

Adulto: definito a volte con il termine di "immagine", può avere aspetto pressoché identico nei due sessi, oppure presentare differenze anche vistose (dimorfismo sessuale). In alcuni casi si verifica invece polimorfismo; la specie presenta quindi più forme differenti, nei due sessi o in uno solo di essi, a volte contemporaneamente e costantemente, in altri casi in diversi momenti del ciclo biologico. Rientra nel polimorfismo la comparsa delle "caste" negli insetti sociali (Termiti, Api, Vespe, Formiche).

Acari

Cenni di morfologia, anatomia e sviluppo postembrionale

Dal punto di vista sistematico, gli Acari non rappresentano un raggruppamento omogeneo o naturale, ma un insieme di gruppi eterogenei per morfologia esterna, anatomia e biologia, dalle origini filetiche diverse. È quindi pressoché impossibile indicare caratteri veramente comuni. Gli Acari sono di piccolissime dimensioni; presentano a volte corpo stretto e lungo, quasi vermiforme, generalmente però subcircolare e depresso, o anche subgloboso, con metameria fortemente regredita.

Il corpo è diviso in **prosoma** (o cefalotorace) e **opistosoma** (o addome), costituiti da un numero vario di somiti (segmenti), non sempre riconoscibili, specialmente negli adulti. Tipicamente al prosoma si articolano 6 paia di appendici, di cui il 1° costituisce i cheliceri, il 2° i pedipalpi e i 4 successivi sono gli arti locomotori.

Nel prosoma si differenziano lo **gnatosoma**, porzione anteriore in cui si trovano i cheliceri ed i pedipalpi ed il **podosoma**, caratterizzato dalla presenza delle zampe. In quest'ultima parte si possono distinguere il **propodosoma** ed il **metapodosoma**, in cui sono rispettivamente inserite le prime due paia di zampe e le due successive (fig. 44).

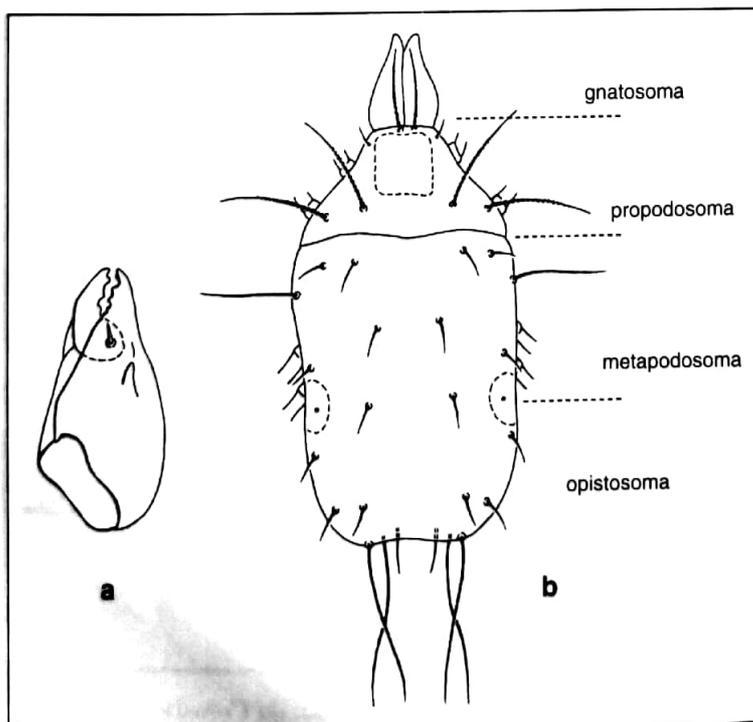


Figura 44 - a) Chelicero di *Acarus siro*; b) struttura del corpo di un Acaro (ridisegnato da Huges).

I cheliceri sono omologabili con il primo paio di antenne dei Crostacei e con le antenne degli Insetti. Tipicamente costituiti da 3 articoli, terminano con una pinza o chela. Il secondo articolo è provvisto di un processo distale (*digitus fixus*), che si oppone all'ultimo articolo (*digitus mobilis*). I cheliceri sono adattati in funzione del regime alimentare. Per quanto si riferisce agli acari micofagi viventi sulle derate, la chela presenta dentelli secondari, a volte molto fitti, sui "digi" (fig. 44).

I cheliceri servono alla prensione, all'inoculazione di veleno, oppure a filare la tela o a portare le masse spermatiche o le uova.

I pedipalpi possono avere vario sviluppo e servire alla masticazione. Come dice il nome, gli articoli distali possono essere simili a zampe o palpi, aventi quindi funzioni prensili, o tattili: quest'ultima è dovuta ai peli meccanorecettori distribuiti sui diversi articoli.

