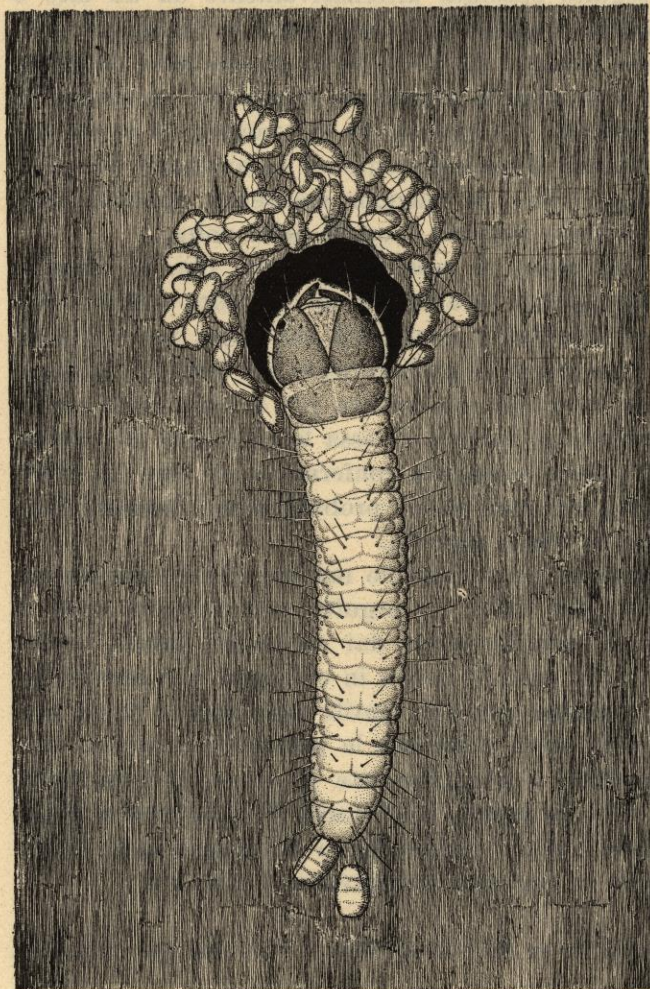


FIG. I.

Larva neonata di *Cydia pomonella* L. che inizia la penetrazione nel frutto attraverso l'epicarpo. Intorno al foro di scavo sono visibili le particelle di tessuto distaccate. Ingrandimento 53 diametri.

vazioni, compiute con l'ausilio del binoculare, è risultato che agli inizi dell'escavazione le particelle, che vengono distaccate per gradi, rimangono frattanto incastrate fra le due mandibole e subiscono quindi una doppia compressione laterale che provoca lo schiacciamento delle cellule del tessuto e la relativa fuoriuscita del contenuto cellulare. Questo liquido viene totalmente assorbito dalla larva, e penetrando nel canale alimentare è probabile trasporti con sé piccoli residui di arseniato di piombo, quando naturalmente la mela abbia avuto preventivamente l'epidermide spruzzata col veleno.

Inoltre la pur breve permanenza nella cavità boccale dell'insetto dell'estremità prossimale del brano che viene strappato può far sì che un piccolo quantitativo di veleno rimanga aderente alle pareti interne

dell'apparato boccale. Le particelle distaccate (fig. I), di forma allungata e ridotte al costituente cellulosico, vengono accumulate lungo l'orlo del foro e continuamente legate le une alle altre con un fitto intreccio di fili di seta secreti dalla larva che, per tale scopo, arresta ad intervalli l'opera di penetrazione.

Raggiunta in profondità la polpa del frutto l'insetto comincia ad inghiottire qualcuna delle particelle distaccate finché, più tardi, questa diventa una pratica normale. La fuoriuscita dei residui fecali della vita embrionale si è notata anche a 15 minuti (in media a mezz'ora) dall'inizio della penetrazione. Poco tempo dopo viene emessa la prima deiezione della vita larvale che è costituita dalle particelle degluite che hanno attraversato piuttosto velocemente il canale digerente. Tali feci, contenendo una certa percentuale di acidi organici, appena esposte all'aria acquistano una colorazione molto scura. Quando la larva ha compiuto in profondità un'escavazione tale da consentirle la penetrazione dell'intero corpo, rivolta il capo verso l'esterno e comincia a filare sopra il foro d'apertura un complicato reticolato di seta che finisce per conglobare insieme le particelle di erosione e le poche deiezioni emesse (in media da 4 a 7).

