

## Gli Insetti nemici dei Molluschi Gasteropodi.

(Ricerche eseguite col contributo del C.N.R.)

L'incontro fortuito con una larva di Silfide che stava divorando una chiocciola mi ha fatto riflettere, con particolare insistenza, sull'importanza degli Insetti malacofagi che, cacciando Gasteropodi Polmonati e Prosobranchi, si dimostrano alleati dell'uomo, insieme ad altri organismi, nella lotta contro questi dannosi animali. Infatti, tra questi Molluschi si incontrano instancabili distruttori delle nostre coltivazioni erbacee ed orticole (van Dinther, 1973) ed ospiti intermedi necessari allo sviluppo di elminti parassiti (Trematodi e alcuni Nematodi) dell'uomo e degli animali domestici e selvatici. Per renderci conto di ciò, basti pensare ai 200.000.000 di infermi (valore stimato dalla Organizzazione Mondiale di Sanità nel 1965) per opera di Schistosomi e alle enormi perdite che si hanno nelle greggi e negli armenti a causa della *Fasciola hepatica* L. e del *Dicrocoelium dendriticum* Rud. agenti della distomatosi epatica degli ovini e dei bovini. Queste due ultime specie di Trematodi, in pratica cosmopolite, hanno la possibilità di svilupparsi anche da noi, sia al nord che al sud e nelle isole, là dove trovano in notevole quantità i Gasteropodi indispensabili per il loro sviluppo (Pampiglione e Toffoletto, 1971). Naturalmente gli insetti malacofagi possono diventare, in un certo qual senso, dannosi quando entrano in concorrenza con l'uomo nel consumo di alcune specie di chiocciole<sup>(1)</sup>. Così questi Esapodi sono, anche, tra le calamità temute dagli allevatori di Gasteropodi eduli perchè possono contribuire, assieme ad altre cause, alla distruzione della loro attività industriale che fornisce un prodotto scelto (in genere *Helix pomatia* L.) per le mense più raffinate. Tutto sommato, però, l'attività di questi insetti può essere considerata utile alla economia dell'uomo e meritevole di una particolare attenzione; perciò mi è sembrato conveniente rivedere in un quadro complessivo le capacità malacofaghe di questi Artropodi. Nel trattare l'argomento non si pone caso alle sinonimie sia degli Insetti che dei Molluschi che si

(1) Petitjean (1966) riporta che in alcuni territori del centro della Francia vengono raccolte e consumate grandi quantità di *Helix aspersa* Müll.; ad esempio, nelle regioni di Berry e di Nivernais si consumano all'incirca da 1000 a 2000 di queste chiocciole per persona all'anno, tant'è vero che l'Autore arriva a considerare il comportamento alimentare di tali popolazioni come una causa biologica di contenimento della diffusione di questo gasteropode fitofago.

incontrano nella descrizione, rimanendo fedeli alla nomenclatura adottata dagli Autori citati.

#### ODONATA

Questi Entomi emimetaboli e carnivori non sono dei veri e propri cacciatori di Gasteropodi, però questi possono costituire la preda delle neanidi e ninfe delle specie più grosse (Silvestri, 1939) quando giungono alla portata di lancio della « maschera » del loro particolare apparato boccale masticatore. Questa loro attività malacofaga è considerata da Berg (1973) di poca importanza, in un programma di lotta biologica, per contenere in natura Molluschi acquatici di interesse medico-veterinario, anche se in acquari sperimentali certi Anisotteri possono mostrare spiccate capacità distruttrici.

#### RHYNCHOTA

Anche le specie malacofaghe di questo ordine non sono in genere dei predatori specifici di Gasteropodi ma soltanto degli Insetti carnivori che includono frequentemente questi Molluschi nel repertorio delle loro prede. Si tratta di Eterotteri acquatici ed acquaioli delle famiglie degli Aphelochiridae, Naucoridae, Belostomatidae e Gerridae. Sull'attività di questi Entomi non sono state evidenziate particolari abitudini degne di nota, se non quella chiaramente dimostrata dei Naucoridi e dei Belostomatidi di uccidere immediatamente le loro prede con iniezioni di saliva velenosa. In particolare, Grandi (1951) riporta che il veleno usato dagli appartenenti al genere *Belostoma* Latr. è di tipo crotalico. Sempre tra i Belostomatidi, Woelker (1968) ha messo in evidenza, sperimentalmente che la specie *Limnogeton fieberi* Mayr (un grosso Rincoto esotico) è un predatore obbligato di Gasteropodi acquatici, con particolare attenzione distruttiva verso i Basommatofori, cioè degli ospiti intermedi di Trematodi di interesse medico-veterinario. Però delle particolari capacità malacofaghe così evidenziate non se ne dice convinto Berg (1973) che, come aveva già sostenuto per gli Odonati, li ritiene quasi del tutto inefficienti in natura.

#### COLEOPTERA

Questo ordine conta un nutrito numero di specie predatrici che, durante lo sviluppo larvale o per l'intera vita, si nutrono in prevalenza, se non esclusivamente, di Molluschi. Questo gruppo di malacofagi è costituito da Carabidae, Dytiscidae, Silphidae, Staphylinidae, Hydrophilidae, Lampyridae e da tutti i rappresentanti della famiglia dei Drilidae. Questi Insetti, cacciatori di Gasteropodi, di cui tratteremo famiglia per famiglia, mostrano particolari adattamenti morfologici e funzionali necessari, prima a vincere le difese della vittima e poi a divorarla con facilità. Anche i costumi di questi Entomi

si sono adattati a quelli delle loro prede, diventando perciò in genere degli Insetti ad abitudine notturna (non disdegnando però di uscire allo scoperto durante le giornate buie e piovose) seguendo così le abitudini delle loro vittime (Paulian, 1944). Infine un altro comportamento che accomuna questi Esapodi, e ne facilita l'aggressione a prede più grosse di loro, è quello di praticare la digestione extra intestinale preceduta spesso e volentieri da iniezioni di sostanze tossiche che uccidono la preda.

#### Carabidae.

In questo gruppo di predatori la malacofagia è diffusa nelle sottofamiglie delle Carabinae e delle Pterostichinae. Trattando di questi Coleotteri la prima cosa che balza subito evidente è la specializzazione raggiunta per divorare la vittima. Vi sono infatti alcuni *Carabus* L. come il *C. lusitanicus* F. del Portogallo e il *morbillosus riffensis* che, come riporta Paulian (1944), per raggiungere il corpo della chiocciola, attaccano e frantumano letteralmente la conchiglia utilizzando le mandibole, che perciò si sono trasformate in tozze e robuste pinze azionate da sviluppate masse muscolari adduttrici, alloggiate in un cranio che è quindi più sviluppato che nei congeneri. Altre Carabinae, come i *Cychrus* F., attaccano invece i Gasteropodi infilandosi dentro il guscio. Questi Insetti perciò presentano la parte anteriore del corpo stretta ed allungata e le mandibole lunghe ed affilate. Questo avancorpo, così strutturato, inserito su un addome relativamente voluminoso, conferisce a questi Entomi un aspetto inconfondibile che ritroviamo come adattamento in altri Coleotteri con le stesse abitudini alimentari, che perciò vengono detti « cicrizzati ». I Cicridi, elegantissimi nella loro livrea tutta nera, sono diffusi nelle foreste particolarmente umide delle regioni paleartiche e neartiche, dove li troviamo confinati sotto rami, tronchi d'albero abbattuti, fogliame, ecc. rifugi che questi Insetti notturni abbandonano di giorno solo durante i periodi di pioggia, per cui è possibile vedere, dopo un temporale, Cicridi correre allo scoperto sotto il sole per cacciare Molluschi (Paulian, 1944). In Italia si contano solo 10 specie di questo genere (Grandi, 1951) e pure scarsamente rappresentate; tra queste la più diffusa è il *Cychrus italicus* Bon. Oltre a questi Coleotteri che si nutrono esclusivamente di chiochiole se ne possono citare altri come il *Carabus coriaceus* L. (Grandi, 1951), che annovera tra le sue prede anche le limacce che sono aggredite, pure, dal *Carabus violaceus* (L.), *Scarphinotus interruptus* (Men.), *Abax striola* (F.) e *Feronia melanaria* (Ill.) (Stephenson e Knutson, 1966). Infine Petitjean (1966) enumerando gli organismi introdotti nelle Hawaii per combattere biologicamente la *Achatina fulica* (Bow.) (un grosso Gasteropode fitofago molto dannoso, originario dell'Africa Orientale) elenca tra l'altro alcune specie di Carabidi esotici appartenenti ai generi *Damaster* Koll., *Scarphinotus* Latr., *Tefflus* Latr. e *Thermophilum* Hope, che purtroppo non hanno dato buoni risultati.

