

ENTOMOLOGIA AGRARIA

09/03/20

Morfologia: aspetto esteriore
 Anatomia: panoramica sui sistemi interni
 Biologia come vivono
 Ecologia come si rapportano all'ambiente

EVOLUZIONE DEGLI INSETTI

Insetti = 6 zampe!

Origine a 400 milioni di anni fa da organismi acquatici che hanno colonizzato l'ambiente terrestre grazie allo sviluppo di esoscheletro, corpo segmentato che permette di adattarsi a varie situazioni.

La prima forma più primitiva è quella della classe degli Entognati che presentano mascelle nascoste. In seguito si è sviluppata la classe degli Ectognati che portano mandibole esposte. Questi ultimi rappresentano gli insetti in senso stretto

→ **Entognati**: insetti in senso lato. Insetti atteri, ovvero senza ali.

Comprendono 3 ordini: *Collemboli*, *Proturi* e *Dipluri*. Organismi atteri, talvolta sprovvisti di occhi o antenne, solitamente terricoli

→ **Ectognati**: distinti in due sottoclassi ovvero apterigoti e pterigoti rispettivamente senza ali (come pesciolino d'argento) e con ali:

- **Apterigoti**, di cui due ordini: *Microcorifi* e *Zigantomi* (o *Tisanuri*). Sprovvisti di ali

- **Pterigoti**, ordini: efemerotteri e odonati poi lepidotteri, coleotteri ecc

PTERIGOTI: insetti che hanno avuto il maggior successo evolutivo e sono i più sviluppati e diffusi

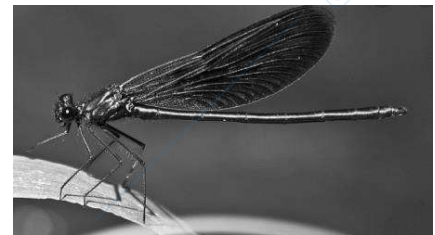
Efemerotteri e Odonati: primi due ordini di insetti provvisti di ali, vivono tra l'ambiente acquatico e quello terrestre.

Appartengono alla subcoorte dei Paleotteri, ovvero a riposo tengono le ali chiuse in posizione perpendicolare al corpo. Es. di odonati = libellule

Al contrario la subcoorte Neotteri, ovvero la maggior parte degli insetti, hanno sviluppato un'articolazione in più che permette loro di chiudere le ali a "portafoglio"



Efemerotteri



Odonati

SVILUPPO POST-EMBRIONALE/METAMORFOSI

In base allo sviluppo post-embriale, ovvero in base al modo di fare metamorfosi una volta che le uova sono schiuse, gli insetti si possono definire

- **ETEROMETABOLI**: Sviluppano da uovo ad adulto attraverso stadi simili tra loro, quindi non nascono come larve.

Appartengono a questo gruppo: (importanti in grassetto)

Polineotteri

- Plecotteri, Embiotteri, Zoratteri
- **Ortotteri** (> 25.000 specie)
- Fasmatoidei, Dermatteri, Grilloblattodei, Mantofasmatoidei
- Blattari (Blattodei)
- Isotteri
- Mantodei

Gli ortotteri sono i più diffusi, es: locusta

Due gruppi importanti per l'agricoltura: tisanotteri e rincoti o emitteri → tisanotteri = insetti piccoli, max 1-2 mm, corpo allungato e ali strette portate sul dorso

→ emitteri: es afidi

Paraneotteri

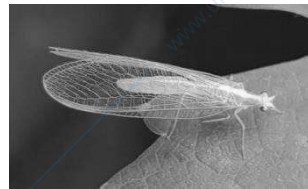
- Psocotteri
- Ftiratteri (Mallofagi e Anopluri)
- **Tisanotteri** (> 5.000 specie)
- **Emitteri** o Rincoti (> 65.000 specie)



Tisanottero

- OLOMETABOLI: nascono come larve, quindi con aspetto molto diverso alla forma adulta e passano per lo stadio di pupa. (importanti in grassetto)

- **Neurotteri**, Rafidiotteri, Megalotteri
- **Coleotteri** (> 350.000 specie)
- Strepsitteri, Mecotteri, Sifonatteri
- **Imenotteri** (> 120.000 specie)
- **Ditteri** (> 120.000 specie)
- **Lepidotteri** (> 150.000 specie), Tricotteri



Neurotteri: nella ali hanno fitte nervature



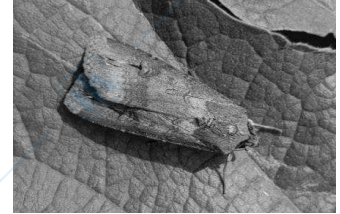
Coleotteri: ali anteriori spesse e robuste che proteggono le ali posteriori. Maggiolino, coccinella



Ditteri: due ali solo, non 4 come la maggior parte degli insetti. Sono mosche, moscerini e zanzare



Imenotteri: api, vespe, calabroni e formiche. Hanno ali membranose (imene). In realtà la maggior parte degli imenotteri non ha aculei con cui possono ferire l'uomo, piuttosto hanno modalità per ferire altri insetti



Lepidotteri: farfalle

MORFOLOGIA ESTERNA

Il **corpo** degli insetti è composto da 3 parti sostanzialmente, un **capo** che porta l'apparato boccale, occhi e antenne, segue il **torace** su cui si trovano 2 paia di ali e 3 paia di zampe, in seguito vi è l'**addome** solitamente composto da nove segmenti che terminano con organi deputati solitamente alla deposizione di uova o all'accoppiamento.

È avvolto da un tegumento formato da tre strati (dall'interno all'esterno): **membrana basale, epidermide, cuticola**.

Cuticola: impedisce la perdita di acqua a mantiene i fluidi dell'emocele in un equilibrio osmotico adeguato al funzionamento dei diversi apparati. La cuticola costituisce l'esoscheletro, gli apodemi (supporto ai muscoli), il rivestimento di organi esterni (ali) e interni (intestino anteriore e posteriore).

È costituita a sua volta da 3 strati:

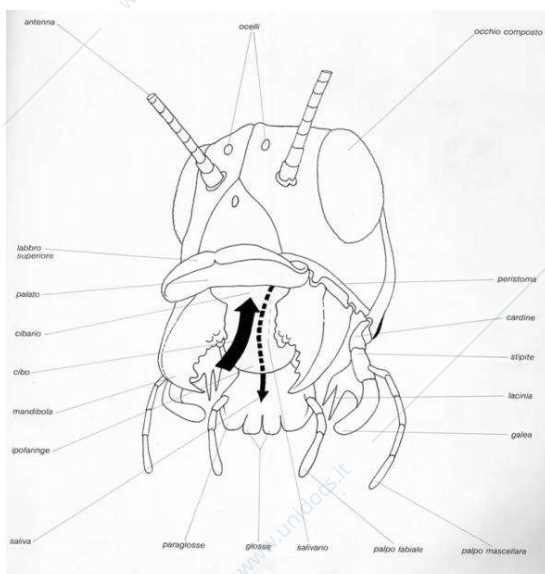
→ **epicuticola** = protezione, idrorepellenza

→ procuticola = di cui 2 strati, **endocuticola** ed **esocuticola** attraversate da pori. È ricca di due sostanze organiche piuttosto abbondanti, soprattutto la chitina, polimero della n-acetil glucosammina, un carboidrato complesso, ma si trovano anche delle proteine tra cui la resilina che permette elasticità.

Sono tutti prodotti dall'epidermide che permette quindi la formazione del rivestimento esterno e così anche la degradazione della vecchia cuticola per permettere la muta.

- **IL CAPO** contiene le appendici boccali e alcuni organi di senso (es, sensilli, occhi composti, ocelli, antenne)

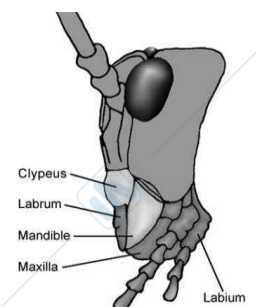
→ **APPARATO BOCCALE MASTICATORE:** due mascelle membranose e due mandibole dure con labbro superiore e inferiore, una lingua, in cui sotto scorre la saliva prodotta sopra il clipeo, e sopra il bolo (canale salivare e alimentare). Mandibole per mordere e mascelle per masticare.



