



# ΕΝΤΟΜΑ

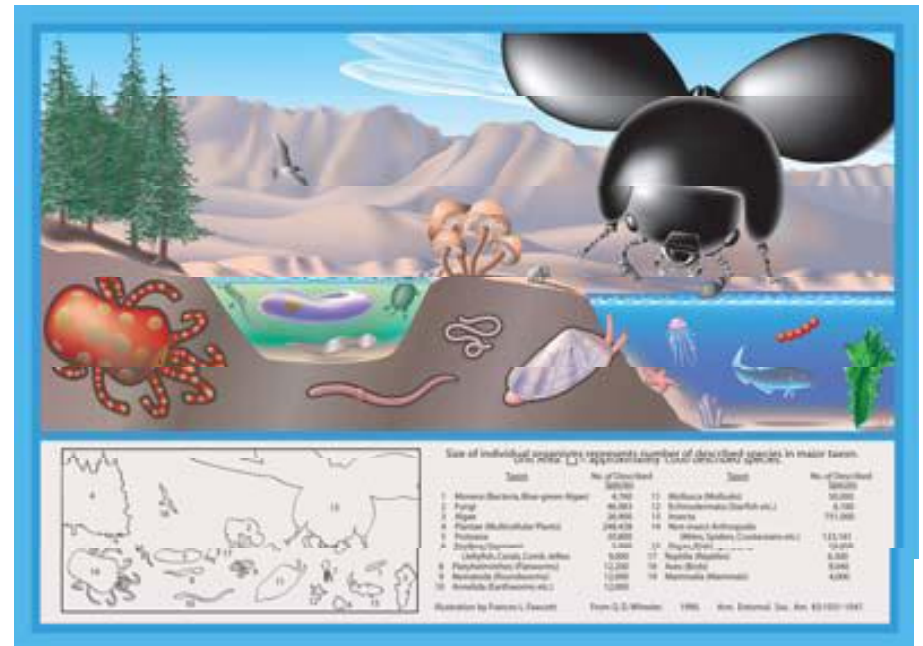
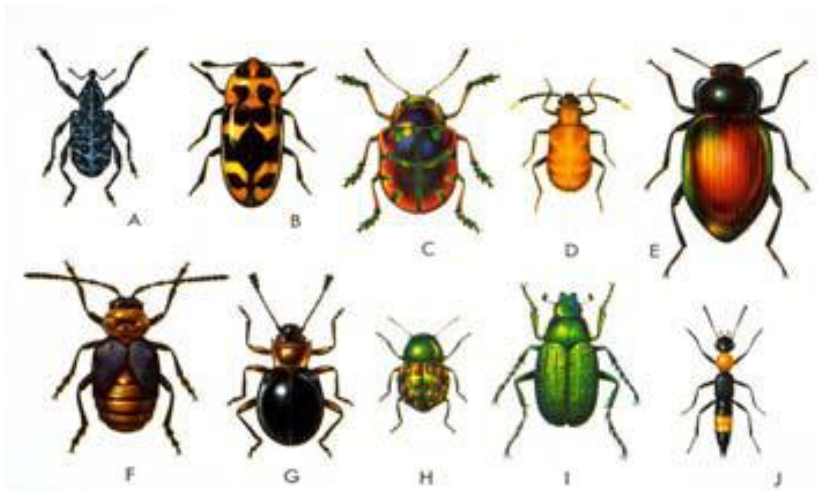
**Αλλόκοτος κόσμος;**

Σίνος Γκιώκας

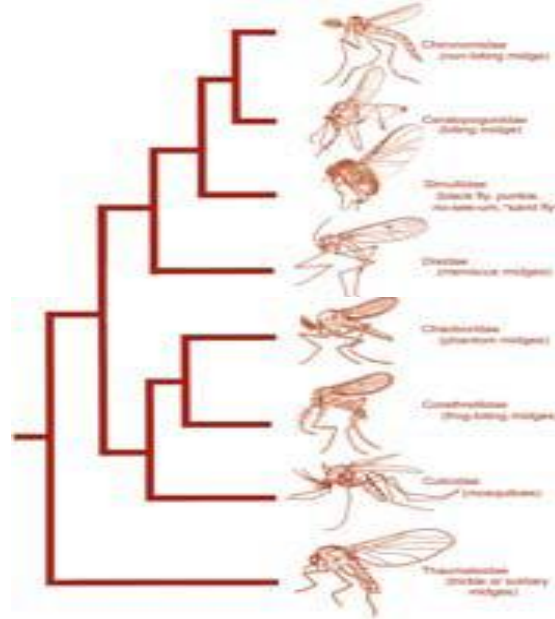
Πανεπιστήμιο Πατρών  
Τμήμα Βιολογίας  
Τομέας Βιολογίας Ζώων