Esternamente l'apertura della galleria viene così occultata da un accumulo di rosime. Il tempo richiesto per la penetrazione nel frutto, cioè quel periodo che va dall'inizio dell'escavazione da parte della larva alla sua scomparsa nella polpa, varia a seconda della resistenza opposta dalla cuticola, a seconda della temperatura, della forza e del vigore dell'insetto (1). Il minor tempo occorso fu di 24 minuti; la media si aggirò da mezz'ora ad un'ora; il maggior tempo fu di quasi 4 ore.

Cause che stimolano o ritardano l'entrata. — La durata del periodo in cui la larva neonata erra sulla superficie dei vari organi, prima di penetrare nel frutto, è in diretta dipendenza di vari fattori, dei quali i principali sono:

La temperatura. — Si è osservato che nei mesi più caldi, quali luglio e agosto, aventi una temperatura media giornaliera piuttosto alta, la penetrazione nel frutto era notevolmente accelerata e poteva aver inizio anche dopo una decina di minuti dallo sgusciamento. Al contrario, nel mese di maggio con basse temperature medie, la penetra-

(1) **Hough W. S.** — *Colorado and Virginia Strains of Codling Moth in relation to their Ability to Enter Sprayed and Unsprayed Apples.* — Journ. Agric. Research, Vol. 48, n. 6, pp. 533-553, 1 fig., 12 tavv., Washington, 1934.

zione aveva luogo sempre a parecchie ore dalla nascita e talvolta avveniva anche dopo vari giorni.

La luce. — Sembra che la luce diretta eserciti sulle larve un forte stimolo inducendole ad affrettare la penetrazione. A sostegno di questo reperto si è osservato più volte che la penetrazione delle larve stazionanti su mele esposte alla luce solare avveniva sempre in minor tempo di quella delle larve trovate su mele in ombra.

L'umidità e l'evaporazione. — Risulta che una bassa umidità relativa ed una rapida evaporazione, condizioni queste che si verificano specialmente durante i mesi estivi, determinando in breve tempo una certa perdita di acqua dal corpo delle larve, stimolano queste ad accelerare la penetrazione.

L'azione tossica dell'arseniato di piombo.

Avvelenamento delle larve nella fase vagante. — Allo scopo di poter stabilire se e in che modo l'arseniato di piombo agisca sulle larve neonate che prima della penetrazione si aggirano strisciando per vario tempo sulle foglie e sui frutti avvelenati, senza praticare erosione alcuna, fu eseguita la seguente prova sperimentale. Si scelsero nel frutteto 5 rametti di Melo portanti ognuno 2 frutti e numerose foglie, e aventi dimensioni pressapoco simili, e, dopo averli tagliati, si immerse la estremità di ciascuno in una bottiglietta d'acqua che si pose al centro di un ampio recipiente pure pieno d'acqua. I rami furono poi spruzzati con una sospensione di arseniato di piombo ⁽¹⁾ a dose normale (0,5 %). Il giorno seguente, nelle prime ore del mattino, via via che le prime larve di *Cydia* sgusciano, da uova tenute in incubazione entro capsule Petri, venivano portate a mezzo di un pennello a setole finissime direttamente sulle foglie dei rametti e attentamente osservate nei loro movimenti. Nella prova, che durò tre giorni consecutivi, si utilizzarono complessivamente un centinaio di larve neonate. Siccome lo scopo prefissoci era quello di stabilire se l'arseniato potesse essere assorbito dagli insetti rimasti a digiuno, si ebbe cura di togliere di mezzo tutti quelli che praticavano piccole erosioni sulle foglie e sui frutti o che tentavano la penetrazione entro quest'ultimi. Dopo sette ore dall'inizio della prova, delle larve che erano rimaste e che non avevano assolutamente preso cibo, il 9 % erano morte e il 22 % manifestavano, col loro andare lento ed indeciso e col colore più scuro