### Dytiscidae.

In questa famiglia di Entomi acquaioli carnivori la attività malacofaga è stata fino ad ora riscontrata con sicurezza solo per una specie europea, il *Dytiscus marginalis* L. che distrugge con una certa insistenza la *Limnaea stagnalis* L. e il *Planorbis corneus* L. di cui addirittura perfora la conchiglia per raggiungerne il corpo (Michelson, 1957). In particolare questi predatori allo stadio di larva, uccidono abitualmente la vittima subito dopo la cattura iniettandole un liquido velenoso secreto da glandole stomodeali (Grandi, 1951).

### Silphidae.

La malacofagia di questa famiglia è riferita nei nostri climi all'attività della *Ablattaria laevigata* F. che vive, in genere, in terreni aperti e sabbiosi, e a quella della *Phosphuga atrata* L. che, invece, predilige le località boschive. Queste due Silphinae, a facies manifestamente cicroide e a larve tipicamente onisciformi, sono delle instancabili ed irriducibili cacciatrici di piccole chiocciole, mentre trascurano, a quanto pare, le limacee (Paulian, 1944). Il primo atto dell'aggressione è quello di immobilizzare la preda costringendola entro il guscio con ripetute morsicature con le quali iniettano anche le prime porzioni di liquido digestivo: una sostanza proteolitica di origine mesenterica (Grandi, 1951). Nel caso di chiocciole poco arrendevoli, questa prima fase dell'aggressione viene completata, o per meglio dire, aiutata, con getti di secreto delle ghiandole rettali. Il Mollusco, oltre che tentare la fuga, si difende anche emettendo notevoli quantità di muco, senza peraltro ottenere alcun risultato; infatti la *A. laevigata* F. lo scioglie rigurgitandovi un secreto mesenterico, mentre la *P. atrata* L. se lo « beve » con avidità sollecitandone, addirittura, una maggiore produzione (Grandi, 1951). Quando, poi, il Gasteropode è stato ridotto entro la conchiglia, il Silfide comincia a divorarlo aspirandone i tessuti già fluidificati, ripetendo, di tanto in tanto, l'iniezione di sostanze digestive che continuano la demolizione del corpo della vittima. Alla fine del pasto la conchiglia è completamente svuotata, ad eccezione delle ultime spire dove il predatore non può penetrare. La voracità di questi Malacofagi è particolarmente accentuata nelle femmine durante il periodo dell'ovideposizione quando, come è stato visto sperimentalmente, viene sacrificata una chiocciola ogni due giorni (Grandi, 1951).

### Staphylinidae.

In questo enorme gruppo di Insetti (20.000 specie nel mondo), diffusi nella quasi totalità del globo, una certa attività malacofaga è praticata dallo *Staphylinus olens* Müll. che, come riporta Bequaert (1925), è stato osservato (nel sud della Francia) attaccare ed uccidere facilmente, con ripetute morsicature, l'*Helix ericetorum* Müll.

### Hydrophilidae.

Le larve carnivore dei grossi *Hydrophilus* Geoffr. sono le uniche forme cacciatrici di Gasteropodi in seno a questa famiglia di Coleotteri acquaioli. Su

tale attività alimentare degli stadi preimmaginali di questi Palpicorni non si conosce molto. Infatti, a quanto pare, solo Maillard (1971) ha affrontato sperimentalmente e con osservazioni in natura l'analisi delle capacità malacofaghe dell'*Hydrophilus piceus* L. Esso ha constatato che ogni individuo durante i 3 stadi della sua vita larvale consuma dai 200 ai 400 molluschi con una perfetta poli-malacofagia. Invero, questi, nella prima età, attaccano solo Gasteropodi piccoli o ai primi stadi dell'accrescimento, mentre quando hanno raggiunto il completo sviluppo non trovano difficoltà ad aggredire forme più corpulente. Quello, però, che più colpisce sono i diversi modi con cui questi rompono la conchiglia della chiocciola per raggiungerne il corpo, che prima di essere mangiato, viene digerito in loco. Così il debole guscio dei Fisidi viene semplicemente frantumato, a differenza di quello di alcuni Planorbidi che è inciso radialmente. La conchiglia, poi, di altri Planorbidi e dei Limneidi viene aperta con una incisione a spirale che, in questi ultimi, può risolversi anche nell'asportazione dell'apice della conchiglia e del primo anfratto. Alla rottura del guscio concorrono in modo diverso le due mandibole, quella di destra serve come appoggio, mentre l'altra opera la perforazione. L'attività alimentare di questo Insetto, come quella dell'*H. triangularis* Say in America e quella di specie non ancora determinate dello stesso genere ritrovate attive in tal senso in Africa e in India rivela l'importanza medico-veterinaria (non ancora però condivisa da Berg, 1973) di questi grossi Idrofilidi ricordati fino ad ora, a torto, solo come Entomi dannosi alla piscicoltura.

#### L a m p y r i d a e .

Le forme preimmaginali delle Lucciole sono malacofaghe per eccellenza, nutrendosi prevalentemente di Gasteropodi terrestri od acquatici, per quanto possono entrare nella loro dieta anche Oligocheti e Insetti a tegumenti molli (Grandi, 1951). Queste larve tipicamente onisciformi (come quelle dei Silfidi) sono particolarmente attrezzate per aggredire le chioccioline, mostrando tra l'altro un caratteristico pigopodio retrattile, formato da un complesso di papille invaginabili munite di uncini. Tale organo ha diverse e importanti funzioni per il suo possessore, infatti serve innanzi tutto per facilitare la locomozione, per l'ancoraggio al guscio del Mollusco ed infine per la vitale pulizia degli stigmi e delle appendici dal muco e dai resti della vittima. Le larve dei Lampiridi attaccano le prede trafiggendole con le mandibole canalicolate che, una volta chiusa la « bocca », permettono l'iniezione del liquido digestivo e di una neurotossina ad azione paralizzante. I tessuti predigeriti vengono ingurgitati, poi, attraverso l'apertura boccale con opportuni movimenti del labbro inferiore e delle mascelle (Fiori, 1969). L'attività di alcune specie di tali Coleotteri riveste una particolare importanza pratica, perchè porta alla distruzione di Gasteropodi ospiti intermedi di Trematodi. A questo riguardo ricordiamo la *Luciola lateralis* Motsch. e *L. cruciata* Motsch., due Lampiridi acquatici che in Giappone operano una efficace distruzione di