Πάτρα 2015

# Έντομα: η πιο διαφοροποιημένη ομάδα οργανισμών στη Γη...

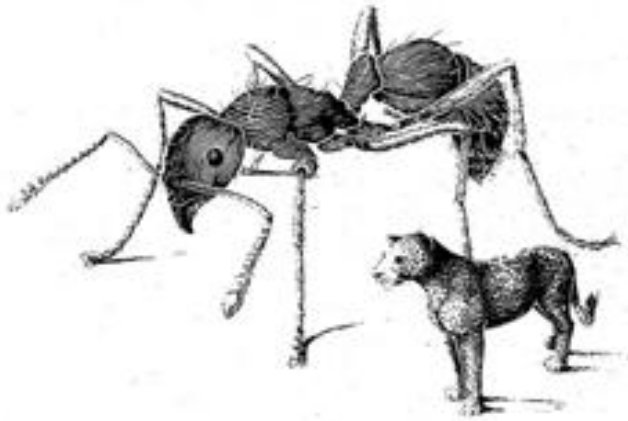


# ...με έντονη εξέλιξη από την εμφάνισή τους πριν 400 εκ. χρόνια





# ...με μεγάλη οικολογική σημασία



In the Brazilian Amazon rain forest, the dry weight of all the ants is approximately four times that of all the land vertebrates (mammals, birds, reptiles, and amphibians) combined. The difference is represented here by the relative size of an ant (*Gnamptogenys*) and a jaguar. (Drawing by Katherine Brown-Wing.)



**... με έντονη σεξουαλική ζωή:  
ανταγωνισμός, εξαπάτηση, σαγήνη και  
ιδιοτροπίες**



# ... με σχέσεις αγάπης – μίσους με τα φυτά: μια παλιά σχέση συνεξέλιξης

- Επικονιαστές
- Φυτοφάγοι
- Χρήση φυτικών χημικών ουσιών για την άμυνα
- Βιολογικός έλεγχος





# ... με σύνθετη κοινωνική συμπεριφορά

- Σύνθετες μορφές επικοινωνίας και οργάνωσης
- Σύνθετη γονική φροντίδα



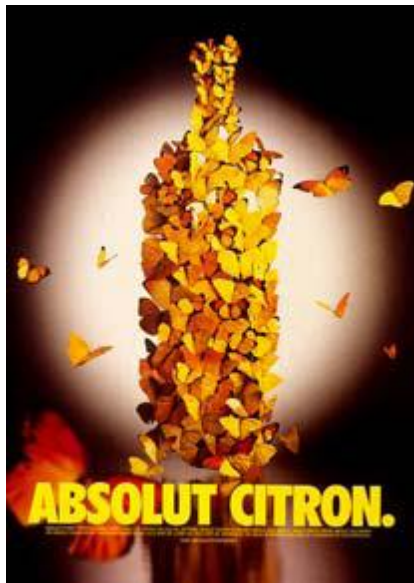
# Έντομα και άνθρωπος: ένας κακός συνδυασμός μερικές φορές

- Φορείς ασθενειών
- Παράσιτα (συχνά εισαγόμενα)





# Έντομα, διαφήμιση και στερεότυπα: ο εντομολόγος με την απόχη και η εργατική μέλισσα



# Έντομα: τέχνη, πολιτισμός, θρησκεία

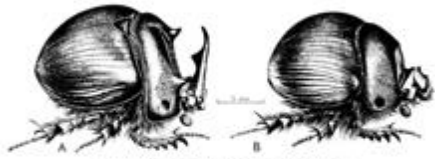
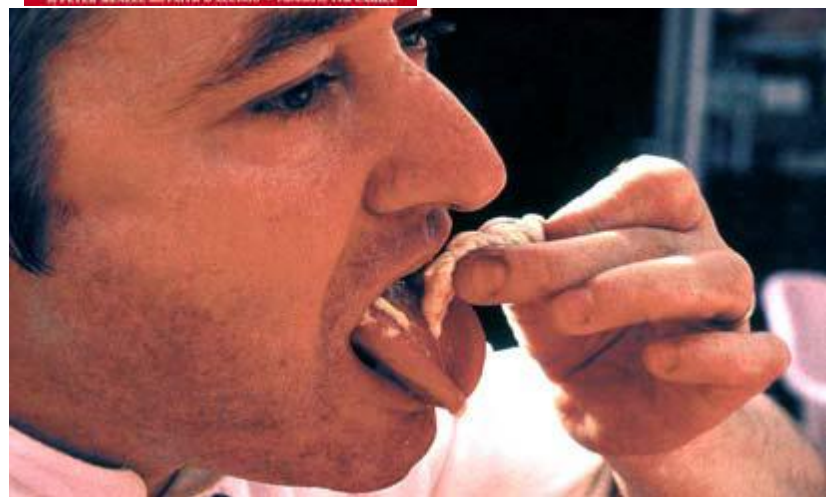