⁽¹⁾ Si usò un comune tipo commerciale di arseniato di piombo acido (bimetallico - $Pb H As O_4$) avente un tenore in anidride arsenica ($As_2 O_5$) di 30-32 %.

del corpo, indubbi segni di intossicazione; tutte queste ultime morirono infatti alla fine del giorno o in quelli seguenti. L'esperimento, che provocò fra esse una mortalità del 31%, non si potè continuare oltre la settima ora perchè ormai tutte le sopravvissute tentavano di rodere gli organi verdi.

Non è facile dare una spiegazione del modo come l'arseniato raggiunga l'intestino dell'insetto. È stato osservato che quando la piccola larva procede strisciando sui vari organi verdi, fissa continuamente sull'epidermide di essi un filo di seta per cui è costretta ad abbassare ad intervalli il capo sul supporto; inoltre la secrezione del filo e il suo fissaggio implicano un continuo lavoro delle parti boccali che forse perciò risultano continuamente bagnate. Dopo qualche tempo da che la larva si aggira strisciando sulle foglie e sui frutti avvelenati essa presenta il corpo più o meno impolverato di tossico e porta in special modo aderenti alle mandibole, alle mascelle e ai palpi numerosi grumi di veleno. Si può ora avanzare l'ipotesi che nel continuo movimento delle parti boccali qualche piccola particella di arseniato possa venire assorbita.

Sull'effetto finale di questo insetticida per ingestione, si è occupato PILAT⁽¹⁾, il quale ha osservato con esami istologici che l'arseniato determina sugli insetti la disgregazione e la distruzione dell'epitelio mesenteriale. Recentemente BALACHOWSKY⁽²⁾ ha ammesso che il veleno possa essere assorbito non solo per via orale ma anche per via cutanea.

Avvelenamento durante la penetrazione. — La seguente prova sperimentale fu eseguita per stabilire come l'arseniato protegga i frutti dagli attacchi dei piccoli bruchi che tentano di penetrare nella polpa attraverso l'epicarpo.

Si raccolsero dalla pianta dieci mele aventi pressapoco un diametro di 5 cm. e, dopo averne tappato il calice e la depressione del picciolo con cera (questo per impedire la penetrazione delle larve attraverso tali vie), si sospesero, con un filo legato al gambo, a diversi supporti.

(¹) **Pilat M.** — *Studio istologico sugli effetti dei tossici nel tubo alimentare degli Insetti* (in russo). — Lenin Acad. Agric. Sci. — Plant Protection, III Series (Control Meas. Impl.), n. 7, pp. 79-91, Leningrad, 1936.

(²) **Balachowsky A. et Mesnil L.** — *Les Insectes nuisibles aux plantes cultivées.* — Cfr. pag. 146, Paris, 1935.

Balachowsky A. — *Le Carpocapse ou « Ver des Pommes » en France. Nouvelles données biologiques et méthodes de lutte.* — Journ. Lutte Chimique c. ennemis d. cultures, vol. 38, n. 4-bis, 12 pp. (cfr. pag. 10), Paris, 1937.

Allo scopo di poter costituire sui frutti una copertura tossica continua la comune sospensione di arseniato di piombo fu mescolata con una emulsione concentrata di olio lubrificante bianco ⁽¹⁾ alla dose dell'1%. Il giorno seguente appena gli insetti nascevano venivano portati direttamente sulle mele avvelenate. A poche ore dall'inizio dell'esperimento si notò già una discreta percentuale di mortalità fra le larve che tentavano di forare la buccia. Per aver dati maggiormente attendibili sull'efficacia dell'arseniato, in questa prova si aspettarono 4 giorni prima di compiere il conteggio delle larve che erano riuscite a penetrare senza danno nella polpa dei frutti; questo perchè in una precedente ricerca era risultato che l'arsenico svolge la sua azione letale sugli insetti anche parecchie ore dopo l'ingestione. Delle 85 larve poste sulle mele ne sopravvissero 23; si ebbe quindi una mortalità circa del 73 %. Poichè le larve, come si è visto precedentemente, non si nutrono delle particelle erose e masticate, ma ne ingeriscono solo il contenuto cellulare, è probabile che la intossicazione avvenga durante l'assorbimento di questo liquido che può essere vettore di piccole particelle di veleno.