Le 4 paia di zampe ambulatorie, di vario aspetto, possono avere anche lo scopo di trattenere la preda, dipanare la seta, scavare, ecc. Gli articoli che costituiscono le zampe sono denominati coxa, trocantere, femore, patella o genua, tibia e tarso. In alcuni casi i diversi articoli si fondono tra loro.

L'opistosoma, che costituisce la parte terminale del corpo con segmenti privi di appendici, presenta in posizione ventrale lo sbocco del tubo digerente con l'apertura anale, anteriormente alla quale si osserva quella genitale. Alla sua estremità a volte porta le filiere.

Per quanto si riferisce all'anatomia (fig. 45), il tegumento è generalmente molto sottile. Esso consta di una membrana basale, sopra cui si trova l'epidermide ed è coperto da una cuticola ricca essenzialmente di chitina. Tale struttura è quella tipica di tutti gli Artropodi.

Circa il **sistema digerente**, va sottolineato che gli Acari si nutrono essenzialmente di sostanze liquide; molti sono però in grado di consumare alimenti solidi, grazie all'attività enzimatica del secreto di ghiandole con funzione salivare, localizzate nel prosoma, che dissolvono già all'esterno della bocca i tessuti della preda o dell'ospite; il liquido così elaborato viene poi aspirato e ulteriormente digerito e assimilato nel canale digerente. Questo è suddiviso in intestino anteriore, medio e posteriore. Nell'intestino anteriore la faringe aspira e filtra gli alimenti semifluidi

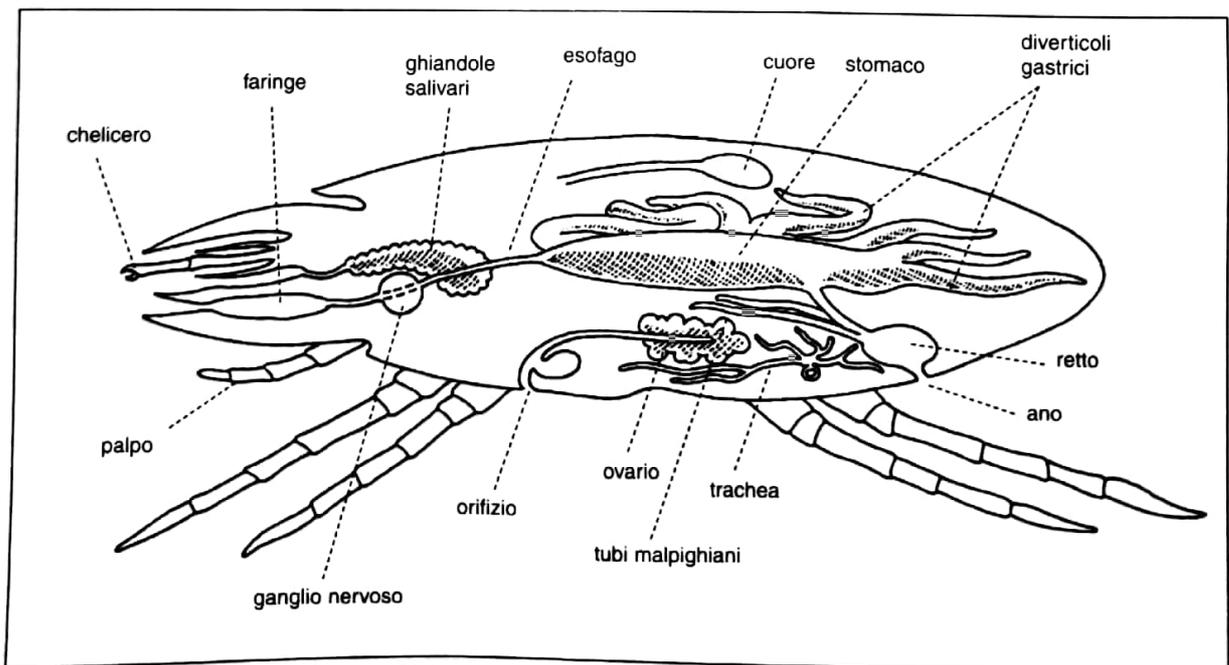


Figura 45 - Schema dell'organizzazione generale di un Acaro (ridisegnato; da Colosi).

che successivamente raggiungono l'intestino medio, fornito di diverticoli laterali, in cui sono presenti cellule aventi la funzione di secernere succhi gastrici, mentre altre hanno lo scopo di assorbire le sostanze nutritive. L'intestino posteriore è di solito molto breve.

Il **sistema escretore** comprende due tubi malpighiani.

Il **sistema circolatorio** è per lo più lacunare, quindi senza vasi differenziati né cuore, tranne che in specie non aventi a che fare con le derrate.

Il **sistema respiratorio** è di tipo tracheale, come quello degli Insetti. In diversi gruppi di Acari, tra cui quelli che qui si considerano, non si osserva la presenza di stigmi e trachee: in questo caso, si ipotizza che posseggano respirazione anaerobica, oppure che gli scambi gassosi avvengano direttamente grazie al tegumento non inspessito.