Fig. 10.10. *Blattellus orientalis*. Gasteropiler, A.; B. C. (P. Nottmeyer)



# Εδώδιμα έντομα: παραδοσιακή και μοντέρνα κουζίνα



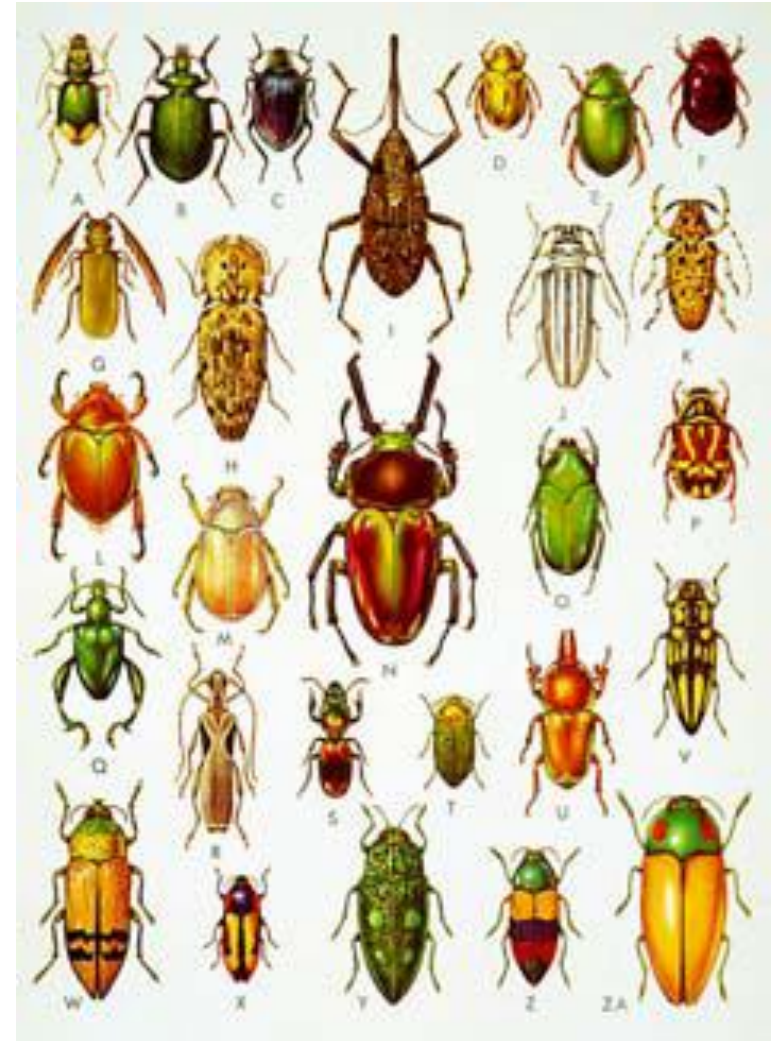


# Ανατομία εντόμων: πώς είναι «κατασκευασμένα» τα έντομα;



# Ανατομία εντόμων

- Τα έντομα είναι εξαιρετικά ποικιλόμορφα.
  - Έχουν περιγραφεί πάνω από 750.000 είδη.
  - Εκτιμήσεις: 10 – 30 εκατ. είδη στη Γη.
- Γιατί τα έντομα είναι τόσο ποικιλόμορφα;
- Από που προέρχονται (φυλογενετικά) τα έντομα;
- Ποια είναι τα βασικά γνωρίσματα των εντόμων;