Se si passa dal campo sperimentale a quello pratico si vede che in natura la massima mortalità delle larve sulle piante avvelenate si verifica di solito o durante la fase vagante o nella penetrazione attraverso la buccia (caso questo più frequente) oppure dalla concomitanza di queste due condizioni. L'intossicazione può avvenire però anche in altre maniere, come nei casi in cui le larve, prima di penetrare nella polpa del frutto, producono erosioni più o meno profonde sulla buccia del medesimo, o sull'epidermide delle foglie, o sulla faccia interna dei sepali del calice.

Considerazioni sull'efficacia dell'arseniato di piombo. — Dalle ricerche descritte nei capitoli precedenti è scaturito un fatto di un certo rilievo e cioè la efficacia relativa dell'arseniato di piombo. Se si considera inoltre che in una prova sperimentale la spruzzatura di veleno sui frutti e sulle foglie si può eseguire con una certa accuratezza e preci-

(1) Un litro di emulsione concentrata era costituito per l'85 % di olio minerale bianco (che all'esame della viscosità risultò di 72 secondi Saybolt ad una temperatura di 37,5° C.), e per il 15 % di solforicinato di ammonio che fu aggiunto come sostanza emulsionante. Nella determinazione della viscosità ci si servì della graduazione più comunemente usata. Per le altre caratteristiche dell'olio minerale, vedi: **Golfari L.** — *La Carpocapsa delle mele* (*Cydia pomonella L.*) e *la Tignola del Melo* (*Hyponomeuta padellus L.*). — R. Osserv. Fitopat. Ist. Ent. R. Univ. — Circolare n. 4, pp. 1-12, 1 tav., Bologna, 1938-XVI.

sione come logicamente è difficile si possa verificare nei frutteti, vien fatto di pensare che nelle condizioni di quest'ultimi la mortalità provocata dall'arsenico sulle larve sia ancora più bassa. A questo proposito CUTRIGHT (1) dichiara, dopo undici anni di studi ed esperienze sulla *Cydia pomonella*, che le migliori pratiche di lotta contro questo insetto finiscono per distruggere appena una metà delle sue popolazioni.

Non è ben chiaro perchè l'arseniato, anche se ingerito dalle larve, non ne determini sempre la morte. Si può supporre che esso, data la sua quasi totale insolubilità, possa in determinate condizioni attraversare il canale alimentare senza essere assorbito. D'altra parte HOUGH (2), WEBSTER (3), HOUSER (4) ammettono che gli insetti abbiano acquistata gradatamente una arsenico-resistenza, variante fra le stirpi esistenti nelle diverse regioni.

Fortunatamente ad aumentare la mortalità fra le larve neonate, già provocata dall'arseniato, concorrono in maniera più o meno notevole numerose cause nemiche naturali, quali: predatori particolarmente attivi, condizioni meteoriche avverse (pioggia, vento, alte temperature). Ad esse si aggiunga la possibilità che i piccoli bruchi non riescano a raggiungere i frutti.

Al giorno d'oggi l'arseniato di piombo rappresenta ancora, contro la specie in parola, l'insetticida più efficace. Non è improbabile però che in futuro esso possa venire sostituito con altri fitofarmaci, i quali sono ancora al vaglio della sperimentazione.

Considerazioni sull'inizio dei trattamenti. - Fra le modalità di applicazione della lotta costituisce ancora oggetto di controversie il punto relativo all'epoca di inizio dei trattamenti.