Molluschi acquatici ospiti di Elminti parassiti (Okada, 1928). Questi Insetti, secondo il suddetto Autore, sono di tale efficacia da suggerire il loro impiego nel controllo di specie del genere *Oncomelania* Gred. ospite dello *Schistosoma japonicum* Kats. Michelson (1957) riporta ancora che Hasama (1943), sempre in Giappone, ha osservato che le stesse specie si sviluppano anche a spese della *Semisulcospira libertina* Gould. ospite intermedio del *Paragonimus westermanni* (Kerb.) Altri Lampiridi acquatici predatori di chiocciole sono stati raccolti nell'isola di Celebes a 1200 m di altezza (Blair, 1927). Sembra però, a quanto riporta Petitjean (1966), che le lucciole, di cui abbiamo parlato fin'ora ed altre importate nelle Hawaii per impostare una lotta biologica contro la *Limnea ollula* Gould e la *Pseudosuccinea columella* Say, ospiti intermedi della *Fasciola gigantica* Cobb., non abbiano dato alcun risultato di rilievo. Oltre alle già ricordate specie acquatiche vi sono forme terricole che hanno una certa importanza perchè, sviluppandosi a spese di Gasteropodi fitofagi dannosi all'agricoltura, collaborano a contenere la diffusione di questi. Tra tali Insetti utili è compreso il *Lamphrophorus tenebrosus* Walker, una specie indiana che si sviluppa a spese dell'*Achatina fulica* (Bow.) (Petitjean, 1966). Anche questo Lampiride è stato importato nelle isole Hawaii e in quella di Guam per combattere tale Gasteropode, ma tutt'ora, dai diversi risultati ottenuti, non è facile giudicare l'utilità della sua introduzione (Petitjean, 1966). Infine, si ricordano le nostrane *Lampiris noctiluca* (L.) e *Phausis splendidula* (Le Conte), che vivono su alcune specie di limacce del genere *Arion* Fér. dannose all'agricoltura (Stephenson e Knutson, 1966).

#### Drilidae.

Con questa famiglia siamo arrivati all'ultimo gruppo di Coleotteri che vive a spese di Gasteropodi. Infatti le forme preimmaginali di questi Insetti pseudoipermetabolici hanno una vita legata esclusivamente alle chiocciole. L'attività di caccia di ciascuna larva di questi Artropodi non sacrifica però molti di questi Molluschi, ne sia testimone il fatto che durante tutta la vita larvale, che si aggira sui 2-3 anni, vengono consumate, a quanto pare, 2-4 chiocciole per annata (Grandi, 1951) o addirittura una sola (Paulian, 1944). Il comportamento di questi particolari predatori ricorda quelli propri dei parassitoidi, dato che le vittime soccombono lentamente al loro attacco (Paulian, 1944). Le larve di prima forma, molto attive, sgusciano dall'uovo munite di zampe ben sviluppate e con evidenti mandibole falcate a canalicolate; inoltre sono del tutto caratteristiche per la folta armatura di grosse setole che ricoprono i primi 7 uriti e per gli urogonfi del IX, perciò vengono rassomigliate a dei piccoli spazzolini brunastri. Esse, durante i periodi più umidi della giornata, viaggiano rapidamente alla ricerca di chiocciole di dimensioni adatte. Una volta trovate, le attaccano senza difficoltà superando, se è il caso, anche l'epifragma, riuscendo peraltro a cibarsi anche di Gasteropodi opercolati. Le prede vengono aggredite con morsicature accompagnate dalla iniezione di neurotossine e di proteasi che digeriscono in loco il corpo della chiocciola, la quale ridotta così a una poltiglia potrà essere suc-

chiata dal predatore. Durante il pasto la larva del Drilide ha l'accortezza di defecare all'esterno del guscio che alla fine viene ripulito degli avanzi utilizzando, a mo' di spazzolino, il corpo ricco di robuste setole. In questo rifugio la larva soggiorna a lungo e può compiere pure una muta; ad un certo momento del suo sviluppo si trasforma in larva di secondo tipo che è quiescente e caratterizzata da una evidente desclerificazione e depigmentazione, nonché da una notevole riduzione dell'apparato boccale, delle zampe, delle setole e degli urogonfi (Goidanich, 1957). Questa « larva prepupale » piegata assimetricamente verso il dorso soggiorna immobile o quasi entro la conchiglia (Goidanich, 1957). Qui il Drilide rimane in uno stato di quiescenza che può durare 4-5 anni per poi impuparsi. Tale periodo di stasi metabolica può essere interrotto quando mutate condizioni ambientali o carenza trofica richiamano l'Insetto all'attività; esso comunque mantiene lo stesso aspetto esteriore molliccio e glabro. Questa « larva d'inverno » (così viene definita perchè compare solitamente in autunno), soddisfatte le proprie esigenze, si impupa entro il guscio della chiocciola divorata (Goidanich, 1957).

I Drilidi contano non molte specie, circa un centinaio in tutto il mondo; quelli europei sono pochissimi (Goidanich, 1957). In Italia, in particolare, sono diffusi il *Malacogaster Passerinii* Rossi nelle grandi isole e a Lampedusa; il *Drilus flavescens* Geoffr. che si trova ovunque e il *D. concolor* Ahe. limitato alle tre Venezie (Grandi, 1951). Queste 2 ultime specie, in particolare, attaccano e distruggono notevoli quantità di *Helix nemoralis* L., *H. ericetorum* Müll. e molte altre specie di Helicidae (Bequaert, 1925). Infine è interessante ricordare che il *Drilus mauritanicus* Luc., diffuso nel Nord Africa (Algeria in particolare), riesce col suo morso soporifero (proprio, del resto, di tutti i Drilidi) a sconfiggere i Gasteropodi Ciclostomi impedendo loro, con una rapida anestetizzazione, di retrarre il piede e quindi di richiudere con l'opercolo la conchiglia (Bequaert, 1925).

#### DIPTERA

Le forme malacofoghe di questo ordine sono state analizzate e classificate da Keilin (1919) in 4 gruppi: parassiti, carnivori, epizoi e saprofagi, identificando con ciò i particolari legami instauratisi tra tali Insetti e i Molluschi Gasteropodi. Bequaert (1925), invece, riduce a 3 le classi e precisamente « spazzini », ectoparassiti e parassitoidi. Però, si può dire che in generale la suddivisione di Keilin (1919) rimane valida ancora oggi, sia pure con le modificazioni terminologiche introdotte da Berg (1964c) per specificare più esattamente il comportamento dei rappresentanti dei primi 3 gruppi. Infatti questi sono stati più propriamente indicati rispettivamente come: parassitoidi, predatori e commensali. Naturalmente queste suddivisioni sono solo indicative della tendenza più spiccata nei loro comportamenti, tanto più che vi sono larve di certe specie che riassumono in sè i caratteri di parassitoide, di predatore e di saprofago (Berg, 1964c). Nella disanima che seguirà

saranno considerati, per le finalità delle indagini, solo i Chironomidae, i Tabanidae, i Phoridae, gli Scimyziidae, i Muscidae e i Calliphoridae in cui sono comprese specie che vivono come predatori o parassitoidi o che comunque uccidono i Molluschi, tralasciando, invece, le altre famiglie, come quelle degli Sphaeroceridae, Dryomyzidae, Psychodidae, Sepsidae ed Ephydridae i cui rappresentanti possono comportarsi soltanto come commensali o saprofiti, dimostrando, tra l'altro, uno scarso interesse pratico immediato.