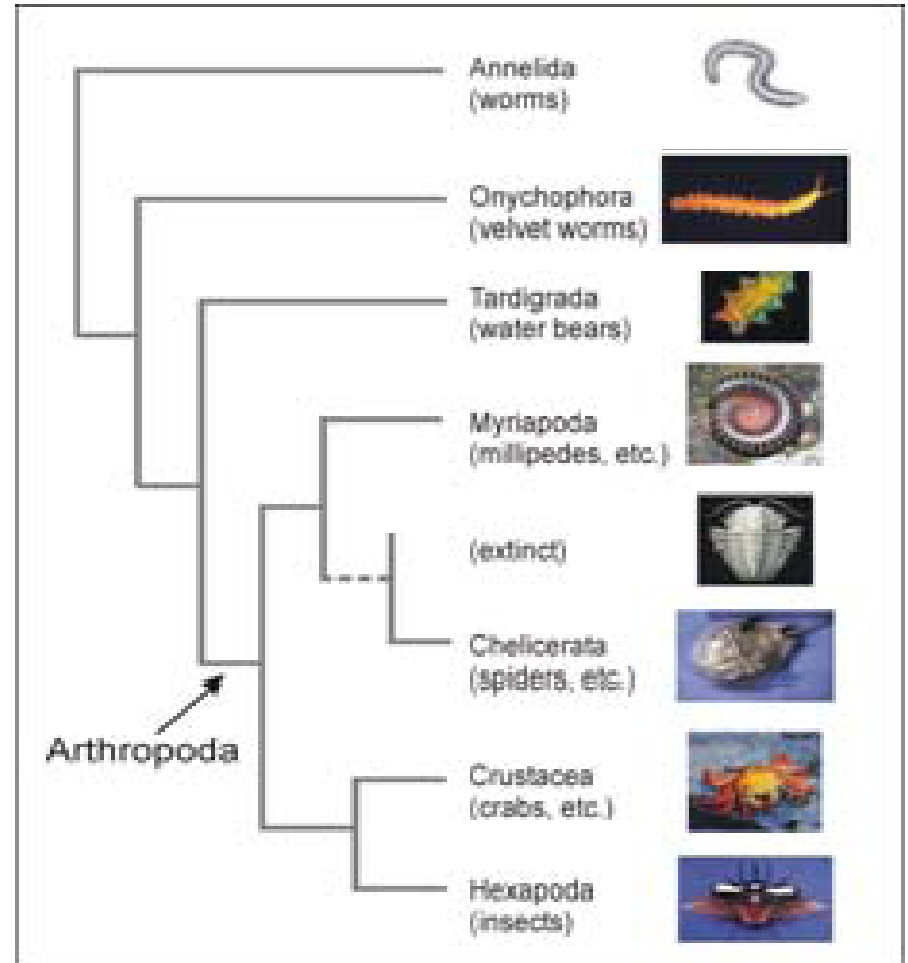
# Γιατί τα έντομα είναι πετυχημένα;

- Εξωσκελετός
- Μικρό μέγεθος
- Μεγάλο αναπαραγωγικό δυναμικό
- Πτήση
- Μεταμόρφωση
- Προσαρμοστικότητα
- Συνεξέλιξη φυτών-εντόμων



# Από που προέρχονται τα έντομα;

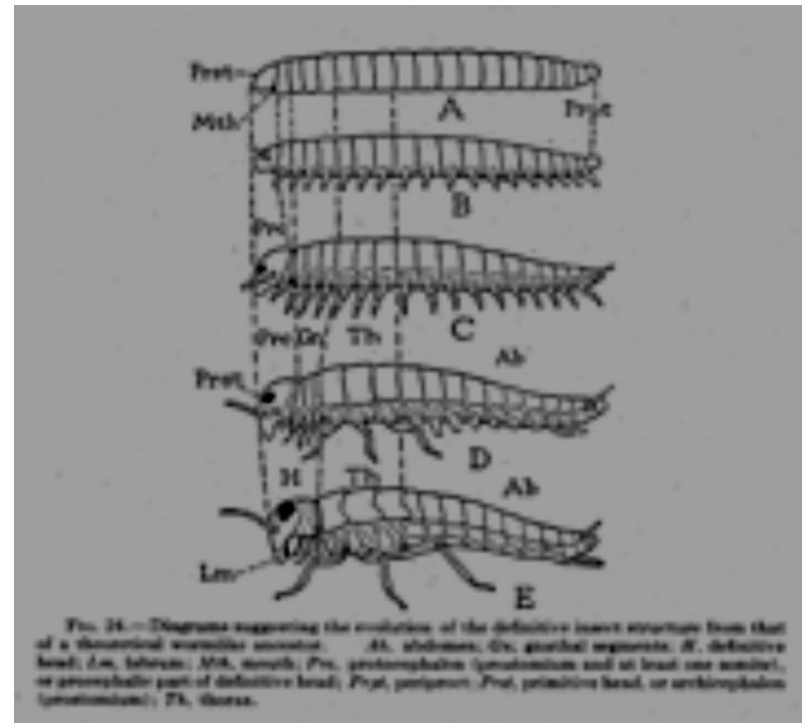
- Τα έντομα ανήκουν στο Φύλο των Αρθροπόδων
- Τα Αρθρόποδα εμφανίστηκαν στο Κάμβριο (πριν 600 εκ. χρόνια)
- **Σημείωση:** τα έντομα μπορεί να έχουν προέλθει από τα Καρκινοειδή