Il **sistema nervoso** comprende un ganglio sopraesofageo unito, mediante commisure, con coppie di gangli disposti ventralmente. Gli occhi sono semplici, in numero vario (da 5 a 12); molti Acari sono però ciechi. Particolarmente sviluppato è il senso del tatto.

L'**apparato riproduttore** richiama nel complesso quello degli Insetti. I sessi sono separati. Gli organi genitali possono presentare strutture assai complesse.

La riproduzione è ovipara o, raramente, ovovivipara. Fra gli Acari si ha qualche caso di partenogenesi.

Le uova, per lo più numerose, sono deposte in luoghi vari, sui vegetali, su altri animali o sul terreno. Le forme neonate sono sempre sensibilmente diverse dagli adulti e devono subire metamorfosi più o meno vistose prima di assumere la forma definitiva: di regola le forme giovanili, o larve, hanno 3-4 paia di zampe e conducono vita attiva; effettuano numerose mute prima di raggiungere la maturità sessuale. Si conoscono vistosi casi di dimorfismo sessuale.

Con tanta varietà di forme e strutture, si osservano grandi differenze nei modi di vita e di habitat. Vi sono infatti acari liberi ed acari parassiti; i primi stanno nel terreno, nel muschio, nelle grotte, nelle acque marine, salmastre o dolci. I secondi danneggiano i prodotti agricoli e le sostanze alimentari, infestano vegetali e animali di ogni specie, non escluso l'uomo, provocando malformazioni e malattie, con la trasmissione di germi patogeni. Molte specie, che vivono libere allo stato adulto, sono parassite in quelli giovanili, o viceversa.

La sottoclasse degli Acari, con oltre 6.000 specie note, comprende, secondo alcuni autori, 7 Ordini – *Opilioacarida* (= *Notostigmata*), *Holothyrida* (= *Holothyroidea*, *Tetrastigmata*), *Ixodida* (= *Metastigmata*), *Gamasida* (= *Mesostigmata*), *Actinedida* (= *Prostigmata*), *Acaridida* (= *Astigmata*), *Oribatida* (= *Cryptostigmata*) – con numerosissime Famiglie.

Gli acari che si possono rinvenire sulle derrate appartengono agli ultimi quattro Ordini summenzionati: fra questi, di gran lunga il numero dominante è costituito dagli *Acaridida*, con circa un centinaio di specie, di ben 23 famiglie.

Si tratta, nella generalità dei casi, di esseri dal colore tipicamente bianco pallido, con cuticola debolmente inspessita, forniti di larghi cheliceri con i quali sono in grado di raschiare il cibo (cfr. figg. 44, 45). La caratteristica biologica essenziale di molti *Acaridida* è di avere nel loro ciclo uno stadio facoltativo, chiamato "ipopiale". Dall'uovo infatti nasce una larva esapoda che attraverso una muta assume la forma di larva ottopoda e successivamente, a seguito di altre mute, progressivamente si accresce fino a dar luogo all'adulto; fra la II e la III muta può apparire lo stato ipopiale. In tale situazione l'acaro non si nutre ed è in grado di sopportare condizioni avverse di ambiente, anche per più di un anno; si verifica così un ritardo nell'impoverimento del substrato. Inoltre, risultando frenato l'aumento di densità della popolazione, si riduce la competizione intraspecifica.

Diversi studi sull'alimentazione di alcuni tra i principali acari infestanti le farine hanno dimostrato che la formazione di tale stadio non è legata però solo a carenze di pabulum, ma anche a fenomeni fisiologici. Specie in grado di resistere per caratteristiche naturali alle variazioni di temperatura e umidità e capaci di sopportare lunghi periodi di digiuno non presentano invece lo stadio ipopiale.

Diversi acari vivono, in natura, nei nidi di topi e di uccelli, nonché di Imenotteri Apoidei (bombi in particolare), con nidi nel terreno. Si ricordano, tra gli altri, *Glycyphagus domesticus* (Deg.), *Acarus siro* s.l. (L.) e *Tyrophagus putrescentiae* (Schrk.).

Spesso, ma in particolare in estate ed autunno, finiscono con l'abbandonare, generalmente nello stadio ipopiale, i nidi in cui sono stati ospitati giungendo sulle derrate che infestano, trasportati direttamente da uccelli, roditori o dagli stessi bombi, oppure trascinati dal vento, con il pulviscolo atmosferico.

Il numero di specie infestanti le derrate è in continuo aumento. In Canada, 20

nuove entità sono state rinvenute infestanti tra gli anni 1940 e 1950 ed altre 30 nel decennio successivo. Si ritiene che questo fatto sia stato determinato, così come si è verificato per gli insetti, dall'aumento dello stoccaggio delle riserve alimentari in tutto il mondo, oltre che dall'incremento dei commerci e dall'industrializzazione delle produzioni.