#### Chironomidae.

Le larve di alcune specie di questi Ditteri Nematoceri, appartenenti, a quanto pare, alla sottofamiglia delle Chironominae, si sviluppano associate a Gasteropodi acquatici. La letteratura che riporta tali dati rimane, però, alquanto contrastante sulla natura del rapporto stabilito tra questi organismi. Bernard (1911) riferisce di un Chironomide parassita trovato nella cavità del mantello della *Limnaea peregra* Müll., ma tralascia, come dice Keilin (1919) che riporta la notizia, di stabilire la natura del parassitismo stesso, cosa che tra l'altro sottolinea anche Bequaert (1925). Altre notizie di Chironomidi parassiti di Molluschi, riportate da Michelson (1957), sono di Mathias e Boule (1933) che li hanno riscontrati nella *Limnaea limosa* L., di Edwards (1929) e di Wesenberg-Lund (1943). Grandi (1951) riporta poi, più specificatamente, che le larve di *Chironomus varus* Gtgh. vivono sulla conchiglia della *Physa fontinalis* L. nutrendosi dei tegumenti dell'ospite e che la varietà *limnaei* Giubè è stata osservata nel corpo della *Limnaea peregra* Müll. e *L. limosa* L. Però quando Hoffmann (1931) afferma di aver trovato solo 5 larve di Chironomidi in una massa di oltre 5000 Gasteropodi (*Physa ancillaria* Say, *P. heterostropha* Say e *Limnaea humilis* Say) viene il dubbio che le forme preimmaginali di questi Ditteri si trovino nella cavità del mantello delle chioccioline in altra veste e non da parassiti. Ciò concorda con quanto ha visto Jutting (1938) studiando il già ricordato *Chironomus varus* Gtgh. nella *P. fontinalis* L. Stando così le cose, questi Chironomidi sono forse solo degli epizoi.

#### Tabanidae.

Sulla specifica attività malacofaga di questi Ditteri si hanno soltanto poche segnalazioni che pur tuttavia ci dicono, senza peraltro indicare le specie, che alcuni di questi Ortorafi si comportano da predatori verso i Gasteropodi. Michelson (1957), a proposito di questa attività, riporta che Walsh (1893) ha osservato larve di questa famiglia mangiare avidamente Molluschi acquatici. La stessa cosa è stata vista da Wesenberg-Lund (1943) ai danni di individui di *Planorbis* O. F. Müll. Berg (1953) riferisce che in particolari condizioni sperimentali sono state osservate larve di Tabanidi attaccare Gasteropodi.

#### Phoridae.

Sono Insetti, questi, che frequentano ogni tipo di ambiente, nutrendosi preferibilmente di sostanze morte o in via di putrefazione. Anche le forme

malacofaghe di questi Ditteri si comportano generalmente da saprofaghe. Però non mancano altri comportamenti come l'attività di tipo commensale (epizoica) della *Wandolleckia cooki* Brues e della *W. biformis* Schm., i cui adulti si nutrono di muco (Keilin, 1919; Bequaert, 1925), e quella oofaga della *Megaselia aequalis* Wood che si sviluppa a spese della *Doceroceras laeve* Müll. comportandosi da parassita e da predatore al contempo. Infatti le larve del Dittero neosgusciate dalle uova poste vicino o addirittura sopra a quelle della vittima, si portano ognuna entro una di queste prendendo a nutrirsi del solo liquido perivitellino, rimandando la distruzione dell'embrione all'età successiva. In tal modo, perciò, mantengono, fino a questo punto dello sviluppo, un comportamento da parassitoide. Invece una volta mutata alla III età la larva del Foride fuoriesce dall'uovo ove era vissuta fino ad allora e si mette a mangiare la sostanza gelatinosa che lo avvolge ad età avanzata, poi, comportandosi da predatore vero e proprio, attacca e distrugge per nutrirsi almeno altre 4 uova.

### Sciomizidae.

Sulla natura e sull'attività alimentare dei rappresentanti di questa famiglia [circa 600 specie stimate presenti in tutto il mondo (Berg, 1973)] non si sono avute le idee troppo chiare fino a quando Berg (1953) con una analisi sperimentale, ha posto in evidenza che questi Acalitteri si cibano quasi esclusivamente di Molluschi Gasteropodi acquatici e terrestri. I legami che questi Ditteri instaurano con le loro prede sono di diversa natura e complessità. Infatti vi sono quelli che aggrediscono e divorano le loro vittime comportandosi semplicemente da predatori, mentre altri raggiungono con esse rapporti tipicamente da parassitoide; infine c'è tutta una serie di specie caratterizzate da una sequenza di modi di agire intermedi che danno una certa continuità tra i suddetti comportamenti tipici. Nonostante ciò, Berg et alii (1958) sono dell'idea che le diverse forme differenziate sono il frutto non di una evoluzione sequenziale ma divergente, che, partendo da un antenato comune a caratteristiche intermedie, ha differenziato le specie attuali. Tale tipo di comportamento ancestrale lo ritroviamo ancora nella *Atrichomelina pubera* Low che, in relazione alle situazioni contingenti, si comporta rispettivamente da predatore, da parassitoide e da saprofago.

Nella sottofamiglia delle Tetanocerinae incontriamo le forme acquatiche, le più primitive degli Sciomizidi, che vivono predando indiscriminatamente le specie più diverse di Gasteropodi. Infatti questi aggrediscono ed uccidono la preda per soddisfare le sole esigenze immediate, così che, ogni qual volta se ne presenta la necessità, ne assalgono un'altra. Perciò al termine del loro sviluppo preimmaginale hanno distrutto, in genere, più di una dozzina di Molluschi, particolarmente dei generi *Limnaea* L., *Physa* Drap. e *Planorbis* O. F. Müll. (Berg, 1961). Le larve bitorzolute di questi Ditteri vivono e cacciano immerse nell'acqua, mantenendo, però, sempre gli spiracoli posteriori in contatto con l'atmosfera. Essi infatti sono muniti di peli idrofughi (man-

tenuti tali da un « olio » secreto da ghiandole perispiracolari) che, sfruttando la tensione superficiale, permettono il galleggiamento dell'Insetto, favorito anche, in modo evidente, da una bolla d'aria contenuta nell'intestino medio (Berg, 1964b). La larva così attrezzata riesce pure a sostenere il corpo della vittima durante il pasto; infatti essa, sia per cacciare che per mangiare, non abbandona mai il contatto con l'aria. Però può succedere che per un brusco movimento dell'acqua si interrompa la superficie liquida e la preda e il predatore si inabissino: allora proprio per la presenza di questa sacca di gas, esso ha la possibilità di riaffiorare rapidamente dopo aver mollato la chiocciola. Le larve di queste Tetanocerine non nuotano attivamente, ma vanno alla deriva attratte da tutto ciò che emerge; così che è facile trovarne molte addossate contro tali ostacoli, contro cui si accollano anche i pupari. Questi, che ripropongono le sembianze dello stadio precedente, sono curvati dorsalmente in modo da mantenere gli spiracoli tracheali al di fuori dell'acqua. Gli adulti vivono negli stessi ambienti (in prossimità di paludi, stagni, ecc.) e si nutrono prevalentemente dei resti dei Gasteropodi uccisi dalle forme preimmaginali. Le uova, dal corion tipicamente striato in senso longitudinale, vengono deposte sulla vegetazione in modo più o meno ordinato, sempre, però, a pochissima distanza dall'acqua dove le larvette neogusciate, già idonee alla caccia, si possono portare immediatamente senza alcuna difficoltà (Berg, 1964b). A questo gruppo di predatori acquatici appartengono specie dei generi *Sepedon* Latr., *Dictya* Meig., *Hedroneura* Hend., *Elgive* Megerle, *Hydromyia* R.-D., *Pherbina* R.-D., *Protodictya* Mall., *Renocera* Hend. e molte *Tetanocera* Dum. (Berg, 1961). Tra queste merita un particolare riferimento la *Hydromyia dorsalis* (Fabr.) perchè, a differenza di tutte le altre, essa vive e si riproduce in acque fluenti (Berg, 1964a). Al limite di questo gruppo troviamo forme con comportamenti atipici e transitori che sfumano i confini della categoria. Infatti ci sono alcune larve del genere *Pherbina* R.-D. che non si possono classificare nè come acquatiche e neppure come terrestri, per cui vengono definite « littorali » (Berg, 1964a). Infine, può essere un esempio di ciò, anche il modo di vita delle forme preimmaginali della *Protodictya ondurana* Stey. che utilizzano la loro struttura tipicamente acquatica per sopravvivere senza soffocare nel liquame a cui è ridotto il corpo putrefatto della vittima (Neff e Berg, 1961).