A questo proposito mentre da una parte gli autori anglosassoni (specialmente americani) sono tutti unanimi nel sostenere la assoluta necessità del « calyx spray », dall'altra i recenti autori centro-europei

(1) **Cutright C. R.** - *Codling Moth Biology and Control Investigations.* - Bull. Ohio Agric. Exp. Sta., n. 583, 45 pp., 19 figg., Wooster, Ohio, 1937.

(2) **Hough W. S.** - *Relative resistance to Arsenical Poisoning of two Codling Moth Strains.* - Journ. Econ. Ent., Vol. 21, n. 2, pp. 325-329, Geneva N. Y., 1928.

Hough W. S. - *Studies of the relative Resistance to Arsenical Poisoning of different Strains of Codling Moth Larvae.* - Journ. Agric. Research, Vol. 38, n. 4, pp. 245-256, 1 fig., 8 tavv., Washington, 1929.

(3) **Webster R. L.** - *Insect tolerance.* - Journ. Econ. Ent., Vol. 26, n. 6, pp. 1016-1021, 1 fig., Geneva N. Y., 1933.

(4) **Houser J. S.** - *General Review of the Codling Moth Situation.* - Proc. Ohio St. hort. Soc., Vol. 67, pp. 90-96, Columbus, Ohio, 1934.

(MALENOTTI ⁽¹⁾ in Italia Settentrionale, BALACHOWSKY ⁽²⁾ in Francia, WIESMANN ⁽³⁾ in Svizzera, MINKIEWICZ ⁽⁴⁾ in Polonia, ecc.), partendo da argomentazioni anche diverse fra loro, negano l'efficacia di questo trattamento e ne sconsigliano l'applicazione ⁽⁵⁾.

Non è nostra intenzione di entrare in merito alla questione, vogliamo solamente affermare che nella nostra regione, ove l'esecuzione del trattamento rameico postfiorente contro la *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. e contro la *Venturia pyrina* Aderh. è diventata una pratica indispensabile per preservare le piante di Melo e di Pero dagli attacchi di questi Pirenomiceti, è consigliabile di sfruttare l'occasione per aggiungere alla poltiglia bordolese la comune dose di arseniato, abbinando così l'azione insetticida a quella fungicida. In questo caso però, dato che l'arseniato deve svolgere la sua azione tossica contro le larve che nasceranno a distanza di almeno due settimane dal trattamento, è quasi indispensabile aumentare la durata di azione di esso con l'aggiunta di una emulsione di olio minerale lubrificante ⁽⁶⁾. Per avere

⁽¹⁾ Malenotti E. — *Contro la "Cydia pomonella", L.* — Italia Agricola, a. 69, n. 4, pp. 387-403, 8 figg., Roma, 1933-XI.

Malenotti E. — *Esperienze contro i nemici del Melo.* — Italia Agricola, a. 71, n. 1, pp. 21-38, 16 figg., Roma, 1934-XII.

Malenotti E. — *Terzo contributo alla lotta contro i nemici del Melo.* — Italia Agricola, a. 72, n. 3, pp. 217-237, 18 figg., Roma, 1935-XIII.

MALENOTTI E. — Opera citata a pag. 44.

Malenotti E. — *Terzo biennio di studio sui nemici del Melo.* — Italia Agricola, a. 75, n. 9, pp. 609-622, 15 figg., Roma, 1938-XVI.

⁽²⁾ Balachowsky A. et Viennot-Bourgin G. — *Note sur le cycle évolutif du Carpocapse dans la région parisienne.* — Acad. Agric. France, 7 pp., Paris, 1935.

Balachowsky A. et Viennot-Bourgin G. — *Recherches sur le comportement du Carpocapse en vue de l'établissement rationnel des traitements insecticides dirigés contre cet insecte.* — Acad. Agric. France, 6 pp., Paris, 1936.

Balachowsky A. et Viennot-Bourgin G. — *Note préliminaire sur la valeur pratique des traitements tardifs dans la lutte contre le Carpocapse ou « Ver des pommes » (Laspeyresia pomonella L.).* — Acad. Agric. France, 11 pp., Paris, 1938.