Le specie che più frequentemente si riscontrano nei depositi di prodotti alimentari in Italia sono una trentina; vengono qui di seguito fornite le caratteristiche biologiche essenziali degli acari più diffusi.

Famiglia Acaridae

Acarus siro s.l. (L.) (fig. 1) - Detto comunemente "acaro della farina", reperibile nei magazzini e nei campi; si tratta in realtà di un complesso di specie ben distinte, sia morfologicamente che per il loro comportamento biologico, precisamente *Acarus siro* (L.) s. str., *A. immobilis* (Griffiths) e *A. farris* (Oud.). Mentre quest'ultimo, vivendo per lo più nei nidi di uccelli, è stato rinvenuto anche su frumento, mangime per polli, formaggi, *A. immobilis* vive di solito in campagna e solo in via occasionale è stato trovato su cereali non lavorati in magazzini di aziende agricole. *A. siro* s. str., infine, infesta frumento danneggiato di cui attacca gli strati superficiali, o la farina e non è in grado di solito di approfondirsi nel substrato per più di 5-10 cm, risultando comunque la specie più dannosa nei mulini; *A. siro* solo eccezionalmente presenta lo stato ipopiole.

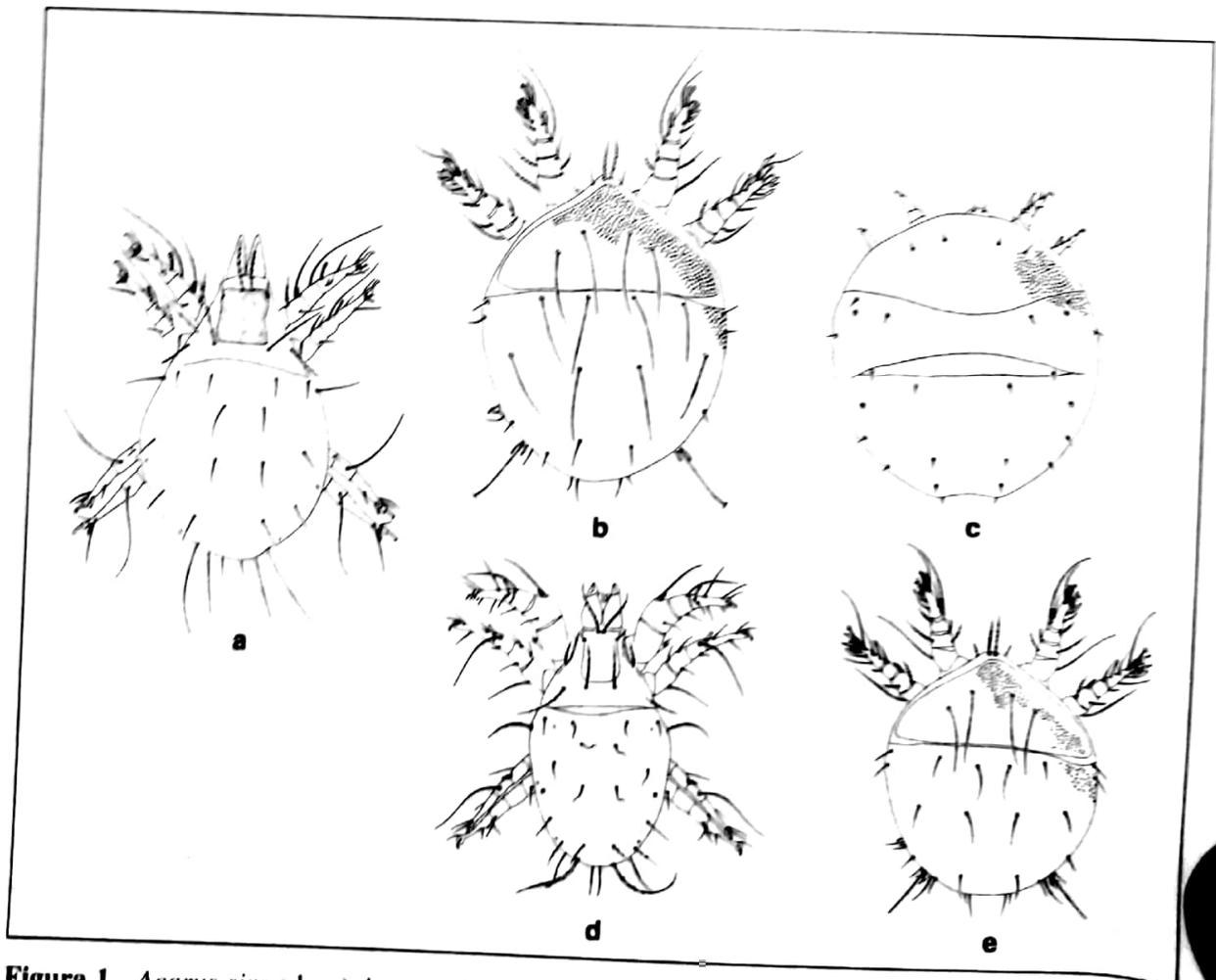


Figura 1 - *Acarus siro* s.l.: a) *Acarus siro* s. str., femmina; b) ipopio; c) *Acarus immobilis*, ipopio; d) *A. farris*, maschio; e) ipopio.