Il gruppo delle specie terricole, a cui appartengono partim delle Tetanocerinae e tutte le Sciomyzinae, mostrano una tendenza più o meno spiccata verso il parassitismo che può giungere in alcuni casi alla manifestazione più corretta. I caratteri distintivi delle forme più specializzate sono quelli di mantenere in vita il più a lungo possibile la vittima, nell'attaccare una ben definita cerchia di Gasteropodi, nel compiere l'intera vita larvale in un unico individuo dell'ospite e nel non accettare la competizione alimentare sullo stesso ospite (Berg, 1964a). Tra le specie più specificatamente parassitoidi la *Sciomyza aristalis* Coquillet, che vive a spese di Succineidi, mostra un comportamento del tutto particolare. Infatti la larva si addentra completamente nel corpo della chiocciola senza mantenere alcun contatto con l'esterno e

rimane in tali condizioni per circa 5-8 giorni (cioè all'incirca fino a quando l'ospite muore). Perciò, come succede per molti Insetti entomofagi in tali condizioni, essa ottiene l'ossigeno per diffusione dai tessuti adiacenti e dalla emolinfa dell'ospite; però, dopo un certo tempo dalla penetrazione, si sviluppa attorno alla larva una tasca di gas che rende fisicamente possibile la respirazione tracheale diretta. Questa bolla d'aria, che non è in contatto con l'esterno, fa dipendere il Dittero dalla vittima oltre che per il cibo anche per l'ossigeno (Berg, 1964a). Un'altra forma abbastanza specializzata che vive a spese di Succineidi è la *Pherbellia schoenherri* Fall.; così pure si comporta da parassitoide la *Pteromicra inermis* Stey. che è stata riscontrata in individui di *Limnaea palustris* Müll., accidentalmente arenatisi o in estivazione, che addirittura stimolano in modo determinante, con il loro odore, l'ovideposizione dello Sciomizide (Berg, 1964a). Per quest'ultima, in particolare, è stato osservato che la larva, una volta penetrata nell'ospite, non l'abbandona neppure se questi è piccolo ed insufficiente per il suo normale accrescimento, riuscendo per altro a portare ugualmente a termine il suo sviluppo, producendo, però, un adulto anormalmente piccolo (Berg, 1964a); ciò dimostra l'alto grado raggiunto nel rapporto ospite-parassita da questa coppia di simbiotici. Oltre a questi casi di accertata specializzazione ve ne sono altri, forse i più, in cui si instaurano con la vittima connessioni relativamente grossolane, in cui si ritrovano in modo più o meno evidente comportamenti da semplici carnivori. Infatti le Tetanocerine terrestri, pur non ovideponendo direttamente sui loro specifici ospiti, da giovani mantengono con questi rapporti di tipo parassitoide, divenendo, più tardi, dei semplici e incondizionati predatori. Anche nell'ambito delle Sciomizine meno specializzate troviamo più di una dozzina di specie che pur uccidendo la loro vittima terrestri solo dopo che hanno raggiunto un certo sviluppo, perdono nel loro comportamento gli altri tratti significativi del parassitismo (Berg, 1964a). Inoltre vi sono delle specie che hanno delle modalità alimentari e di aggressione particolari. Infatti la *Antichaeta analis* Meig. e la *A. brevipennis* Zett. (due specie europee) si accrescono esclusivamente a spese delle uova di Limneidi e Succineidi che, le femmine di questi Sciomizidi vanno a cercare, per ovideporvi, in luoghi umidi e ombreggiati (Knutson, 1970). Le larvette neosgusciate iniziano a nutrirsi mangiando le capsule gelatinose che avvolgono le uova ma molto presto ne attaccano e distruggono l'embrione. Una sola ovatura, però, non è sufficiente per completare lo sviluppo sicchè una volta raggiunta la terza ed ultima età, queste ne divorano altre. Infine un comportamento del tutto particolare è il modo con cui la *Tetanocera elata* Meig. aggredisce le sue vittime (limacce). Le femmine depongono un certo numero di uova (circa 370 unità) in ambienti ombreggiati e ricchi di vegetazione erbacea. Le larvette, una volta sgusciate, rimangono vicine al corion con i 2/3 anteriori del corpo rivolti verso l'alto in attesa dell'ospite (*Agrolimax reticulatus* Müll. e *A. laevis* Müll.). Quando questi passano a tiro vi si aggrappano e penetrano sotto il mantello lasciando fuori solo gli spiracoli posteriori. Qui si nutrono per tutta la prima e la seconda età

senza uccidere il Gasteropode. Al termine di questo periodo, con una condotta da predatori, uccidono la vittima e dopo questa, altre (da 4 a 9) in rapida successione, non dimostrando in questa fase una specificità per l'ospite (Knutson, et alii, 1965). Altre 3 Tetanocerine del Nord America si comportano in modo del tutto particolare; infatti la *T. plebeia* Loew prima di divorare la preda (*Agrolimax laevis* Müll.) rimane, durante la I età, sotto il mantello di quest'ultima. La *T. valida* Loew, invece, si porta in un primo momento entro un tentacolo oculare, poi si mangia la vittima penetrando nel suo corpo attraverso la bocca. La *T. clara* Loew invade subito la bocca della *Polliphera dorsalis* (Binney) e del *Philomyces carolinianus* (Bosc) e vi rimane fino alla II età, dopo di che aggredisce definitivamente la vittima (Stephenson e Knutson, 1966).

Le forme preimmaginali delle specie terricole sono del tutto diverse e facilmente distinguibili da quelle acquatiche. Infatti le loro uova di solito hanno il corion reticolato, mentre le larve, molto somiglianti a quelle dei Muscidi, mancano o quasi delle formazioni verrucose tipiche di quelle acquatiche, come pure sono ridottissimi o assenti i tipici peli idrofughi attorno agli spiracoli posteriori. I pupari, a struttura abbastanza compatta, hanno una forma tipicamente ovoidale nelle specie che si impupano al di fuori dell'ospite, mentre quelli che si formano all'interno dalla conchiglia, hanno una conformazione condizionata dalla stessa. Gli adulti di queste specie, poi, si trovano diffusamente nei boschi (Berg, 1961).

Le evidenti capacità malachicide di questi Ditteri hanno incitato lo studio sulle possibilità pratiche di un loro impiego per limitare gli ospiti di elminti parassiti. I risultati ottenuti da prove condotte in laboratorio hanno evidenziato una reale capacità distruttiva di questi Insetti verso i Gasteropodi in cui si sviluppano alcuni di questi terribili flagelli. Infatti le diverse specie di *Biomphalaria* Prest. (ospiti dello *Schistosoma mansoni* Samb.) sono distrutti in gran copia da specie del genere *Tetanocera* Dum., *Sepedon* Latr. e *Dictya* Meig., mentre i *Bulinus* O. F. Müll. [ospiti dello *S. haematobium* (Bilharz)] lo sono meno, specialmente gli individui adulti, dato che, con la loro notevole produzione di muco soffocano le larve dei suddetti predatori. Invece le *Oncomelania* Gred. (ospiti dello *Schistosoma japonicum* Katsurada), munite di opercolo, sono del tutto inattacabili (Berg e Neff, 1959).