Fitofagi: si nutrono di tessuti e organi vegetali:

- Fillofagi: foglia
- Blastofagi: fusti e germogli
- Antofagi: fiori
- Carpofagi: frutti
- Spermofagi semi
- Xilofagi tronchi
- Rizofagi: radici

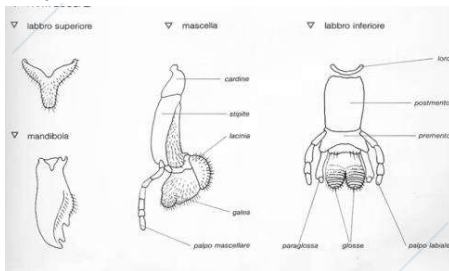
Un insetto può rientrare in più categorie



Fillofagi:

Erodono le foglie tramite la masticazione, con un apparato boccale masticatore appena descritto. La fillofagia si trova in lepidotteri (larva) e coleotteri (larva e adulto), oltre a ortotetteri (vari stadi) e imenotteri sinfiti (larve)

OT- imenotteri sinfiti: come api ma non mangiano nettare bensì foglie allo stato di larva



Apparato boccale delle vespe: masticatore, mandibole molto grosse per lacerare solitamente la frutta, dietro però hanno un organo che serve per spazzolare i liquidi

Fillominatori: sottordine, scavano gallerie all'interno delle foglie dette mine fogliare. Come ci si accorge della presenza dei minatori? Si notano dei disegni sulle foglie che corrispondono alle gallerie. La forma delle mine indica che insetto è presente

→ **APPARATO BOCCALE PUNGENTE SUCCHIANTE**

Fitomizi: succhiano letteralmente dalla pianta la linfa grezza o elaborata attraverso stilette che perforano e poi si adattano ad aspirare. I primi sono xilemomizi, i secondi floemomizi, oppure se succhiano i succhi cellulari si tratta di plasmomizi.

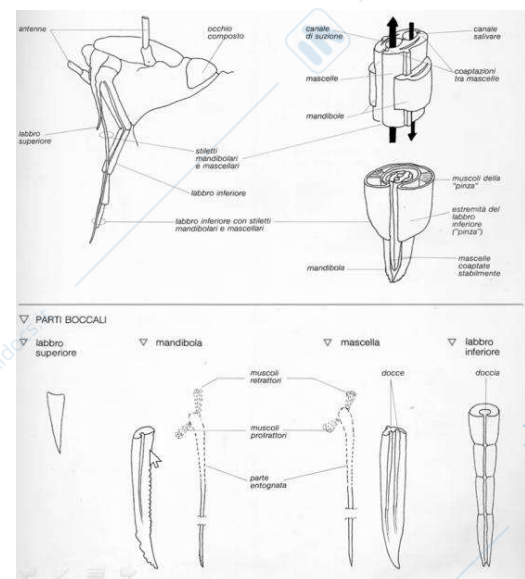
- I danni sono di sottrazione della linfa, induzione di deformazioni, introduzione di sostanze sgradevoli, escrezioni di melata (acqua e carboidrati) che induce lo sviluppo di funghi superficiali, oltretutto questi insetti facilmente trasmettono patogeni quali virus, batteri e fitoplasmii (es xilella)

- I fitomizi sono per di più emittenti (divisi in omotteri ed eterotteri) e tisanotteri oltre che acari. Gli afidi sono i più conosciuti, in seguito si hanno cocciniglie, aleurodidi

→ **Struttura boccale degli emittenti:** Stilette lunghe e sottili che pungono e poi si dispongono in modo da succhiare.

Innanzitutto l'apparato boccale è atto a pungere per poter iniettare la saliva e comportare un'alterazione della zona per facilitare la suzione, in seguito vi è un apparato filtrante detto **camera filtrante**, che trattiene i componenti azotati facendoli confluire verso il percorso digestivo, separandoli dai carboidrati che invece vengono portati direttamente all'intestino posteriore ed espulsi formando quindi la melata. Questo perchè la linfa contiene pochi elementi azotati quindi necessitano di aspirarne tanta e quindi molti carboidrati risultano in eccesso

Dal capo dell'animale si nota un prolungamento chiamato rostro che accoglie gli stilette mandibolari e mascellari al cui interno, grazie a due scanalature vanno a formarsi due canaletti, uno succhiante e uno salivare con cui rilascia la saliva nella pianta. Quindi ogni qual volta l'insetto andrà ad aspirare linfa, unirà le mascelle in modo da creare i canali di suzione



I fitomizi più conosciuti sono gli afidi in quanto sono ubiquitari e si possono trovare in ogni pianta. Ma importanti sono anche le psille, le cocciniglie e gli aleurodidi (mosca bianca)

→ **Tisanotteri e ciadellidi:** fitomizi che non producono melata ma escrementi diversi che possono solidificarsi. Pur non emettendo melata creano problemi estetici per frutti o piante ornamentali.

Questi solitamente hanno **apparati boccali corti**, non succhiando in profondità ma limitandosi all'epidermide. Provocano danni indiretti per la trasmissione di virus e fitoplasmii

→ **Acari:** gli acari fitofagi si nutrono pungendo con gli stilette le cellule dell'epidermide e del mesofillo e aspirandone i protoplasti. Es: ragno rosso della vite e dei fruttiferi



GALLIGENI

Insetti in grado di indurre galle, ovvero modificazioni nei tessuti che creano concrescenze abnormi. Producono sostanze simili a ormoni per modificare i tessuti in morfologia e composizione chimica in modo che l'insetto trovi protezione e risorse all'interno. Solitamente infatti sono maggiormente ricche di carboidrati, lipidi e proteine e sostanze utili all'insetto entro cui esso vive. Le galle sono indotte da escrezioni salivari e anali e di ghiandole. Quindi l'insetto modifica la forma e la composizione per creare un ambiente ottimale a sé stesso.



BLASTOFAGI: si nutrono di fusti verdi e foglie con apparato masticatore. Modificano gli apici fogliari per conferire una forma a sigaro

ANTOFAGI: si nutrono di fiori, sono molto comuni tra i tisanotteri. Di solito non causano danno perché diradano i fiori permettendo un maggiore dimensionamento del frutto → diradamento naturale. Se il fenomeno è eccessivo allora diventa problematico.

CARPOFAGI: si nutrono di frutti (rincoti, lepidotteri, ditteri e coleotteri). Modificano l'organo commerciale sia per le gallerie che provocano sia per le infezioni che ne conseguono
Fitomizi carpo-fagi: cimice

SPERMOFAGI: attaccano i semi

XILOFAGI: si nutrono di tessuti lignificati scavando gallerie e favorendo l'insinuazione di funghi e mettendo a repentaglio la stabilità delle piante. Ma interessa più i forestali.

→ Altri tipi di apparati boccali:

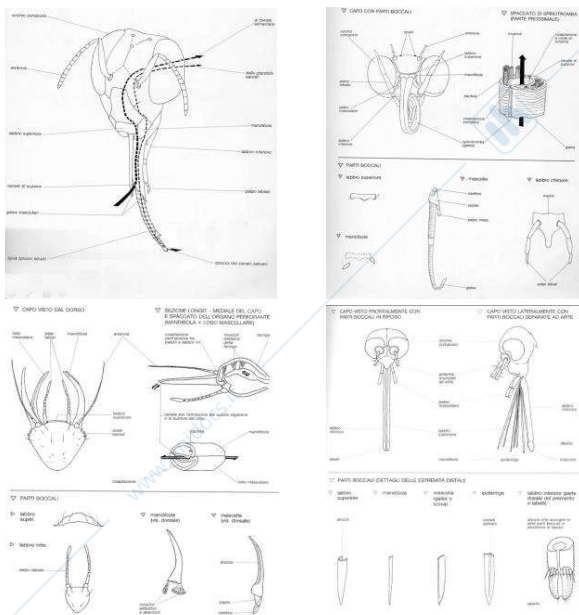
Ape: lungo prolungamento detto ligula che si chiude con delle membrane permettendo l'introduzione del nettare. Non punge e quindi si tratta di un apparato lambente succhiante

Lepidotteri: hanno la spirotromba, ovvero due tubicini uniti insieme, raccolti a spirale, tuttavia non hanno funzione lambente ma solo succhiante

Tisanotteri: pungente succhiante ma corto, aspira solo gli strati superficiali

Larve di neurotteri: sempre pungente succhiante ma ha 4 stilette sono disposti a forcipe con cui vanno a pizzicare la preda e poi aspirarla

Ditteri: possono avere apparato boccale pungente succhiante come le zanzare, con 6 stilette costituiti da due mandibole due mascelle, il labbro superiore e l'ipofaringe (una sorta di lingua appuntita), oppure lambente e quindi può solo aspirare liquidi sulle superfici (mosche)



L'apparato boccale masticatore non appartiene solo ai fillofagi ma anche a insetti predatori, es le coccinelle, le vespe
I predatori si nutrono di altri insetti

I parassitoidi scelgono una vittima, la colonizzano e la prole si nutrirà della vittima

Insetti predatori:

Coccinelle: coleotteri con apparato masticatore di tipo predatore.