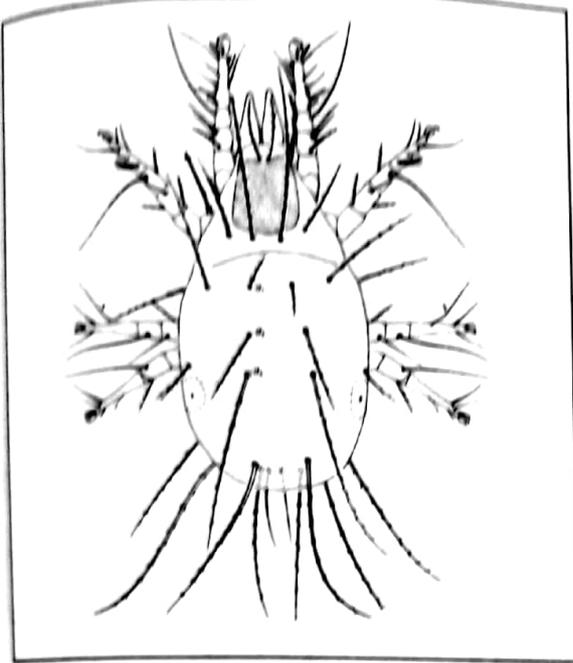


Figura 2 - *Tyrophagus putrescentiae*.

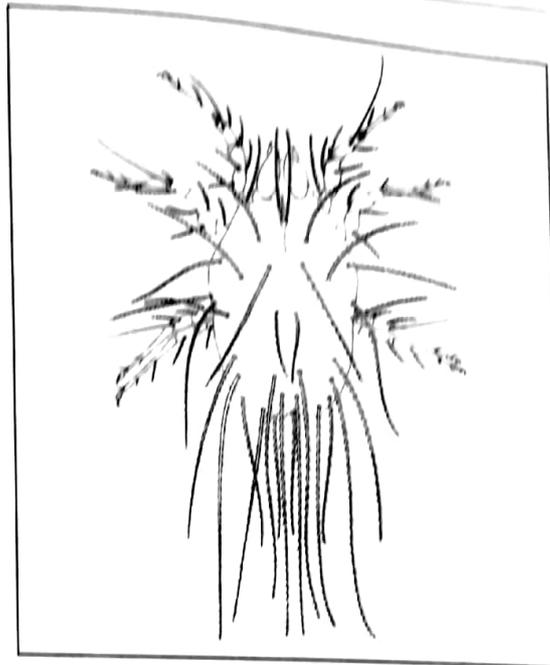


Figura 3 - *Glycyphagus domesticus*.

Colonizzazioni da parte di gran numero di individui, escrementi, spoglie, determinano odore sgradevole alle farine, che non possono più essere utilizzate per la panificazione. Inoltre le infestazioni provocano dermatiti agli operatori. Il ciclo, in condizioni ottimali (23 °C e 87% di U.R.), si completa in 9-11 giorni.

Tyrophagus putrescentiae (Schrk.) (fig. 2) - Si trova frequentemente associato a prodotti contenenti un'alta percentuale di grassi e di proteine. Per questo motivo vengono facilmente aggrediti semi di lino, polvere di uova, formaggio, prosciutti e insaccati in genere, copra, arachidi, banane essiccate, farine di carne. Si alimenta comunemente di micelio fungino. È forse l'acaro più dannoso per le derrate conservate. Cosmopolita, a 23 °C e con l'87% di U.R., completa il ciclo di sviluppo in 2-3 settimane.

Glycyphagus domesticus (Deg.) (fig. 3) - Cosmopolita, ma più frequentemente rinvenibile in ambienti dal clima temperato, attacca farina, frumento, tabacco, zucchero, formaggio, ecc. È specie molto comune, che si rinviene anche su vegetali secchi e residui animali, nei magazzini e nelle abitazioni. È in grado di resistere a bassi tenori di U.R. ambientale, in particolare nello stadio di ipopio. Le condizioni ottimali di sviluppo sono 23-25 °C, con U.R. dell'80-90%. In questa situazione

l'acaro completa il suo ciclo in 22 giorni. Sono stati segnalati casi di dermatiti provocate da *G. domesticus* su addetti alla conservazione di formaggi e carni in stagionatura.

Tyrollichus casei (Oud.) (fig. 4) - Comunemente noto come "acaro del formaggio", si rinviene anche su granaglie, farina umida e vecchi favi da miele. È specie micofaga. Il ciclo di sviluppo si completa in 15-18 giorni a 23 °C e con U.R. dell'87%.