#### M u s c i d a e .

Il gruppo degli Insetti malacofagi di questa famiglia è costituito, per la maggior parte, da forme saprofaghe e solo eccezionalmente, per quanto se ne sa, da specie parassite e predatrici. Nella sottofamiglia delle Muscinae sembra che le larve zoofaghe di alcuni rappresentanti africani del genere *Alluaudinella* Giglio-Tos siano stati ottenute su Molluschi terrestri (così riferisce Grandi, 1951). Poi si può ricordare, a titolo di curiosità, che larve di *Musca domestica* L., poste sperimentalmente in un recipiente assieme a delle chiocciole, si sono comportate da irriducibili predatrici (Seguy, in Kei-

lin, 1919). Alle Anthomyiinae appartiene la *Mydaea bivittata* Macq. che Keilin (1919) inquadra come forma carnivora (predatrice) sviluppantesi a spese di un grosso Gasteropode terrestre la *Butroa nilotica* Pfeiff. Infine anche la *Charadrella malacophaga* Souza-Lop., rinvenuta nei corpi morti di *Bulinus taunaysi* Fèr. in Brasile, viene indicata come parassita (così almeno sembra di capire) di questo Mollusco (Souza Lopes, 1938).

#### Calliphoridae.

Molti degli Insetti di questa famiglia che attaccano Gasteropodi si sviluppano in stretta associazione con le loro vittime, mostrando, il più delle volte, un carattere tipicamente parassitoide. Così, infatti, si comporta tra le Calliphorinae la *Melinda cognata* Meig. che vive a spese della *Helicella virgata* Da Costa. La femmina del parassita contamina questo piccolo Mollusco ponendo l'uovo nelle immediate vicinanze del pneumostoma o addirittura nella cavità del mantello. La larveta che ne sguscia penetra nel corpo con l'aiuto degli uncini boccali, raggiunge il rene, lasciando, però, sporgere nella cavità palleale l'estremità posteriore per respirare. Qui essa si nutre di liquidi e dell'epitelio dell'organo stesso, senza peraltro creare gravi danni, tanto che la chiocciola è apparentemente sana. Mutata alla II età, la larva ha una rapida crescita e l'ospite comincia a risentirne, infatti si muove raramente e quando lo fa si sposta con grande lentezza. Quando il Calliforide ha raggiunto la III età uccide la vittima completando l'aggressione già iniziata del rene, attaccando il fegato e perforando il canale alimentare; giunta così a maturità, dopo soli 15 giorni, abbandona il Gasteropode, ormai in avanzata decomposizione per impuparsi nel terreno. Da notare che la *M. cognata* Meig. è un parassita solitario, in quanto una sola delle tante larve riscontrabili entro l'*Helicella* (ne sono state viste fino a 203) completa lo sviluppo uccidendo tutte le altre. La specie, secondo Keilin (1919) che ne ha studiato la morfologia e la etologia, compirebbe 3 generazioni all'anno. L'affine *Melinda gentilis* R.-D. vive a spese di limacce del genere *Limax* L. e *Arion* Fér. (Keilin, 1919). La *Melanophora helicivora* Gour. è una Calliforina allevata dalla *Helix conspurcata* Moq.; la sua etologia, tracciata sommariamente da Goureau (1843) e riportata da Keilin con beneficio d'inventario, ricorda quella delle forme parassite ovipare, che contaminano la vittima deponendo l'uovo sulla conchiglia, entro cui poi la larva, completato il suo sviluppo, s'impupa. Una altra specie malacofaga di questo gruppo è la *Engyzops pecchiolii* Rond. che Keilin (1921) e van Emden (1954) in modo più perentorio riportano come forma vivipara parassita di Gasteropodi, senza, però, fornire ulteriori dati. Tra le Sarcophaginae ricordiamo la *Sarcophaga melanura* Meig. che vive come parassita a spese di limacce. Infatti Seguy, come riporta Keilin (1921), ha osservato femmine di questo Dittero contaminare individui di *Arion fuscus* M.-T. che reagisce energicamente con contrazioni violente e produzione di muco, senza alcun risultato. Ancora Keilin (1921) riferisce sull'attività della *Sarcophaga filia* Pand. che attacca piccole chiocciole del genere *Helix* L., divorandole com-

pletamente ed utilizzando il loro guscio come rifugio per impuparsi. Il suddetto Autore, suppone che questa Sarcophagina compia una sola generazione all'anno. Sul comportamento malacofago della *Sarcophaga nigriventris* Meig. ci sono pareri contrastanti; infatti *Bowell* (1917) (riportato da *Keilin*, 1919), *Seguy* (1941) e *van Emden* (1954) sono del parere che si tratti di una specie parassita che si sviluppa a spese della *Helicella ericetorum itala* L. e della *Theba cantiana* Mont., mentre *Keilin* (1919), *Miles* (1968) e *Beaver* (1972) sostengono, per converso, che si tratti semplicemente di una forma saprofaga. La *Sarcophaga soror* Rond. viene indicata da *Bequaert* (1925) come parassita, mentre *Seguy* scrive che lo è solo occasionalmente. Anche la *Sarcophaga tuberosa* var. *exuberans* (Pand.) *Wain.* viene segnalata da *van Emden* (1954) come parassitoide di Gasteropodi in Inghilterra. *Ramachandran Nair* (1968) ha ottenuto in India da diversi individui della famiglia delle Ariophantidae [*Cryptozona semirugata* (Beck), *Ariophanta bistrialis* (Beck) e *A. belangeri* (Desh.)] due Sarcophagine del genere *Sarcophaga* Meig. Questi due Ditteri sono forme vivipare che depongono le larvette sul corpo delle vittime. Le osservazioni fatte in laboratorio sulla prima delle due specie hanno messo in evidenza che la femmina scarica, in rapida successione, 5-10 larve su ogni ospite, preferibilmente nella regione opercolare per favorire la rapida penetrazione nel corpo della vittima. Il Mollusco così parassitizzato muore e nelle sue spoglie ormai putrefatte il Sarcofagide completa il suo sviluppo; dopo di che va ad impuparsi al di fuori della vittima. L'altro Dittero ha un comportamento che si discosta dal precedente. Infatti la femmina è più lenta nella deposizione, si sviluppa una sola larva per chiocciola, e questa una volta matura si impupa entro la conchiglia. Di queste due forme malacofaghe l'Autore ha saggiato sperimentalmente la capacità di aggressione verso *Achatina fulica* Bow. con risultati non troppo soddisfacenti. La *Malacophagula neotropica* Beq. è stata individuata da *Bequaert* (1925), in Brasile, quale parassita del *Bulinus tenuissimus* (d'Orbigny). L'attacco del Gasteropode sembra portato da una sola larva che poi si impupa entro la conchiglia di quest'ultimo. In America, e precisamente in Florida, vengono segnalate da *Stegmair jr.* (1972) la presenza di altre Sarcophaginae malacofaghe e cioè la *Helicobia morionella* (Ald.), la *Johnsonia* sp. (probabilmente) *frontalis* Ald. e la *J. elegans* Coquil. che vivono a spese della *Drymaeus dormani* (Binney). Le notizie etologiche molto scarse riportate per queste specie rivelano che in ogni vittima vive una sola larva del parassita e che questa, al termine del suo sviluppo, si impupa entro la conchiglia. Lo stesso Gasteropode viene anche segnalato, dal medesimo Autore, quale ospite della *Sarcodexia sternodontis* Town., una specie parassita facoltativa il cui comportamento si discosta da quello delle precedenti, fra l'altro per il fatto di formare la pupa al di fuori dell'ospite. Un'altra specie non determinata del genere *Johnsonia* Coquil. sembra gradire la *Succinea luteola floridana* Pils.