Mantide: oltre ad avere un apparato masticatore, anche le zampe sono sviluppate per predare

Vespe: apparato masticatore con due mandibole molto robuste. È un masticatore lambente, per questo le vespe si trovano anche sulla melata

Così anche l'apparato pungente succhiante non è solo dei fitofagi:

Antocoride: apparato pungente succhiante, succhia i fluidi corporei degli insetti che preda

QUINDI:

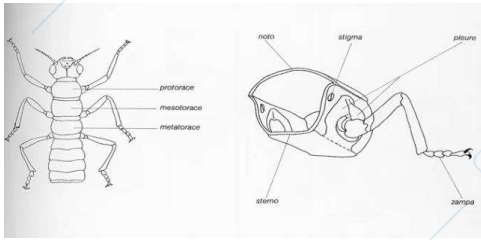
Capire la struttura boccale aiuta a studiare come si approccia l'insetto a nutrirsi e quali sono i suoi alimenti e quindi i danni che può provocare in agricoltura.

10/03/20

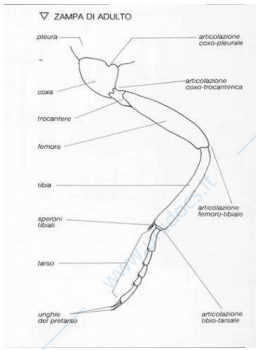
• **TORACE**

→ Tre pezzi, a ogni segmento toracico sono presenti un paio di zampe ed eventualmente anche le ali.

Zampa: coxa, tricantere, femore, tibia e tarso sono le componenti presenti pressoché in tutti gli insetti. Si modificano in base alle abitudini dell'insetto quindi possono essere più muscolose, spatolate, natatorie ecc, per questo sono un elemento importante per capire il comportamento dell'insetto. La pulce possiede due scatti, tra coxa e tricantere e tra femore e tibia, così riescono a saltare in lungo.



Ali: sono possedute solo da adulti, in genere una o due paia. Alcuni hanno ali membranose come mosche e vespe, tipiche quindi di ditteri (due ali, membranose) ed imenotteri (imene=membrana) altri ispessite e colorate come le elitre dei coleotteri, e così fungono anche da protezione per il corpo e per le ali posteriori, che sono quelle usate effettivamente per volare. I coleotteri non volano tanto, i lepidotteri invece si, fanno anche dei chilometri. Un altro caso sono le emielitre, parte dell'ala è colorata e ispessita e parte è membranosa e le chiude sovrapponendole, le possiedono solo gli eterotteri (cimice)



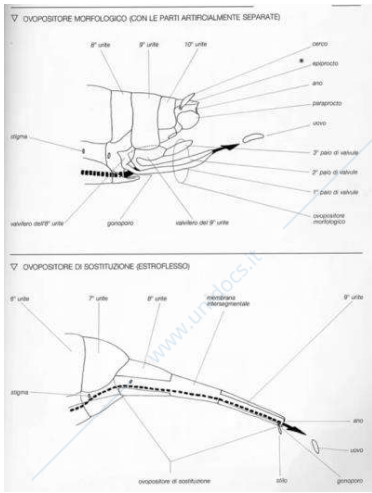
• **ADDOME**

Si compone di solitamente 7 segmenti con una parte dorsale e una ventrale. Alla fine dell'addome molti insetti possiedono delle appendici, che possono essere o solo sensoriali o per trasportare cose o per difendersi. Sempre al termine dell'addome, nelle femmine vi è l'ovopositore, ovvero l'organo per deporre le uova. Può essere una struttura robusta per poter immettere le uova negli alberi ad esempio, o morbida, dipende da dove le uova vengono depositate. Due tipi:

→ **Ovopositore morfologico**, ovvero l'apparato è al di fuori dell'addome, fa parte di esso ma non è creato dall'addome e non è un tutt'uno. È il caso di alcuni fitofagi e parassitoidi con cui questi ultimi infilzano le uova nella vittima, senza ucciderla, l'ovopositore è robusto ma più elastico.

→ **Ovopositore di sostituzione:** le ultime parti dell'addome sono atte a deporre le uova, quindi non hanno un organo autonomo ma è l'addome stesso a fare la funzione

→ **Ovopositore trasformato:** Così nelle api operaie si è modificato in pungiglione. Non avendo le operaie il compito di deporre uova, l'ovopositore si è trasformato in un organo di difesa. Si forma quindi un aculeo scanalato in modo tale che una volta inserito non riesca ad essere tolto se non sventrando il corpo e viene iniettato il veleno anziché uova. È un'arma a doppio taglio perché cercando di togliere il pungiglione anche l'ape si sventra.



ANATOMIA

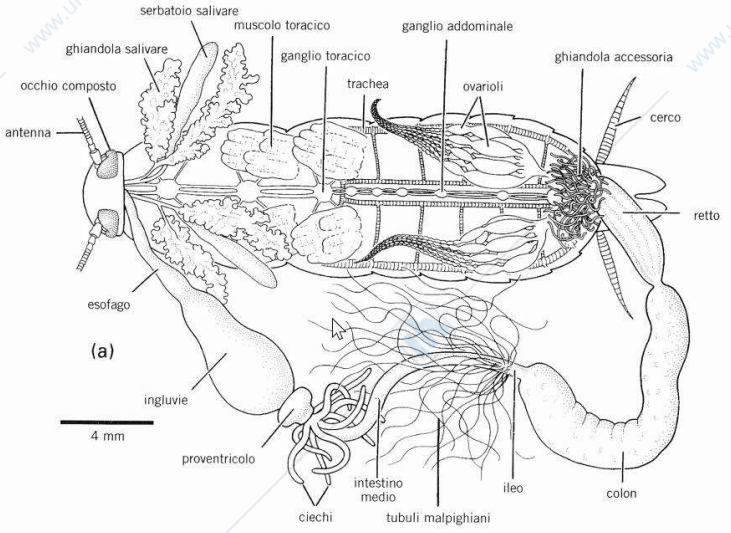
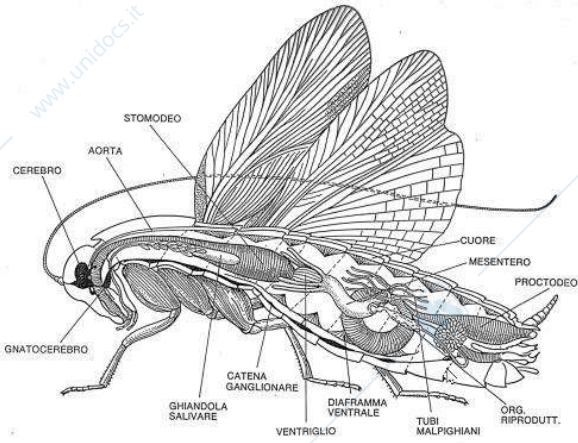


Fig. 15 - Sezione longitudinale del corpo di un insetto adulto. È visibile la disposizione dei principali organi interni. (ridisegnato da Weber).

SISTEMA CIRCOLATORIO

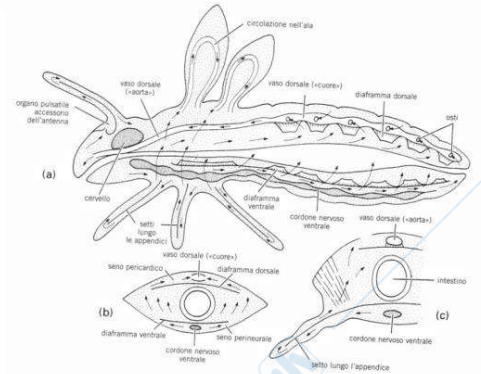
Emolinfa: assomiglia alla linfa e svolge le funzioni del sangue.

Frazione liquida = plasma

Frazione solida = emociti (es leucociti) → Si riscontra quindi anche una sorta di difesa immunitaria

L'emolinfa scorre e trasporta nutrienti e sostanze di rifiuto ma non gas, non ha funzione di trasporto di ossigeno. Inoltre, mantiene costanti pH e pressione permettendo le dilatazioni del corpo nella muta.

Sistema semiaperto dal cuore posto in fondo all'addome verso l'aorta, posta in prossimità del capo. Il corpo degli insetti ha delle cavità dette emocele, entro cui vi scorre l'emolinfa. L'emolinfa viene spinta dal cuore, posto in fondo all'addome, dentro un tubo dorsale attraverso gli ostioli, fori presenti su tutto il tubo che in fondo all'addome servono per immettervi emolinfa, e nel torace per cederla. Il tubo dorsale va ad aprirsi prima del capo in una zona chiamata aorta così da bagnare antenne, occhi e bocca. Quindi l'emolinfa torna a scorrere verso l'addome, bagna gli organi e si inserisce nel tubo vaso dorsale per uscire in corrispondenza del capo.



SISTEMA MUSCOLARE:

fibre che si contraggono con un rapporto diverso di actina e miosina rispetto ai vertebrati, ciò rende possibile alcune attività inimmaginabili in un vertebrato in proporzione.