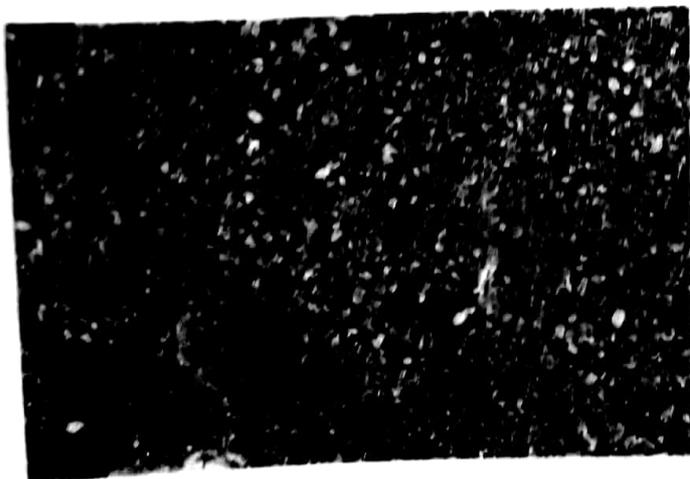


Figura 4 - *Tyrollichus casei* su formaggio stagionato.

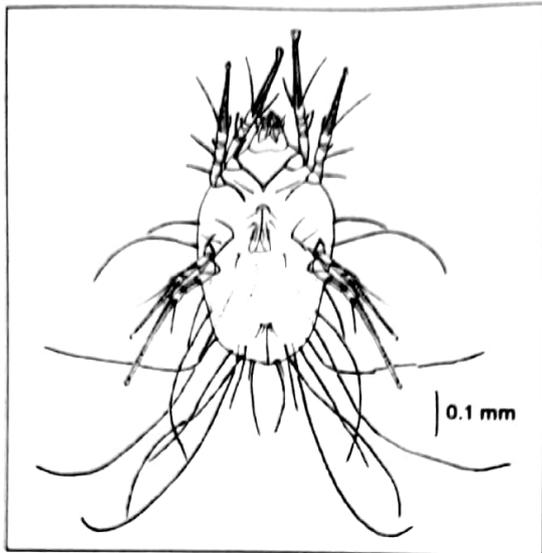


Figura 5 - *Lepidoglyphus destructor*.



Figura 6 - *Carpoglyphus lactis*.

Lepidoglyphus destructor (Schrk.) (fig. 5) - Cosmopolita e frequentemente associato con *Acarus siro*. Attacca frumento conservato, frutta secca, formaggio, fieno e paglia. Si distingue dagli altri acari che possono infestare le farine per la celerità dei movimenti. Si rinviene pure nei nidi di topi e di bombi, che sono il suo habitat naturale; è da considerare specie strettamente micofaga.

Carpoglyphus lactis (L.) (fig. 6) - È esclusivamente infedato a prodotti contenenti acido lattico, acetico e succinico. Si trova quindi su residui di succhi di frutta o di vino, su tappi di sughero, patate marce, farina deperita, latte e marmellata. Solo occasionalmente presenta la forma ipopiale.

Gohieria fusca (Oud.) (fig. 7) - A volte colonizza con popolazioni molto numerose farina, riso, granaglie e crusca. In condizioni ottimali (24-25 °C) il ciclo si completa in 11-23 giorni.

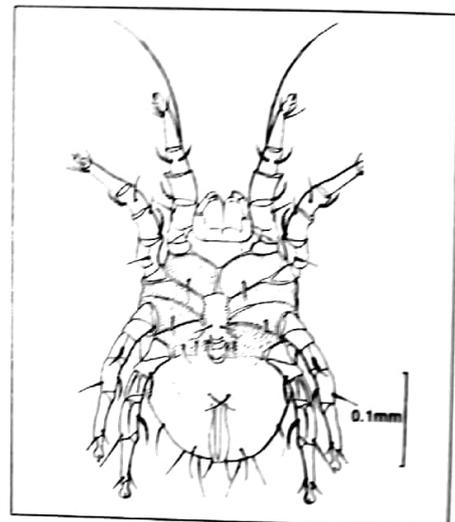


Figura 7 - *Gohieria fusca*.