#### RIASSUNTO E CONSIDERAZIONI.

Al termine di questa trattazione sulla attività malacofaga (come predatori e parassiti) degli Insetti, appare chiaro che i Molluschi Gasteropodi, in molti casi, non costituiscono una semplice preda occasionale, ma un substrato di sviluppo che ha selezionato il comportamento alimentare di molti Entomi. Ci sono addirittura intere famiglie, come quella dei Drilidae (Coleoptera) e degli Sciomyzidae (Diptera), che vivono praticamente a spese di chiocciole e di limacce. Rivedendo globalmente ciò che si è potuto constatare dall'analisi bibliografica si recepisce facilmente come questa attività degli Insetti sia degna di un maggiore interesse. Infatti, in passato, solo Keilin (1919-1921) ha trattato con cognizione di causa questo problema a cui fa eco, anche se in tono minore, Bequaert (1925). Così le notizie che si hanno di questi malacofagi sono quasi sempre delle semplici constatazioni prive di una qualsiasi base sperimentale. In tempi recenti, però, l'interesse per questi Esapodi si è accresciuto forse anche per motivi contingenti (la necessità di limitare la distribuzione di prodotti chimici tossici). Infatti le nuove indagini sono imperniate, il più delle volte, sull'analisi quantitativa delle capacità distruttive degli Artropodi verso i Gasteropodi di interesse medico-veterinario ed agrario. Di tutti gli Entomi ricordati, se si escludono le constatazioni fatte in tal senso da Woelker (1968) su la *Limnogeton fieberi* Mayr e quelle di Mailard (1971) sull'*Hydrophilus piceus* L., solo per gli Sciomizidi si è iniziato, non molto tempo fa, ad opera di Berg e dei suoi collaboratori, un esame abbastanza fine in laboratorio delle possibilità che hanno questi Ditteri di contenere le popolazioni di chiocciole acquatiche ospiti di Trematodi. Da queste sperimentazioni è emerso che i Gasteropodi del genere *Biomphalaria* Prest. (ospiti di *Schistosoma mansoni* Samb.) in particolar modo, e i *Bulinus* O. F. Müll. (in cui vive lo *S. haematobium* Bilh.), se pure in misura minore, sono aggrediti da specie dei generi *Sepedon* Latr., *Dietya* Meig., *Tetanocera* Dum., mentre le *Oncomelania* Gred. (ospiti di *S. japonicum* Kats.) munite di opercolo sono inattaccabili da questi Ditteri. Dopo i sondaggi di laboratorio si sono iniziate prove di lotta biologica nelle isole Hawaii dove pare si stiano ottenendo buoni risultati contro gli ospiti intermedi di *Fasciola gigantica* Cobb. ad opera del *Sepedon macropus* Walk.; questa specie, originaria del Nicaragua, fu introdotta in queste isole del Pacifico circa 14 anni fa (Chock et alii, 1961). Questi programmi di lotta biologica sono resi possibili dalla facilità con cui gli Sciomizidi predatori attaccano Gasteropodi diversi da quelli abituali e dalla loro facile acclimatazione. Certamente, però, non tutte le specie danno risultati soddisfacenti; ad esempio, la *Elgiva* (Auct.) *albiseta* Scop., ritrovata abbondante in Italia presso Latina, analizzata etologicamente per essere introdotta nelle Hawaii, si è dimostrata del tutto inefficiente compiendo una sola generazione all'anno (Berg, 1964a). L'introduzione di questi Acalitteri poi, non crea particolari problemi; non sembra che, in mancanza di Mol-

luschi, si corra il pericolo che aggrediscano altre forme di vita, inoltre non attaccano chioccioline utili, anche perchè queste generalmente vivono in altre nicchie ecologiche. In particolare, poi, i Gasteropodi carnivori distruttori di specie fitofaghe, si difendono dall'attività di questi Insetti divorando le larve da cui vengono aggrediti (Berg, 1964a). Infine c'è anche da sottolineare che gli adulti non essendo sinantropi non creano particolari problemi di igiene (Berg, 1964a). Per impiegare correttamente questi Sciomizidi in modo da ottenere buoni risultati è ovviamente necessario conoscere la biologia delle popolazioni e la dinamica del rapporto ospite-predatore, così da evidenziare quali sono le corrispondenze che offrono maggiori garanzie distruttive. Questi studi, così importanti, sono stati affrontati fino ad ora solo da Eckblad (1973) su *Sepedon fuscipennis* Low. e da Geekler (1971) su *S. tenuicornis* Cress. Beaver (1974a, b), poi, ha affrontato sperimentalmente un altro importante problema, quello della competizione alimentare intra- e interspecifica di alcune specie, aprendo così un nuovo ed importante capitolo sulle conoscenze necessarie per impegnare questi Entomi in un serio programma di lotta biologica. In realtà solo gli Sciomizidi appaiono per ora gli unici Insetti idonei ad essere impiegati per contenere questi Molluschi particolarmente dannosi. Comunque, come è stato ricordato, c'è tutta un'altra schiera di Insetti appartenenti agli Odonata, ai Rhynchota (Aphelochiridae, Naucoridae, Belostomatidae e Gerridae), ai Coleoptera (Carabidae, Dytiscidae, Staphylinidae, Hydrophilidae, Lampyridae e Drilidae) e ai Diptera (Chironomidae, Tabanidae, Phoridae, Muscidae e Calliphoridae) che, se rispettati, possono collaborare alla limitazione dei Gasteropodi Polmonati e Prosobranchi di interesse medico-veterinario. Certamente oggi, coll'uso indiscriminato di prodotti malacomicidi ad ampio spettro di azione, l'attività di questi organismi utili è stata quanto mai ridotta, mentre, per converso, è stata favorita la selezione di razze di chioccioline e di limacce resistenti che richiedono, perciò, farmaci sempre più potenti. Quindi, per interrompere questa spirale senza fine, è necessario rivedere i sistemi usati per combattere tali calamità, favorendo la lotta biologica e, visto che in molti casi ciò non è di facile applicazione immediata, attuando programmi di lotta integrata coll'impiego di prodotti altamente selettivi, come ad esempio, l'n-trityl-morphalene che agisce a carico del sistema respiratorio dei Molluschi, dimostrandosi invece relativamente innocuo alle piante e agli altri animali (Berg, 1964a).

The insect enemies of gasteropodous mollusks.

#### S U M M A R Y

In this paper, the author presents a panorama of the malacophagous activities of insects (parasites and predators), using the data available in literature.

The bibliographical analysis showed clearly that, whereas in the past very little was done to illustrate the ethology of these insects, recently a series of investigations have been

started. These experiments are connected to concrete hopes that some of these organisms could be used in biological control programs for noxious Gasteropoda in the field of veterinary, medicine and agriculture. In particular, a striking malacophagous activity has been observed within the Sciomyzidae (Diptera) which, together with the Drilidae (Coleoptera) live almost exclusively on snails and slugs. Another Coleoptera family which tends towards a striking malacophagous behaviour is the Lampyridae. The same nutritional behaviour is a characteristic of the *Cychrus* (Coleoptera, Carabidae) and of the *Hydrophilus* (Coleoptera, Hydrophilidae). Finally, species which live as parasites or predators of the above mollusks were observed within the Belostomatidae (Rhynchota), the Silphidae (Coleoptera), the Chiromomidae, Phoridae, Muscidae and Calliphoridae (Diptera). Finally, there is a whole group of species belonging to the Odonata, to the Rhynchota (Aphelochiridae, Naucoridae and Gerridae), to the Coleoptera (Carabidae, Dytiscidae, Staphylinidae) and to the Diptera (Tabanidae) which capture this type of prey willing and successfully when given the chance, although their development does not depend on it.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- BEAVER O., 1974a. — Laboratory studies on competition for food of the larvae of some british sciomyzid flies (Diptera: Sciomyzidae). I. Intra-specific competition. - *Hydrobiol.*, 44: 443-462.
- , 1974b. — Laboratory studies on competition for food of the larvae of some british sciomyzid flies (Diptera: Sciomyzidae). II. Inter-specific competition. - *Hydrobiol.*, 45: 135-153.
- BEAVER R. A., 1972. — Ecological studies on Diptera breeding in dead snails. I. Biology of the species found in *Cepaea nemoralis* (L.). - *Entomologist*, 105: 41-52.
- BEQUAERT J., 1925. — The arthropod enemies of mollusks, with description of a new dipterous parasite from Brazil. - *J. Parasit.*, 11: 201-212.
- BERG C. O., 1953. — Sciomyzid larvae (Diptera) that feed on snails. - *J. Parasit.*, 39: 630-636.
- , 1961. — Biology of snail-killing Sciomyzidae (Diptera) of North America and Europe. - *Verh. XI int. Kongr. Ent., Wien*, 1: 197-202.
- , 1964a. — Snail control in Trematode diseases: the possible value of sciomyzid larvae snail-killing Diptera. - *Adv. Parasit.*, 2: 259-309.
- , 1964b. — Snail-killing sciomyzid flies: biology of the aquatic species. - *Verh. int. Verein. Limnol.*, 15: 926-932.
- , 1964c. — The evaluation of parasitoid relationships in malacophagous Diptera, especially the Sciomyzidae. - *Proc. I int. Congr. Parasit.*, 1964: 4-5.
- , 1973. — Biological control of snail-borne diseases: a review. - *Exp. Parasit.*, 33: 318-330.
- , FOOTE B. A., NEFF S. E., 1959. — Evolution of predator-prey relationships in snail-killing sciomyzid larvae (Diptera). - *Bull. am. malacol. Union*, 25: 10-11.
- , NEFF S. E., 1959. — Preliminary tests of the ability of sciomyzid larvae (Diptera) to destroy snails of medical importance. - *Bull. am. malacol. Union*, 25: 11-13.
- BLAIR K. G., 1927. — An aquatic lampyrid larva from S. Celebes. - *Trans. R. ent. Soc. London*, 75: 43-45.
- CHOCK O. C., DAVIS C. J., CHONG M., 1961. — *Sepedon macropus* (Diptera: Sciomyzidae) introduced into Hawaii as a control for the liver fluke snail, *Lymnaea ollula*. - *J. econ. Ent.*, 54: 1-9.