- Muscoli scheletrici: striati, contrazioni frequenti, si attaccano a invaginazioni dell'esoscheletro dette endoscheletro, servono per l'attacco muscolare. Ogni segmento di una struttura è controllata da due muscoli:

- elevatori e depressori: testa si alza o si abbassa
- adduttori e abduttori: mandibole si aprono e si chiudono
- diretti e indiretti: ali
- intrinseci ed estrinseci: allargano e chiudono rispettivamente le zampe

- Muscoli viscerali: lisci, tappezzano gli organi interni

I fasci muscolari ancorati all'esoscheletro permettono di sostenere il corpo

SISTEMA RESPIRATORIO: stigmi – trachee – tracheole

Possiedono delle aperture tra i segmenti del corpo dette stigmi che danno accesso ad una rete di trachee che diventano sempre più piccole (tracheole) fino a diventare solo gruppi di cellule. Le trachee sono elastiche grazie alla loro struttura ad anelli/spirale

Gli **stigmi** sono presenti in coppie e sono composti di

- peritrema
- atrio: evita l'uscita di acqua
- apparati di chiusura per evitare l'intromissione di parassiti e patogeni. Le trachee sono strutture

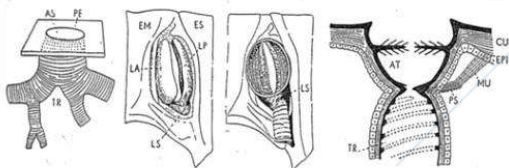


Fig. 84. - Vari comportamenti di spiracoli tracheali. Da sinistra a destra: schema di uno spiracolo senza atrio; secondo spiracolo toracico di *Dissosteira carolina* veduto esternamente; lo stesso veduto internamente (da SNODGRASS); schema di uno spiracolo fornito di atrio (da WEBER); AS, apertura stigmatica; AT, atrio; CU, cuticola; EM, epimero; EPI, epidermide; ES, episterno; LA, LP, labbri di chiusura dello spiracolo; LS, lobo sclerificato; MU, muscolo; PE, peritrema; PS, pezzo sclerificato; TR, trachea.

Particolarità:

→ Gli insetti privi di stigmi sono detti apneusti, respirano attraverso il tegumento che deve essere sottilissimo o attraverso delle estroflessioni dette branche poiché presenti negli insetti acquatici. Inoltre possono avere delle riserve di aria, sono presenti soprattutto in insetti volatori, sia per garantire l'apporto di ossigeno sia per alleggerire il corpo.

- Gli insetti acquatici o acquaioli non possono avere buchi che permettano di entrare l'acqua, quindi:

Acquatici = stanno tranquillamente sott'acqua perché hanno branchie o assorbimento cutaneo

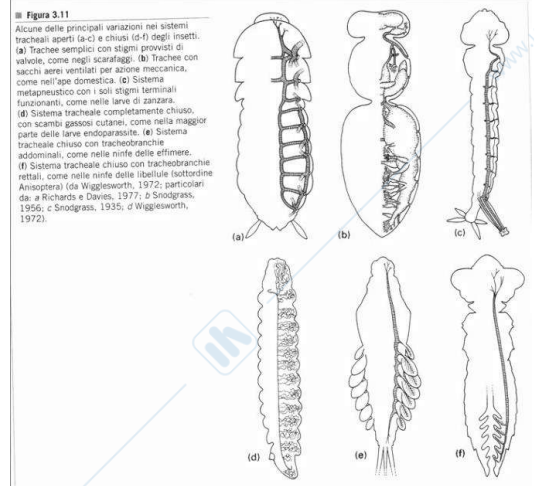
Acquaioli = devono costantemente emergere per fare scorta e poi poter tornare in acqua.

→ Pur essendosi originati nell'acqua, gli insetti hanno avuto molto più successo sulla terra

- Gli insetti parassitoidi:

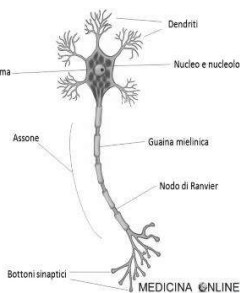
Le larve respirano attraverso la pelle cutanea, il loro esoscheletro infatti è così sottile e cosparso di microtracheole che riesce a far passare l'ossigeno e catturarlo. Altri bucano il tegumento della vittima per respirare

- Un altro modo è l'alternanza di scambio di ossigeno e CO₂ → gli stigmi del torace inspirano ossigeno e nell'addome invece rilasciano CO₂
- Le larve di zanzara, come si vede in figura, hanno un tubicino con cui pescano ossigeno dalla superficie dell'acqua, sorta di branchia



SISTEMA NERVOSO

Nel capo si trova il cervello, o cervello, ovvero un ammasso di gangli organizzati. Sotto alle parti dedicate all'alimentazione vi è un secondo ganglio da cui si diparte una catena che presenta gangli nervosi per ogni segmento lungo tutto il corpo dell'insetto → catena ganglionare. Questo è il sistema nervoso centrale ma vi è anche quello periferico.



Il neurone è composto da: dendriti – corpo centrale – assoni

Il corpo centrale è costituito all'interno da organuli e presenta delle ramificazioni dette dendriti che ricevono segnali, in posizione opposta invece vi è un prolungamento dotato di ramificazioni detto assone attraverso cui passano i segnali recepiti dai dendriti per essere trasmessi ai dendriti del neurone a valle → si crea una catena di trasmissione del segnale.

I neuroni prendono nomi diversi in base alle funzioni che sottendono

- Sensoriali: lavorano attraverso relazioni con altri neuroni. Si trovano in periferia come in certi "peli" sensoriali, possono essere stimolati ad esempio da segnali olfattivi verso la preda. Quindi ricevono segnali dalla periferia del corpo dell'insetto che elaborano attraverso i gangli dal cervello,

che induce conseguentemente un comportamento nell'insetto

- Motori: implicati nei collegamenti che sottendono i movimenti
- Associatori: collegano i gangli

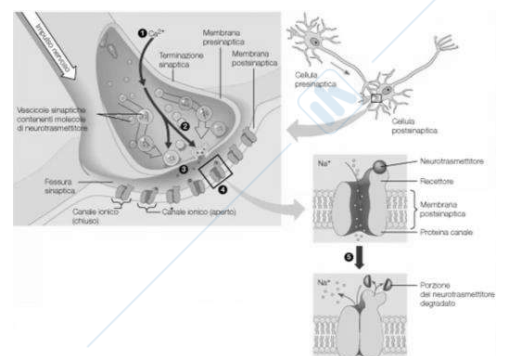
Ganglio = ammasso di neuroni. Il cervello è un ammasso di gangli

→ processo di trasmissione:

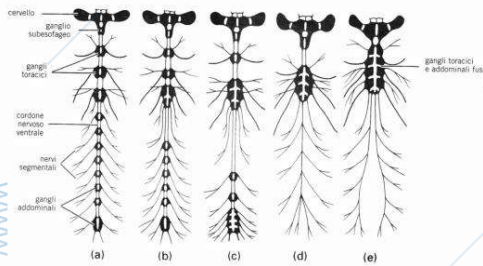
I neuroni comunicano grazie a scambio di sostanze nello spazio sinapsoidale tra le diramazioni dell'assone a monte e i dendriti del neurone a valle, le molecole prodotte che permettono il messaggio sono i **neurotrasmettitori**. Il neurotrasmettitore più comune è l'acetilcolina che permette l'apertura dei canali ionici.

La trasmissione di segnale infatti avviene per un cambiamento di potenziale nella cellula. Normalmente al suo interno il potenziale è elettro negativo mentre all'esterno è elettropositivo. Quando l'acetilcolina si lega al canale ionico, questo si apre permettendo al sodio di entrare in un flusso veloce così da alterare il potenziale.

Una volta terminato l'impulso, il canale viene chiuso grazie all'acetilcolina esterasi che degrada l'acetilcolina e il sodio contenuto viene espulso tramite le pompe sodio potassio, infine viene immesso cloro per regolarizzare l'ambiente.



Tuttavia se l'acetilcolina esterasi viene inibita, il flusso di sodio continua ininterrottamente sovraccitando il neurone e portando quindi l'organismo alla morte. Molti insetticidi agiscono su questo aspetto, seppur tuttavia non sia specifico degli insetti ma comune anche ai mammiferi.