Famiglia Cheyletidae

Cheyletus eruditus (Schrk.) (fig. 8) - È presente molto spesso nelle derrate infestate da altri acari, di cui si può considerare il predatore più comune. L'apparato boccale in questo caso è provvisto di cheliceri stilettiformi, con cui attacca la vittima, perforandone il tegumento, per suggerne l'emolinfa. Nel periodo invernale, rallentandosi il ciclo di sviluppo, non svolge rilevante azione di contenimento degli acari

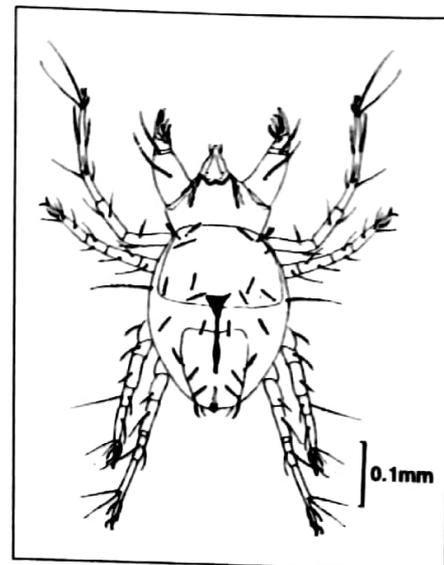


Figura 8 - *Cheyletus eruditus*.

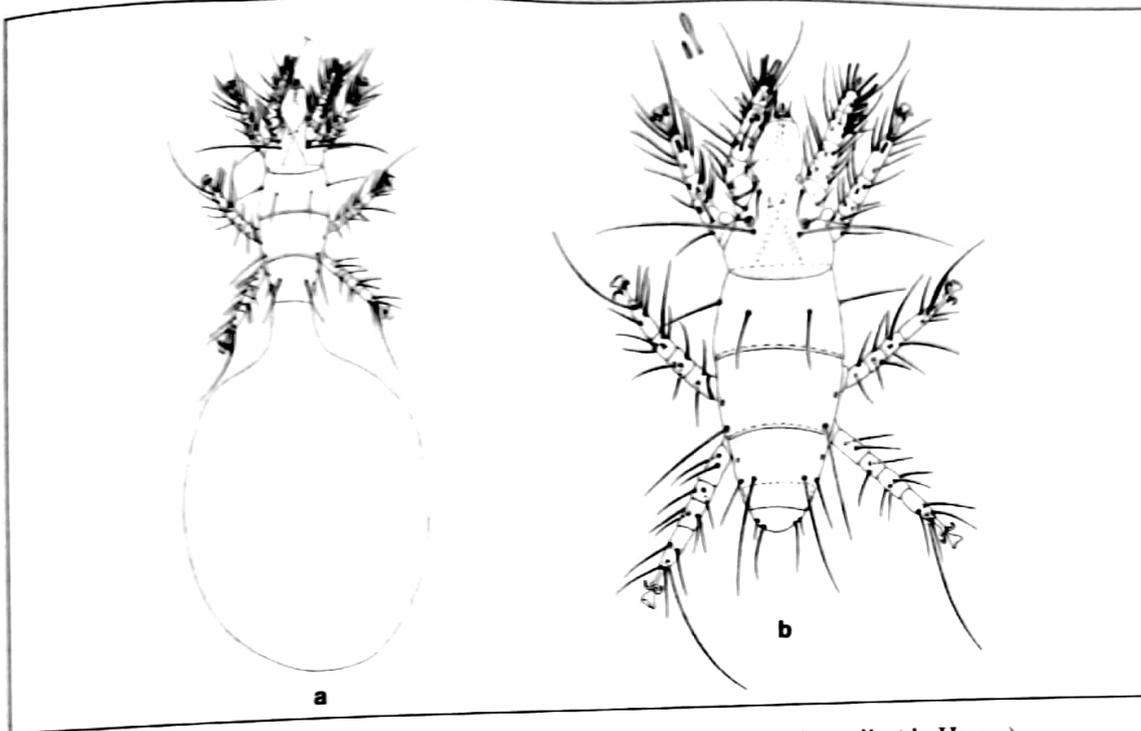


Figura 9 - *Pyemotes herfsi*: a) femmina gravida; b) femmina in età giovanile (da Huges).

direttamente infestanti le derrate, che si riproducono più velocemente, favoriti anche dalla contemporanea maggiore umidità ambientale. La sua presenza invece può divenire importante per un controllo biologico delle infestazioni nel periodo estivo. Purtroppo però, in tal modo, in autunno le infestazioni sulla farina o sui cereali a volte sono da attribuirsi essenzialmente a questa specie.

Famiglia Pyemotidae

Pyemotes herfsi (Oud.) (= *Pyemotes ventricosus* Newport) (fig. 9) - Si tratta di specie dal corpo allungato, caratterizzata da movimenti molto rapidi, predatrice di larve di Coleotteri e Lepidotteri infestanti i magazzini. La femmina gravida presenta addome vistosamente rigonfio, quasi a botticella. Causa dermatiti gravi negli operatori a contatto quotidiano con insetti infestati dall'acaro.