- ECKBLAD J. W., 1973. — Experimental predation studies of malacophagous larvae of *Sepedon fuscipennis* (Diptera: Sciomyzidae) and aquatic snails. - *Exp. Parasit.*, 33: 331-342.
- FIORI G., 1969. — Lampiridi. - *Encicl. agr. ital.*, 6: 620-621.
- GECKLER R. P., 1971. — Laboratory studies of predation of snails by larvae of the fly, *Sepedon tenuicornis* (Diptera: Sciomyzidae). - *Can. Ent.*, 103: 638-649.
- GOIDANICH A., 1957. — Drilidi. - *Encicl. agr. ital.*, 3: 564-565.
- GRANDI G., 1951. — Introduzione allo studio dell'Entomologia. - *Ed. Agricole, Bologna*, 2: XIII+1332 pp.
- HOFFMANN C. H., 1931. — Chironomid larvae associated with water-snails. - *Bull. Brooklyn ent. Soc.*, 26: 71-74.
- JUTTING T. V. B., 1938. — A freshwater pulmonate (*Physa fontinalis* (L.)) inhabited by the larva of a non-biting midge (*Tendipes* (*Parachironomus*) *varus* Gtgh.). - *Arch. Hydrobiol. Plankt.*, 32: 693-699.
- KEILLIN D., 1919. — On the life-history and larval anatomy of *Melinda cognata* Meigen (Diptera Calliphoridae) parasitic in the snail *Helicella* (*Heliomanes*) *virgata* Da Costa, with an account of the other Diptera living upon molluscs. - *Parasit.*, 11: 430-454.
- , 1921. — Supplementary account of the dipterous larvae feeding upon molluscs. - *Parasit.*, 13: 180-183.
- KNUTSON L. V., 1970. — Biology of snail-killing flies in Sweden (Dipt., Sciomyzidae). - *Ent. scand.*, 1: 307-314.
- , STEPHENSON J. W., BERG C. O., 1965. — Biology of a slug-killing fly, *Tetanocera elata* (Diptera: Sciomyzidae). - *Proc. XII int. Congr. Ent., London*: 343.
- MAILLARD Y. P., 1971. — La malacophagie dans le genre *Hydrophilus* Geoffroy (Ins. Coléoptères Hydrophilidae); son intérêt dans le contrôle naturel des hôtes intermédiaires d'helminthiases. - *C. R. Acad. Sc. Paris, Série D*, 272: 2235-2238.
- MICHELSON E. H., 1957. — Studies on the biological control of schistosome-bearing snails, predators and parasites of fresh-water mollusca: a review of the literature. - *Parasit.*, 47: 413-426.
- MILES P. M., 1969. — *Sarcophaga nigriventris* Meigen (Dipt., Calliphoridae) bred from *Helix aspersa* Müller (Mollusca, Helicidae). - *Ent. month. Mag.*, 105: 227.
- NEFF S. E., BERG C. O., 1961. — Observations on the immature stages of *Protophila hondurana* (Diptera: Sciomyzidae). - *Bull. Brooklyn ent. Soc.*, 56: 46-56.
- OKADA Yô K., 1927. — Two Japanese aquatic glowworms. - *Trans. R. ent. Soc. London*, 75: 101-108.
- PAMPIGLIONE S., TOFFOLETTO F., 1971. — Molluschi di interesse parassitologico-medico in Italia. - *Riv. Parass.*, 32: 113-124.
- PAULIAN R., 1944. — La vie des Scarabées. - *Gallimard, Paris*, 231 pp.
- PETITJEAN M., 1966. — Le contrôle biologique des mollusques nuisibles. Revue des résultats essentiels, d'après les principaux travaux récents. - *Ann. biol.*, 5-6: 271-295.
- RAMACHANDRAN NAIR K., 1968. — Two sarcophagid parasites of phytophagous terrestrial snails in Mysore state, India. - *Techn. Bull. Common. Inst. biol. Control*, 10: 113-127.
- ROBINSON W. H., FOOTE B. A., 1968. — Biology and immature stages of *Megaselia aequalis*, a phorid predator of slug eggs. - *Ann. ent. Soc. America*, 61: 1587-1594.
- SEGUY E., 1941. — Etudes sur les mouches parasites. II. Calliphorides. Calliphorines (suite), Sarcophagines et Rhinophorines de l'Europe occidentale et méridionale. - *Encycl. ent., Paris, Lechevalier, A*, 21: 436 pp.

- SILVESTRI F., 1939. — Compendio di entomologia applicata (agraria, forestale, medica, veterinaria). - *Bellavista, Portici*, 1: 974 pp.
- STEGMAIER C. E. Jr., 1972. — Notes on some Sarcophagidae (Diptera) reared from snails (Mollusca) in Florida. - *Florida Ent.*, 55: 237-242.
- STEPHENSON J. W., KNUTSON L. V., 1966. — A résumé of recent studies of invertebrates associated with slugs. - *J. econ. Ent.*, 59: 356-360.
- SOUZA LOPES H., 1938. — Sur une espèce du genre *Charadrella* Wulp (Dipt. - Anthomyiidae) trouvée au Brésil et vivant aux dépens de *Bulinus taunaysi* Fér. (Mollusca - Pulmonata). - *C. R. Séan. Soc. Biol.*, 128: 926-928.
- VAN DINTHER J. B. M., 1973. — Molluscs in agriculture and their control. - *World Crops*: 282-286.
- VAN EMDEN F. I., 1954. — Diptera Cyclorrhapha Calyptrata (I). Section (a). Tachinidae and Calliphoridae. - *Handbooks Ident. British Insects*, 10: 128 pp., part 4 (a).
- VOELKER J., 1968. — Untersuchungen zu Ernährung, Fortpflanzungsbiologie und Entwicklung von *Limnogeton fieberi* Mayr (Belostomatidae, Hemiptera) als Beitrag zur Kenntnis von natürlichen Feinden tropischer Süßwasserschnecken. - *Ent. Mitt. zool. Staatsinst. zool. Mus. Hamburg*, 3, n. 60: 24 pp.