1. SISTEMA NERVOSO CENTRALE: catena di coppie di gangli che sono fuse e strutturate. Il sistema è fatto da organi
Organo più importante **cerebro** (cervello) → poiché è posto sopra l'esofago, è detto ganglio sopraesofageo. Il ganglio invece posto sotto l'esofago si chiama **gnatocerebro** o ganglio sottoesofageo. Da questo parte una catena di gangli posta ventralmente → **catena ventrale** in cui i gangli possono essere presenti in ogni segmento del corpo o raggruppati sui segmenti toracici ecc. Negli insetti più evoluti i gangli tendono a essere fusi nel torace

CEREBRO – tre parti: **Protocerebro**, strutture nervose che innervano occhi, permettono la neurosecrezione (produzione di molecole non con funzione di impulso nervoso in senso stretto ma di tipo ormonale.) **Deutocerebro** le antenne, **Tritocerebro** parti boccali e inizio del sistema digerente (stomodeo)

GNATOCEREBRO → appendici boccali e salivari

CATENA VENTRALE: con gangli separati o fusi. I toracici servono a innervare appendici (ali e zampe). I gangli addominali invece innervano i segmenti e gli organi interni.

2. SISTEMA NERVOSO SIMPATICO

non ha a che fare con movimenti ma con la **regolazione degli organi interni** tre sistemi simpatici:

1. Simpatico Stomatogastrico
 - gangli frontali → faringe e ingestione
 - gangli ipocerebrali → sotto al cervello. Innerva cuore, corpi cardiaci e stomodeo, i corpi cardiaci sono organi coinvolti per l'accumulo di ormoni
 - nervi gastrici → regolano parte dell'intestino posteriore
 - corpi cardiaci e corpi allati: funzioni endocrine, producono sostanze che fanno funzionare dall'interno l'organismo.
2. Simpatico Ventrale → trachee e stigmi
3. Simpatico Caudale → organo riproduttore e intestino posteriore

4. SISTEMA NERVOSO PERIFERICO

Organo di senso che recepisce stimoli dall'esterno e li trasforma in impulsi nervosi grazie a cellule dette recettori e poi portati al sistema nervoso centrale per essere elaborati e creare una risposta comportamentale nell'insetto. Es la mela produce una molecola che innesca un comportamento di attrazione.

Gli insetti hanno il corpo cosparso di organi sensoriali detti **sensilli**, essi sono molto sviluppati a ricevere numerosi segnali contemporaneamente (di attrazione o fuga, o aggregazione o disaggregazione ecc).

I sensilli possono essere **chemio**, **termo**, **meccano** (di tatto o suono ecc), **igro** (collegati all'umidità esterna) recettori. Quindi ricevono stimoli in più modi.

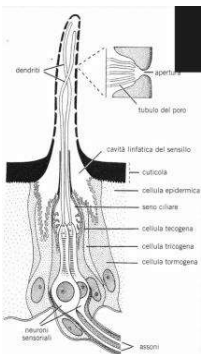
I sensilli sono solitamente posizionati sulle antenne, sui palpi (estremità delle mascelle e del labbro inferiore) o sui tarsi (estremità delle zampe). I più importanti sono i chemiorecettori, sono solitamente fatti a pelo (sensilli tricoidei, ovvero a forma di setola), questi sono importanti perché percepiscono il gusto, l'olfatto, i feromoni.

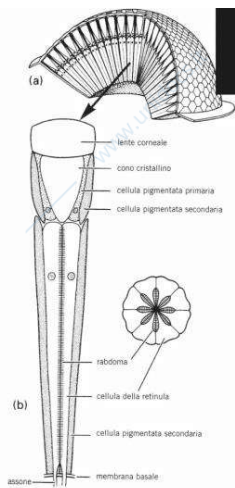
Feromoni= molecole solitamente volatili, o nell'acqua sono sostanze solubili, che gli individui di una specie emettono per interagire con individui della stessa specie, i più comuni sono quelli sessuali ma non sono gli unici

GUSTO E OLFATTO – i sensilli

Il **gusto** è indispensabile nella scelta del cibo. Le piante infatti non sono tutte utili all'alimentazione, certe possono produrre sostanze dannose. Per questo i fitofagi hanno i sensilli gustativi sull'estremità del labbro, ovvero i palpi. Le molecole penetrano nei sensilli attraverso dei fori e vanno così a stimolare i neuroni sensoriali.

Olfatto: molto importante, è il senso prediletto, più della vista, soprattutto negli insetti più evoluti come gli imenotteri. L'ape ad esempio è un'incessante ricercatrice di sostanze e interagisce molto nella colonia. A tal proposito un altro esempio sono gli imenotteri parassitoidi. Infatti, mentre il predatore si nutre di più prede, il parassitoide si concentra su una sola vittima in cui depone le uova che una volta nate si cibano della vittima (parassitoide, la vittima morirà, parassita, la vittima non per forza muore). Il parassitoide ha sensilli molto sviluppati per scovare le vittime.





VISIONE

Utilizzano sensilli fotorecettori → ovvero occhi composti e ocelli

Gli occhi composti sono fatti da unità detti ommatidi (vedi immagine) che possiedono cornea, poi cristallino e poi retinula e rhabdoma con pigmenti.

Modalità di visione degli insetti:

- **Apposizione:** mettere insieme i frammenti dati dai singoli ommatidi, visione a mosaico. Usata da insetti diurni → vista a mosaico
- **Superposizione:** hanno la capacità di percepire i pochi stimoli luminosi. Usata negli insetti crepuscolari e notturni che hanno il rhabdoma con una disposizione dei pigmenti molto più ampia rispetto ai diurni quindi riescono a percepire meglio la poca luce → dispiegamento più ampio dei pigmenti visivi
- capacità di percepire ultravioletto e luce polarizzata, così si orientano anche se il cielo è coperto
- ocelli: piccoli occhi, non hanno la capacità di distinguere forme e colori ma sono organi di senso che reagiscono quando ci sono variazioni di intensità luminosa.

APPRENDIMENTO NELL'APE – dimostra che il comportamento degli insetti non è solo dovuto ad istinti

Le colonie stanno all'interno delle arnie e costruiscono favi di cera disposti solitamente in perpendicolare, i favi sono costituiti da celle in cui stoccano miele, propoli ecc, in altre celle invece vengono accudite le larve prodotte dalla regina. Una regina depone migliaia di uova, in genere per due anni, poi inizia a invecchiare, per questo la regina viene marchiata con un po' di vernice sul torace in base all'anno poiché è pericoloso che una regina rimanga tanto in alveare in quanto, quando comincia a invecchiare produce meno ormone di aggregazione che prima permetteva un buon funzionamento nell'arnia. Le api così vanno in fibrillazione perché non percepiscono più l'ormone e vogliono cambiare la regina. A quel punto, non essendo più inibita la loro attività ovarica dagli ormoni emessi dalla regina, iniziano a produrre ovuli che però daranno vita solo a fuchi in quanto non sono state fecondate, ciò provoca uno squilibrio nell'arnia e il rischio di sciamaatura.

Meccanismo di apprendimento delle aree alimentari nelle api → Come fanno a trovare gli alimenti? Le api bottinatrici tornate da una fonte di cibo lo comunicano alle altre attraverso delle "danze".

- Una danza circolare vuol dire che è nei pressi dell'alveare.
- Una danza a falce vuol dire che deve andare più distante, tipo 150 metri.
- Interessante è il terzo tipo a scodinzolamento, significa che il cibo è molto più distante. In base alla direzione del cibo rispetto al sole, l'ape disgenerà lo scodinzolamento in quella direzione. Ciò è possibile perché le colonie sono poliannali e le api più vecchie insegnano alle giovani.

Come fanno però a capire la distanza nel terzo caso? Più lento è il tratto dello scodinzolamento, più distante è la fonte di cibo.

Ciò viene fatto da più bottinatrici in diversi punti dei favi.

La danza viene fatta sul favo, al buio con le api intorno che cercano di capire la danza attraverso le antenne.

Questi studi sono stati fatti su *Apis mellifera*, in particolare l'ape italiana (razza ligustica), che è presente principalmente in mediterraneo. Nel resto del mondo le altre api non sono così diffuse e studiate, anche perché sono meno produttive. Ad esempio l'ape africana non è così docile e quindi allevabile.

L'istinto non è ragionato, l'individuo reagisce nell'immediato senza pensare, l'apprendimento invece non quindi implica una certa intelligenza

SISTEMA DIGERENTE:

Esofago – Stomodeo – valv. cardiaca – Mesentero – valv. pilorica – Proctodeo - ano

Dalla bocca segue l'esofago che poi si dilata formando lo stomodeo o intestino anteriore che termina con una valvola che separa l'intestino anteriore dal medio (detto mesentero) il quale a sua volta è diviso dall'intestino posteriore tramite la valvola pilorica. Il tutto finisce con l'ano.