⁽³⁾ WIESMANN R. — Op. cit., a pag. 52.

⁽⁴⁾ Minkiewicz S. — *Some observations on the biology and the development of the Codling Moth (Carpocapsa pomonella L.)* — VII Internat. Kongress f. Entomol., Berlin, 1938 (in corso di stampa). Cogliamo l'occasione per ringraziare pubblicamente il Prof. S. MINKIEWICZ per la gentilezza dimostrataci nell'inviarci una copia del manoscritto del lavoro non ancora pubblicato.

⁽⁵⁾ Al contrario, nell'Italia Meridionale, secondo le ricerche di LUCCHESI (op. cit. a pag. 43) è necessario eseguire il primo trattamento verso la fine della fioritura.

⁽⁶⁾ L'olio aumenta la durata di efficacia dell'arseniato proteggendolo dai fenomeni di idrolisi e di carbonatazione. È risultato in proposito dalle ricerche di vari autori che l'anidride carbonica emessa dalla respirazione delle piante e l'am-

qualche dato sulla durata d'azione di questa mescolanza, fu fatta in proposito la seguente piccola prova. Da una pianta di Pero, che dopo la caduta dei petali dei fiori era stata irrorata con arseniato e olio in dosi normali per difenderla dagli attacchi della *Hoplocampa brevis* Klug., si raccolsero, dopo 40 giorni, 4 frutti e su di essi si posero larve neonate di *Cydia*. Risultò che a tale notevole distanza di tempo l'arseniato conservava ancora la sua azione tossica poichè provocò la morte di 11 larve su 15 che tentavano di penetrare nella polpa del frutto attraverso il calice.

Sempre a proposito di « calyx spray » è necessario però dichiarare che lo scopo che si vorrebbero prefiggere gli autori americani con questo trattamento, e cioè « to place a quantity of poison in the calyx cavity of the developing fruit before the cavity becomes closed by the infolding of the sepals » (da SMITH, loc. cit.), nelle condizioni normali non viene raggiunto che parzialmente. Infatti abbiamo osservato su numerose piante di Melo di 5 diverse varietà, irrorate alla caduta dei petali a mezzo di pompe a pressione media con arseniato di piombo a cui era stata aggiunta una sostanza colorante, che il veleno riusciva a raggiungere il ricettacolo del calice solo in una piccola percentuale dei fiori (15 %) e che anche in questo caso la quantità di tossico era tanto modesta da essere inefficace. La mancata presenza dell'arseniato in tale luogo si deve ascrivere alla particolare costituzione morfologica dei fiori di Melo, i cui filamenti staminali, disposti in cerchio e aderenti gli uni agli altri, impediscono la penetrazione del veleno nella coppa ricetticolare (1).

Con questo non si vuol negare l'efficacia del trattamento post-fiorale il cui scopo è del pari raggiunto poichè durante l'irrorazione vengono bagnati di veleno i sepali che, come si è visto precedentemente, sono spesso soggetti ad erosioni da parte delle larve penetranti nel frutto attraverso il calice.

Riguardo alla quantità di arseniato da usarsi nelle irrorazioni, di fronte ad una tendenza abbastanza diffusa nelle nostre campagne di

moniacca dell'atmosfera in congiunzione con l'acqua (sotto forma di pioggia, rugiada o nebbia) determinano sull'arseniato di piombo un processo di decomposizione per cui l'arsenico precipita sotto una forma solubile che può essere facilmente dilavata o assorbita (caso questo molto pericoloso) dal tessuto fogliare.

(1) Già nei primi anni di uso dell'arseniato di piombo questo inconveniente era stato notato da diversi autori americani (vedi: Sanderson E. D. — *Notes on recent Experiments for the Control of the Codling Moth.* — Journ. Econ. Ent., Vol. 2, n. 2, pp. 135-142, 1909), ma poi in seguito il particolare fu dai più trascurato. Recentemente era stato messo in evidenza da WIESMANN (Op. cit. a pag. 52) e da MIN-KIEWICZ (Op. cit. a pag. 60).

voler ridurre o addirittura dimezzare le porzioni prima usate, siamo d'avviso che fino a quando non sarà invalso l'uso di compiere più frequenti trattamenti, sia ancora consigliabile attenersi alle vecchie dosi consigliate in Italia già da oltre un ventennio (1).