Danni

Gli acari causano ogni anno gravi perdite alle industrie di trasformazione e di conservazione. Infatti, gli alimenti aggrediti vengono resi inutilizzabili anche quando l'attacco è ridotto. Ciò in conseguenza del fatto che l'azione nociva non è limitata alla distruzione del substrato, ma anche a modificazioni fisico-chimiche o biologiche che gli acari stessi arrecano al mezzo considerato; si registrano infatti aumento del grado di umidità e della temperatura, propagazione e sviluppo di muffe e microrganismi favorevoli alla putrefazione, inquinamento dovuto alle loro deiezioni, presenza delle spoglie. Tali trasformazioni sono di solito più nocive che le perdite in quantità di alimento provocate dagli stessi.

D'altra parte, frequentemente gli alimenti contaminati presentano la comparsa simultanea, o in successione, con interrelazioni o addirittura in competizione, di

diverse specie di acari. Ecco quindi che la derrata, a volte nel contempo invasa da insetti, ospita acari che si nutrono a spese di idrati di carbonio, altri di lipidi o proteine: alcuni sono propriamente micofagi, o comunque in grado di alimentarsi contemporaneamente sia del substrato, sia delle muffe che vi si sviluppano; altri invece sono predatori, oppure vivono a spese delle spoglie sia di insetti, sia degli stessi acari presenti.

In merito all'imbrattamento dei cibi, si ricorda che gli escrementi di questi piccolissimi infestanti sono generalmente costituiti da prodotti azotati (circa l'85%), che stimolano lo sviluppo di microrganismi, esercitando così un'ulteriore azione deleteria sui prodotti. Ad esempio, studi effettuati sugli acari delle farine hanno posto in luce come le infestazioni determinino un'alterazione del tenore di azoto, la diminuzione delle albumine e dei monosaccaridi, il contemporaneo aumento dell'acidità totale e dei disaccaridi.

In queste condizioni muffe e batteri si sviluppano molto facilmente, provocando una ulteriore diminuzione delle albumine, con conseguente riduzione della digeribilità. Si aggiunga la presenza sulle derrate di persistente odore acre, sgradevolissimo, al punto da renderne a volte improponibile l'impiego per l'alimentazione.

Spesso infine provocano effetti negativi sulla salute. Le conseguenze principali delle loro infestazioni sono allergie, dermatiti, asma e disturbi gastrici. Sull'argomento esiste un'abbondante letteratura medica.

Come si è accennato relativamente alle specie precedentemente illustrate, una delle caratteristiche essenziali per consentire la moltiplicazione degli acari delle derrate è un'elevata umidità ambientale; si aggiungono inoltre un basso contenuto in ossigeno e l'assenza di illuminazione.

L'umidità del substrato è condizione essenziale per la loro vita, non tanto come sorgente d'acqua, di cui questi artropodi si approvvigionano durante la nutrizione, quanto in rapporto a fenomeni di respirazione e traspirazione cuticolare. La cuticola – come è già stato ricordato – è infatti molto sottile, per cui è facile la disidratazione: per questo motivo non tollerano di solito umidità inferiore al 60%, mentre per alcune specie l'U.R. ottimale si avvicina addirittura al 100%.

L'umidità delle derrate e quella dell'aria circostante sono in stretta correlazione ed in costante, reciproco equilibrio dinamico; di conseguenza, un'elevata umidità ambiente creerà nel substrato un aumento dell'umidità relativa, determinando così le migliori condizioni per il loro insediamento e moltiplicazione. Al contrario, la ventilazione e il condizionamento, abbassando l'umidità ambiente, determinano una riduzione di quella del potenziale pabulum, rendendo più difficili, se non impossibili, le condizioni di vita a questi infestanti.

In relazione alla temperatura, gli acari delle derrate sono nel complesso meno esigenti che nei confronti dell'umidità. I valori minimi variano dagli 8 °C (*Acarus siro*), ai 20-21 °C (*Aleuroglyphus ovatus*).

Anche i substrati nutritivi possono essere molto diversi. La maggior parte è in grado di utilizzare ogni tipo di sostanza di origine vegetale o animale; in alcuni casi la scelta è invece ridotta ad un solo alimento. Le conoscenze a questo riguardo sono però incomplete. Talvolta è difficile stabilire se gli acari si nutrono direttamente del prodotto su cui si sono insediati, o della microflora che lo ricopre. In alcuni casi è stato possibile mostrare correlazioni tra substrato, metaboliti e specie presenti. È inoltre possibile che la scelta di alcuni acari per determinati substrati alimentari non sia operata tanto per le caratteristiche chimiche che questi possiedono, quanto per lo stato strutturale adatto. Per esempio, specie appartenenti ai generi *Tyrophagus* e *Gohieria* si sviluppano solo in prodotti alimentari polverulenti.

Acari

Il succedersi delle loro infestazioni in qualsiasi magazzino è condizionato nel complesso da fattori biotici e abiotici. I rapporti intercorrenti tra diverse specie nei magazzini di cereali e nei locali di stagionatura di insaccati e formaggi vengono esaminati al capitolo *Biocenosi nei reparti produttivi e nelle derrate immagazzinate*, cui si rimanda.