L'intestino medio ha struttura diversa dagli altri due. È provvisto di tubicini che nella parte anteriore sono ciechi gastrici e nella parte posteriore sono detti tubi malpighiani, non fanno propriamente parte del digerente, piuttosto

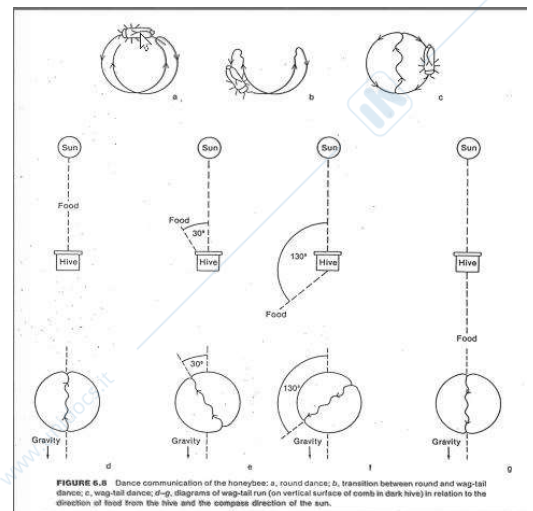


FIGURE 6.8 Dance communication of the honeybee: a, round dance; b, transition between round and wag-tail dance; c, wag-tail dance; d-g, diagrams of wag-tail run (on vertical surface of comb in dark hive) in relation to the direction of food from the hive and the compass direction of the sun.

sono collegati all'intestino e pescano sostanze di rifiuto per riversarle nell'intestino posteriore così che vengano espulse.

Consta sulla capacità di ingerire, degradare e assimilare nutrienti e infine espellere ciò che non è necessario.

L'intestino è suddivisibile in anteriore, medio e posteriore (stomodeo, mesentero, proctodeo)

1. Anteriore/stomodeo: faringe, esofago, ingluvie, ventriglio, valvola cardiaca

→ **Ingluvie**: espansione dell'intestino anteriore che serve per incamerare risorse supplementari. Nelle api bottinatrici dicasi borsa melaria in cui stocca il nettare quando va in giro

→ **Ventriglio**: struttura presente nei fitofagi masticatori, serve a aumentare lo sminuzzamento dell'alimento, facendo diventare il bolo in po' più liquido e quindi meglio ingeribile

→ **Valvola cardiaca**: chiude l'intestino anteriore dal medio per evitare un flusso a ritroso.

2. Mesentero: Parte più importante perché è dove avviene digestione e assorbimento. Si apre con i ciechi gastrici e si chiude con la valvola pilorica e i tubi malpighiani
3. Proctodeo si interessa di riassorbire i nutrienti che per sbaglio possono essere arrivati lì.

STRUTTURA INTERNA: l'intestino **anteriore** e quello **posteriore** sono uguali: composti internamente da **intima** che è una membrana che va direttamente a contatto col bolo (da qui intima, intimamente) poi vi è l'epidermide da cui l'intima viene prodotta e sopra vi sono le tuniche muscolari, la tunica propria e la tunica peritoneale (peritoneo, ma ricopre solo alcuni organi) che permettono le peristalsi.

Strutt. intestino medio: l'epitelio va a produrre una membrana che avvolge il bolo alimentare e lo filtra → membrana peritrofica, quindi anziché esserci l'intima c'è sta membrana.

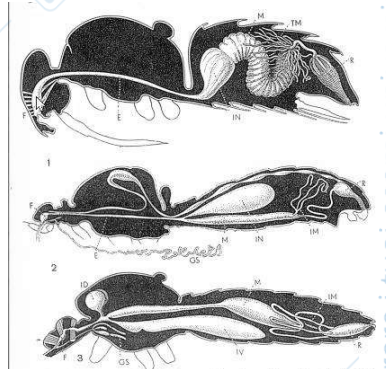
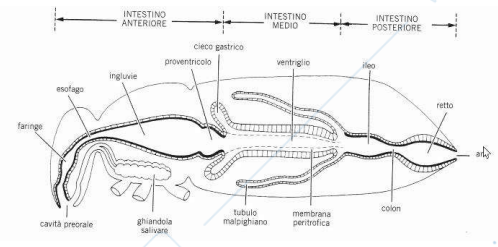
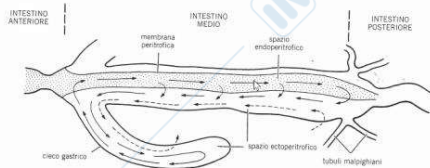


Fig. 70. - Confronto del canale alimentare ed organi annessi in vari Insetti. - 1. *Apis mellifera* (secondo ZANDER, SODICORATI e FRACCAZANTO). - 2. *Drosophila arctophila* (da BURTON). - 3. *Anopheles* sp. (da MARTINI); E, esofago; F, faringe; GS, ghiandola salivare; ID, ingluvie dorsale; IN, ingluvie; IC, ingluvie ventrale; ME, mesentero; A, retto; TM, tubi malpighiani.

IN = ingluvie, si notano in ape (borsa melaria), zanzara

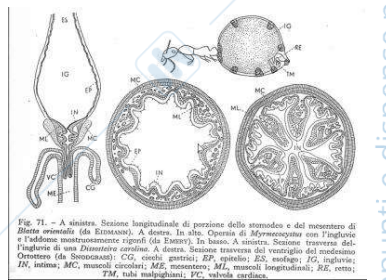


Fig. 71. - A sinistra. Sezione longitudinale di porzione dello stomodeo e del mesentero di *Drosophila melanogaster* (da ESTESSA). A destra. In alto. Sezione di *Mymaromyza* con l'ingluvie e l'addome inestremamente rigati (da ESTESSA). In basso. A sinistra. Sezione trasversale del mesentero e l'ingluvie di una *Drosophila* variegata. A destra. Sezione trasversale del ventriglio del moscerino *Orsetera* (da SODICORATI). CG, ciechi gastrici; EP, epitelio; ES, esofago; IC, ingluvie; IN, intima; MC, muscoli circolari; ME, mesentero; ML, muscoli longitudinali; RE, retto; TM, tubi malpighiani; VC, valvola cardiaca.

Importante: l'assorbimento avviene principalmente grazie ai villi nel mesentero, mentre nel proctodeo avviene assorbimento di Sali minerali e poco altro che non è stato assorbito nel mesentero

→ si vede per prima la borsa mellifera, poi int anteriore e in seguito gli altri

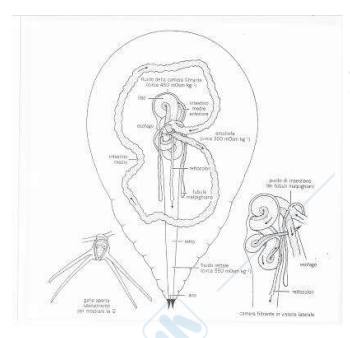
Camera filtrante: organo presente in molti omotteri con cui la linfa viene portata direttamente al posteriore senza passare per il mesentero dopo che sono state filtrate le sostanze azotate. Questo processo è utile perché tutta la linfa andrebbe a intasare il sistema digerente essendo molto ricca di carboidrati e poche sostanze azotate. Vengono quindi trattenute queste ultime e fatte passare le sostanze in più. Si forma così la melata.

Enzimi → Mesentero con ghiandole salivari e tessuto adiposo

Assorbimento → mesentero e proctodeo in parte

Regime alimentare: in base all'alimentazione dell'insetto, questo può presentare un corredo enzimatico più o meno ampio.

- I fitofagi sono molto specializzati nell'organo vegetale di cui si nutrono
- Gli zoofagi si differenziano se si nutrono di altri insetti (entomofagi) o sangue (ematofagi)
- Gli onnivori sono quelli che spaziano di più e quindi presentano molti enzimi quali lipasi, proteasi, nucleasi, amilasi ecc



SISTEMA DIGERENTE

PRODUZIONE ENZIMI → MESENTERO, GHIANDOLE SALIVARI, TESSUTO ADIPOSO, ECC.

ASSORBIMENTO ALIMENTI → MESENTERO E PROCTODEO (ES. ACQUA E SALI NEGLI XILOFAGI)

CAMERA FILTRANTE IN OMOTTERI (ES. AFIDI): LINFA IN ECCESSO NON ATTRAVERSA IL MESENTERO

REGIME ALIMENTARE RISTRETTO O AMPIO
IMPORTANZA DELLE SIMBIOSI (ES. TERMITI-PROTOZOI-BATTERI, SCOLITIDI-FUNGI)

ONNIVORI: VASTO BAGAGLIO ENZIMATICO (PROTEASI, LIPASI, CARBOIDRASI, ECC.)

ZOOFAGI (ENTOMOFAGI, EMATOFAGI, ECC.)