(1) Vedi: **Silvestri F.** - *Notizie sulla Tigriola del Melo e sul Verme delle mele.* - Circolare Minist. Agric., 11 pp., 5 figg., Portici, 1917.

RIASSUNTO

Nel presente lavoro l'autore espone i risultati delle sue ricerche sul comportamento etologico delle larve neonate di **Cydia pomonella** L. e sull'azione tossica dell'arseniato di piombo contro di esse.

Il periodo d'incubazione delle uova di entrambe le generazioni ha variato da un minimo di 5 giorni, ad una temperatura media ambiente di 28° C., ad un massimo di 16 giorni, ad una temperatura media ambiente di 15,50° C. La costante termica teorica del periodo embrionale è risultata oscillante intorno ai 90° C.

Le larve appena sgusciate vagano disordinatamente sulle foglie e sui frutti per un periodo variabile a seconda della temperatura, dell'umidità e della luce. Percorrendo anche 6 cm. al minuto, possono compiere in breve tempo, comprese le soste, un cammino totale di qualche metro pur distando di solito i due luoghi, di nascita e di penetrazione nel frutto, solamente pochi centimetri. La durata di questo stadio vagante, che ha variato da 12 minuti a qualche giorno, è direttamente proporzionale alla probabilità che gli insetti soggiacciano all'azione dell'arseniato o delle cause nemiche naturali.

Prove di allevamento eseguite nelle condizioni naturali del frutteto con larve tenute ad esclusivo regime dietetico fillofago sono sempre fallite dopo pochi giorni. Di 35 larve nate su un ciuffo di 3 foglie, 28 riuscirono a raggiungere il frutto più vicino distante da 87 a 93 cm.; in esso praticarono 25 diversi fori di penetrazione.

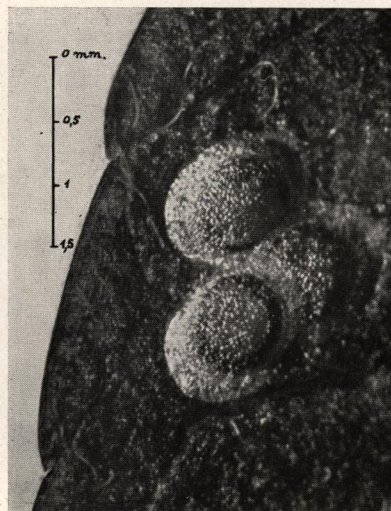
Delle larve che riescono a raggiungere la cavità calicinare del frutto penetrando nelle fessure fra i vari sepali avvicinati, moltissime producono sul lembo interno dei medesimi delle erosioni più o meno profonde. La vera penetrazione nel mesocarpo, attraverso la coppa ricettacolare, è stata notata di solito a distanza di almeno un giorno dalla nascita, ma può essere ritardata anche di 6 o 7 giorni.

La durata di efficacia di una comune sospensione di arseniato di piombo acido al 0,5 %, fu portata ad oltre 40 giorni con l'aggiunta di un'emulsione all'1 % di olio minerale lubrificante avente a 37,5° C. una viscosità di 72 sec. Saybolt. L'emulsione era costituita per l'85 % di olio minerale bianco e per il rimanente di solforicinato di ammonio che agiva come emulsionante.