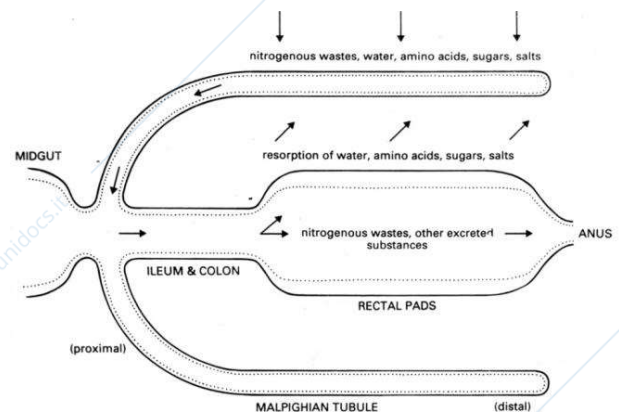
FITOFAGI (FILLOFAGI, ANTOFAGI, XILOFAGI, ECC.)

16/03/20

SISTEMA ESCRETORE

L'apparato escretore negli insetti, deputato all'eliminazione delle sostanze di rifiuto (cataboliti), si compone di due sistemi, uno localizzato, l'altro diffuso. Il primo si identifica in organi localizzati, i **tubi malpighiani**, presenti in quasi tutti gli insetti, assolvono la maggior parte delle funzioni escretorie. Il secondo si identifica con un insieme di strutture unicellulari o pluricellulari presenti in diverse parti del corpo, quali i cosiddetti **reni** e il **tessuto adiposo**, che hanno ruolo minore ma complementare.

→ Tubi malpighiani: hanno struttura simile al mesentero e agiscono per assorbimento attivo allo scopo di eliminare i rifiuti presenti nell'emolinfia che scorre nell'emocele e riversarli nell'intestino posteriore. Il numero di tubuli dipende dall'ordine o famiglia ma anche specie di appartenenza. In genere l'intero corpo dei tubi malpighiani fluttua nell'emocele, agendo come organi filtranti. È un sistema un po' rudimentale quindi può capitare che i tubi malpighiani facciano perdere troppa acqua, per questo in condizioni di stress l'insetto cerca di recuperarla riassorbendola nel tratto posteriore del digerente, che ha capacità assorbente solo a tale scopo di recuperare le sostanze che non sono propriamente di scarto.



NB: escrezione è diverso da secrezione

Escrezione= viene mandato fuori qualcosa di rifiuto

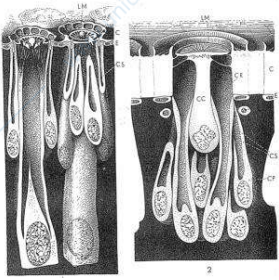
Secrezione: viene prodotto qualcosa, la secrezione può essere esterna o interna, in ogni caso il sistema è composto di ghiandole specializzate a sintetizzare sostanze specifiche

GHIANDOLE A SECREZIONE ESTERNA

- ghiandole **ceripare**: producono cera, tipico delle cocciniglie
- ghiandole **laccipare**: producono lacca che mischiata alla cera dà la ceralacca
- ghiandole **urticanti**: producono secreti urticanti
- ghiandole **salivari**: le producono tutti ma possono avere caratteristiche diverse, es gli ematofagi possono avere anticoagulanti per rendere il sangue fluido, la saliva inoltre è un importante veicolo di patogeni. Quando un insetto pungente succhiante acquisisce da una pianta infetta il patogeno, questo va a finire nell'intestino e dall'intestino, attraverso l'emocele, migra verso le ghiandole salivari dove si annida e si replica, così l'insetto a sua volta può trasmetterlo, tuttavia sono pochi gli insetti che riescono a diventare dei vettori
- ghiandole **sericipare**, tipiche dei lepidotteri come il baco da seta, disposte sul labbro inferiore. (L'obiettivo dei bachi da seta è costruire un luogo protetto che può comprendere interi rami di colonie oltre che il singolo bozzolo, vedi processionaria)
- ghiandole **faringee**, tipico delle api, usate per fare la pappa reale di cui si cibano tutte le larve per tre giorni e solo le regine per il resto della vita.
 (Questo è un esempio lampante di come un alimento può indurre caratteristiche morfologiche molto diverse)
- ghiandole della **muta**: secreti che facilitano l'insetto nel passaggio di stadio, facilitano lo scollamento dalla muta vecchia
- ghiandole **colletteriche**: prodotte dalle femmine, servono a incollare le uova al substrato
- ghiandole **anali**: tipiche di alcuni coleotteri carabidi, usate come difesa provocando dei crepitii, ma fanno solo ridere

- ghiandole **difensive**

- ghiandole a **feromoni**: producono sostanze utili a dare segnali che agiscono all'interno della stessa specie



→ ghiandole della cera, producono una miscela di sostanze lipidiche che inizialmente è liquida e poi a contatto con l'aria diventa solida, prima però fanno in tempo a spalmarsela sul corpo per una funzione protettiva dall'acqua, la cera infatti viene usata come idrorepellente. I coccidi inoltre ricoprono di cera le uova formando i cosiddetti ovisacchi

→ **SEMIOCHIMICI**: sostanze chimiche che portano un segnale

Feromoni: si definiscono come messaggeri chimici **intraspecifici** esterni. I lepidotteri sono i primi in cui si è studiata sta cosa.

Vi sono poi altri semiochimici che agiscono su specie diverse, sono **interspecifici**:

Allomoni, kairomoni, sinomoni, apneumoni → importante!!! Non sono feromoni, i feromoni sono solo intraspecifici

- Gli allomoni rilasciano segnali che vanno a vantaggio di chi li manda es. gli afidi che attirano le formiche

- I kairomoni sono a vantaggio di chi li riceve invece, ovviamente sono sostanze prodotte non di proposito. Sono utili ad esempio per i parassitoidi che captandoli rilevano dove si trova la preda

- Sinomoni: danno vantaggio a entrambe le specie e vanno a formarsi relazioni simbiotiche ad esempio

- Gli apneumoni invece sono molecole prodotte da organismi non viventi, esempio formaggio ecc, l'insetto viene così attratto e si nutre.

I parassitoidi per questo hanno sistemi di rilevazione dei kairomoni molto sviluppati, è in questo il loro progresso evolutivo

Feromoni:

- di **aggregazione**, esempio le formiche che seguono le scie, oppure marcanti lasciati dalle api per far capire dov'è il cibo, coesione della colonia per la regina ape, aggregarizzante per le locuste che fanno migrazioni, aggreganti per gli scolitidi ad esempio che iniziano ad attaccare una pianta e chiamano a farlo altri individui della specie

- di **dispersione**: per allarme, come nel caso di afidi che vengono attaccati, oppure **deterrenti** fatti dai parassitoidi per far capire che sta già attaccando una preda, e ancora **antiaggreganti** nel caso di insetti colonizzanti una pianta quando sono già in troppi, e ancora i bombi che sono molto territoriali e cacciano chi viene a bottinare.

- di **aggressione**, esempio per le api quando usano il pungiglione come segnale di allarme

- di **riconoscimento**, per esempio nelle api, hanno un odore di riconoscimento dell'arnia

- **sessuali**: in questo caso non vi è una singola molecola ma una miscela, in cui la componente principale è il feromone vero e proprio. Questo ha funzione aggregante, cioè fa arrivare il maschio anche da distanze importanti, arrestante e quindi fa rimanere il maschio nei pareggi per avvicinarlo alla femmina e stimolante per indurre all'accoppiamento.

Solitamente le miscele sono formate da due isomeri in cui uno è il feromone e l'altro è l'antiferomone che viene prodotto per evitare di attrarre specie gemelle e quindi evitare incroci.

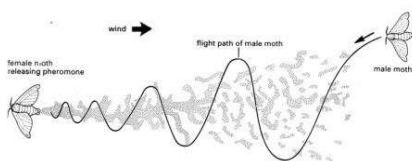


Fig. 4.8 Location of pheromone-emitting female by male moth tacking upwind. The pheromone trail forms a somewhat discontinuous plume because of turbulence, intermittent release and other factors. (After Haynes & Birch, 1982)

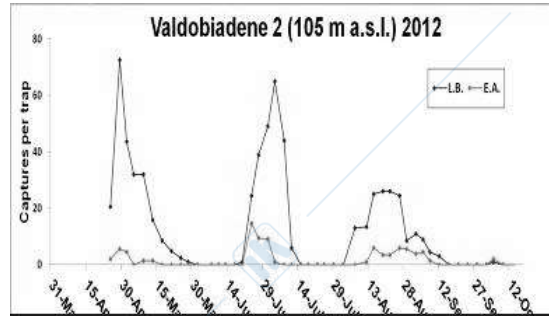
Nei lepidotteri i feromoni sono prodotti dalle ghiandole addominali ma talvolta anche toraciche e vengono recepiti dalle antenne.

I feromoni essendo sostanze volatili vengono dispersi nell'ambiente e lasciano con sé il cosiddetto filetto odoroso percepito dal maschio che quindi vola controvento, lungo la scia lasciata dal feromone.