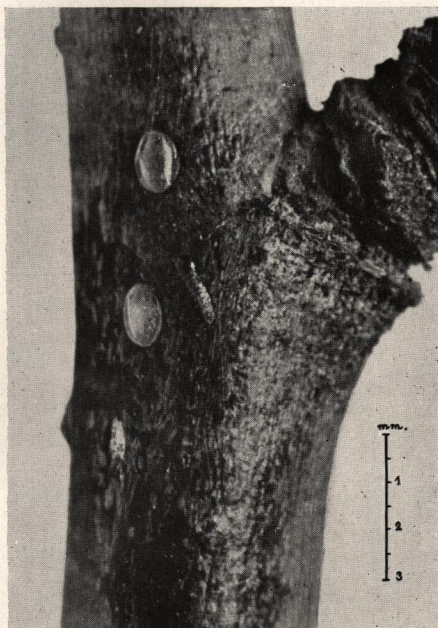
La percentuale di mortalità fra larve neonate che tentavano di penetrare entro mele spruzzate con arseniato e olio fu del 73 %. Poichè è notorio che agli inizi della penetrazione la larva non inghiottisce le prime particelle di buccia e di polpa distaccate, s'indagò come avvenisse l'intossicazione. È stato osservato che, le par-



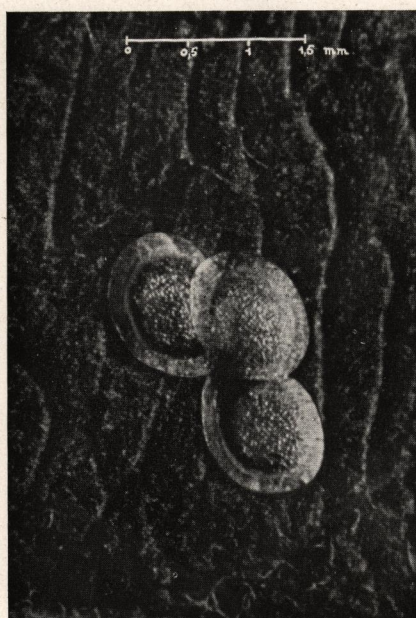
1



2



3



4

Cydia pomonella L.

ticelle di tessuto avvelenato, mentre vengono strappate, subiscono sempre da parte delle mandibole dell'insetto un forte schiacciamento che provoca la fuoriuscita del succo cellulare. Questo liquido viene assorbito dalla larva e penetrando nel canale alimentare è probabile trasporti con sé piccoli granuli di tossico.

Su un centinaio di larve neonate lasciate vagare su rametti di Melo portanti foglie e frutti avvelenati con arseniato, ne morirono il 31 % senza che alcuna avesse prodotto rosicchiature di sorta. Circa il meccanismo di intossicazione è stato osservato che, mentre i piccoli bruchi procedono errando sulla superficie degli organi cosparsi di grumi di veleno, strofinano ad intervalli sull'epidermide di essi le parti inferiori dell'apparato boccale allo scopo di fissare al supporto un filo di seta costantemente secreto. In conseguenza rimangono qualche volta aderenti alle mandibole (specialmente lungo la dentellatura), alle mascelle, ai palpi, piccole particelle di veleno che è probabile vengano assorbite durante il continuo lavoro delle parti boccali.

Prove d'irrorazione post-florale eseguite su numerose piante di Melo appartenenti a 5 diverse varietà, con arseniato a cui fu aggiunta una sostanza colorante, rilevarono che solo il 15 % dei fiori presentavano nella coppa ricettacolare tracce di veleno.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

TAV. I.

1. — 11 uova di **Cydia pomonella** L. sulla pagina inferiore di una foglia di Melo, 14 giorni dopo la ovideposizione e 1 giorno prima della schiusura. Si noti la macchia nera che rappresenta il capo della larva nascita visto attraverso il corion. Ingrandimento 8 diametri.
2. — 3 uova di **C. pomonella** deposte in allevamento sulla pagina superiore di una foglia di Melo in prossimità del margine della lamina. Ingrandimento 25 diametri.
3. — 2 gusci di uova di **C. pomonella** su un ramoscello di Melo. Una larva è appena visibile a destra del guscio dell'uovo situato inferiormente. Ingrandimento 9 diametri.
4. — 3 uova di **C. pomonella** sulla pagina superiore di una foglia di Melo. Si noti il cerchietto rosso costituito da cellule del tuorlo. Ingrandimento 24 diametri.