OT – I FEROMONI NELL'APE: in particolare il feromone aggregante prodotto dalla regina. Questo serve a creare gruppo nella colonia e a mantenere in ordine le operarie sotto di essa evitando che producano ovuli. A un certo punto però la regina invecchia e produce meno feromone inibitorio e le operaie iniziano ad allevare altre regine, sviluppano ovari e depongono uova che però producono solo individui maschili perché non sono fertilizzate aploidi e quindi non utili al funzionamento della colonia.

COME INDIVIDUARE LA MISCELA FEROMONICA:

Vengono allevati degli insetti, se sono lepidotteri si sa che il feromone è prodotto a livello addominale, così viene reciso e analizzato in gascromatografia per trovare il componente principale e i secondari così da avere il quadro generico sulla miscela. Si procede quindi a fare una prima analisi in laboratorio sull'efficacia del feromone sintetico grazie al tunnel di volo in cui viene studiato il comportamento dei maschi e in seguito, se funziona, si passa allo studio in campo con l'utilizzo di trappole a feromoni con superficie collosa su cui gli individui rimangono incollati. In tal modo si può contare il numero di individui catturati in più intervalli di tempo e stilare una curva che fa comprendere qual è il periodo di maggior sfarfallamento e quanti sono i periodi di sfarfallamento a cui corrisponde il numero di generazioni in una stagione.



I tre picchi nel grafico rappresentano i periodi di volo, paragonando i picchi con altre specie si può vedere se queste sono competitive tra loro se i picchi combaciano o meno se invece non combaciano (linea blu e linea rosa)

→ Il monitoraggio con trappole è fondamentale per capire:

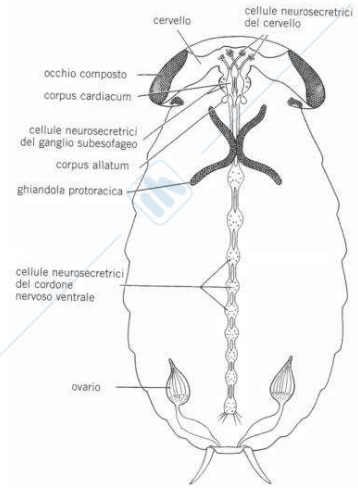
- Se ci sono insetti presenti
- Periodo di sfarfallamento
- Se possono essere parassiti per la coltura

Oltre che per monitoraggio, le trappole vengono messe anche come forma di lotta biologica, in modo che gli si confondano le idee → confusione sessuale.

SISTEMA ENDOCRINO = Produrre delle molecole che regolano i processi vitali degli insetti, per esempio sviluppo da uovo a adulto, o entrata in diapausa (periodo di riposo in inverno).

Si distinguono le regioni nel corpo in cui si producono questi ormoni e molecole che coadiuvano con gli ormoni.

- **Cerebro** → **cellule neuricrine** (crine = coinvolte nel processo della secrezione, neurini = nel sistema nervoso), producono neuropeptidi quali **PTTH** e **ALLATOTROPINE**, e l'ormone della schiusa (**EH**)
- **Corpi cardiaci**: si accumulano alcuni di questi ormoni
- **Corpi allati**: producono l'ormone giovanile JH stimolati da allatotropine
- **Torace** → **cellule INKA**, ovvero ghiandole epitracheali (o ghiandole proteroraciche) stimolate dall'EH producono **PETH** e **ETH** che segnalano per indurre l'ecdisi



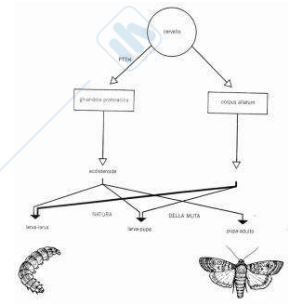
Quindi avvengono 4 processi principali:

1. produzione di allatotropine e PTTH e ormone EH dalle cellule neuricrine
2. stimolazione da parte di EH delle ghiandole epitracheali che producono PETH e ETH, ormoni che accompagnano l'ecdisi
3. stimolazione dei corpi allati a produrre JH da parte delle allatotropine
4. stimolazione delle ghiandole proteroraciche a produrre ectosteroidi (MH) da parte dei PTTH

Cosa serve l'ormone giovanile: JH fa rimanere l'insetto allo stadio giovanile, ovvero quello di larva. Fin tanto che JH è prodotto l'insetto rimane larva, in seguito interviene il PTTH che stimola gli ecdisteroidi (una volta chiamato ecdisone o ormone della muta) che induce la muta

ALTRI ORMONI:

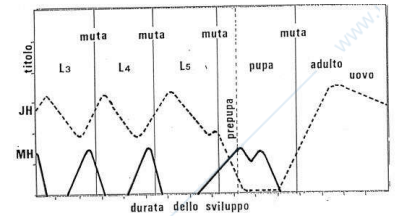
- Bursicone: fa sì che una volta che le ali si sono formate e si espandano e la cuticola diventi dura
- Ormone diuretico fa sì che l'insetto perda i liquidi in eccesso e il contrario l'antidiuretico
- Ormone di peristalsi, fa regolare i movimenti intestinali
- Ormone iperglicemico garantisce che il glicogeno si trasformi prima in trealosio e poi glucosio, al contrario l'ipoglicemico garantisce il processo opposto



- Ormone adipocinetico, causa la degradazione dei grassi per produrre acidi grassi e glicerina così che vengano metabolizzati per produrre energia

Alternanza di ormoni JH e MH in corrispondenza della muta:

A ogni processo di muta si abbassa il JH per aumentare l'MH, finché arriva alla fase adulta in cui non c'è più bisogno dell'MH in quanto non dovrà più fare mute e anzi si riscontra un aumento di JH per aiutare le femmine a fare le uova.



→ Quindi la vita dell'insetto è strettamente dipendente dalla sintesi di ormoni giovanili e della muta che però a loro volta sono indotti da altri ormoni secreti nelle ghiandole del cervello

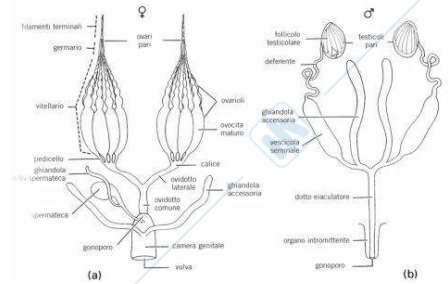
NB: Ecdisi= fine del processo di muta, quindi è la fase in cui l'insetto finisce di uscire dalla muta

SISTEMA RIPRODUTTORE

Femmine → ovari, ovaroli che producono oogoni e poi parte la meiosi 1 e gli oociti diventano primari, secondari e infine uova arricchite in tuorlo da emolinfa o cellule nutrici. Così le uova passano negli ovidotti e in seguito nella vagina. Le uova possono essere fecondate quando sono negli ovidotti, spesso infatti le femmine sono dotate di spermateca dove mettono da parte il seme maschile. Poi con l'ovopositore espellono le uova accompagnate spesso da secreti prodotti dalle ghiandole accessorie che possono servire a tenere incollate le uova.

Uova : solitamente centrolecittiche, ovvero il tuorlo, molto ricco, è posizionato al centro dell'uovo. Corion (guscio) duro e resistente, micropili per la respirazione, membrana vitellina e la meiosi si completa con la penetrazione degli spermatozoi.

Maschi → testicoli, gli spermatozoi si formano da spermatogoni e poi spermatociti attraverso meiosi. Vengono a migrare, attraverso un canale deferente, dal testicolo all'organo di copulazione ovvero il pene. Il sistema è dotato di ghiandole accessorie che rendono gli spermatozoi più longevi per la fecondazione interna, oppure producono spermatofori, che si possono definire come confezioni di spermatozoi che rilasciano o nell'ambiente o nelle cavità della femmina. Fecondazione interna negli organi appositi della femmina. Fecondazione esterna nell'ambiente. O fecondazione nelle cavità della femmina.



RIPRODUZIONE:

Di norma i sessi sono divisi, corteggiamento e accoppiamento portano alla fecondazione delle uova a cui segue l'ovideposizione. La riproduzione infatti è quasi totalmente per uova, possono essere uova isolate o a gruppo e ooteche.

La fecondità è molto variabile, da milioni a decine di uova.

La determinazione del sesso può essere xx e xy ma anche xx femmine e x0 nei maschi

La partenogenesi è frequente, ovvero la produzione di uova non fecondate da cui la discendenza che ne segue può essere **telitoca** (discendenza composta di sole femmine), **arrenotoca** (discendenza composta di soli maschi) o **deuterotoca** (discendenza composta da entrambi i sessi).

Ermafroditismo raro.

La strategia maggiore è la oviparità ma esistono anche casi di ovoviviparità e viviparità, la prima è prescelta è quella che permette di fecondare ulteriormente la femmina anche se ha appena "partorito".