# Βασικά γνωρίσματα των εντόμων

Τα έντομα κληρονόμησαν πολλά από τα βασικά τους γνωρίσματα από το προγονικό τους αρθρόποδο:

- Μεταμέρεια
- Σκληροποιημένο επιδερμίδιο
- Αρθρωτά πόδια
- Ταγμάτωση
- Σύνθετα μάτια



# Ποια είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά των εντόμων;

- Μεταμέρεια και ταγμάτωση\*
- Εξωσκελετός (αποτελείται από χιτίνη)\*
- Μαλπιγγιανά σωληνάρια
- Φτερά
- Διαφοροποιημένα στοματικά εξαρτήματα
- Μεταμόρφωση
- Μικρό σωματικό μέγεθος

\* Χαρακτηριστικά Αρθροπόδων






# Μεταμέρεια και ταγμάτωση



ONLY 25% OF AMERICANS WHO NEED AN ORGAN TRANSPLANT GET ONE. WHY DIE WAITING FOR A HUMAN ORGAN WHEN THERE'S THE LOW-BUDGET

## DISCOUNT ANIMAL ORGAN OUTLET

 <p>A human liver costs up to \$20,000, but this <b>BLEEK HEART</b> can be yours for just <b>\$6.99!</b> (Contains 100% Bleek for 4 days)</p>	<p>Why not for some drunk teen to die in a Team Air? You'll have the coolest <b>EYES</b> in town when you have this <b>112-PARTY STAG BEETLE!</b></p>  <p><b>59¢ EA.</b></p>	<p><b>THIS WEEK'S SPECIAL</b></p> <p>This man lost his head in a horrible accounting accident. Now he's whole again, thanks to this amazing <b>SUNSHINE DESERT HORNBILL HEAD!</b></p>  <p><b>AN INCREDIBLY LOW \$179</b></p> <p>Warning: Optical viewing system.</p>
<p>Ever wanted to fly? The <b>BLACK-WINGED DAMSELFLY</b> does it every day... GET THESE WINGS WHILE THEY LAST!</p>  <p><b>A BRIGAN AT \$25/doz</b></p> <p><small>Crafting not included, only use in this... XXXXXXXXXXXX</small></p>	<p><b>DISCOUNT ANIMAL ORGAN OUTLET. LIFESAVING CARE FOR THE REST OF US (LIFE MAY NOT BE SAVED).</b></p>	

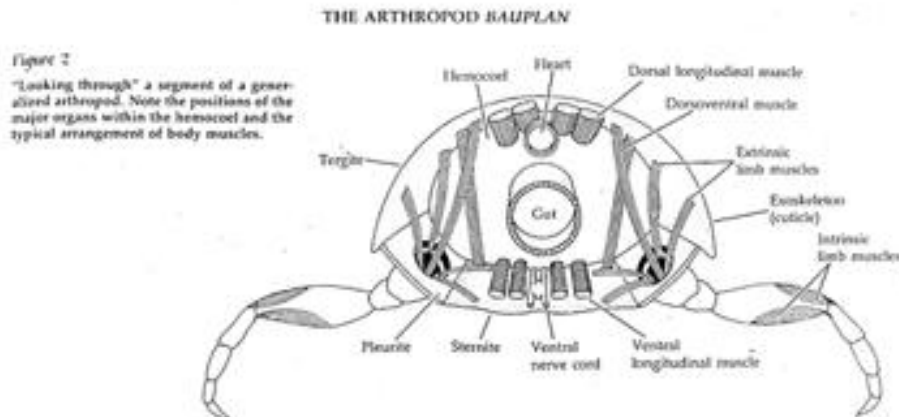
Order online at [www.bug-fiver.org](http://www.bug-fiver.org)

- Έντομα = transformers
- Εξελικτικές συνέπειες της τροποποίησης σωματικών εξαρτημάτων

# Μεταμέρεια

Κάθε μεταμερές αποτελείται από τα ίδια βασικά στοιχεία:

- Ζεύγος νευρικών γαγγλίων
- Αρθρωτά εξαρτήματα
- Σκληρίτες διαχωρισμένους από μεμβράνες
- Κοιλώματα
- Εσωτερικούς σκληροποιημένους συνδέσμους



# Ταγμάτωση: ειδίκευση των μεταμερών

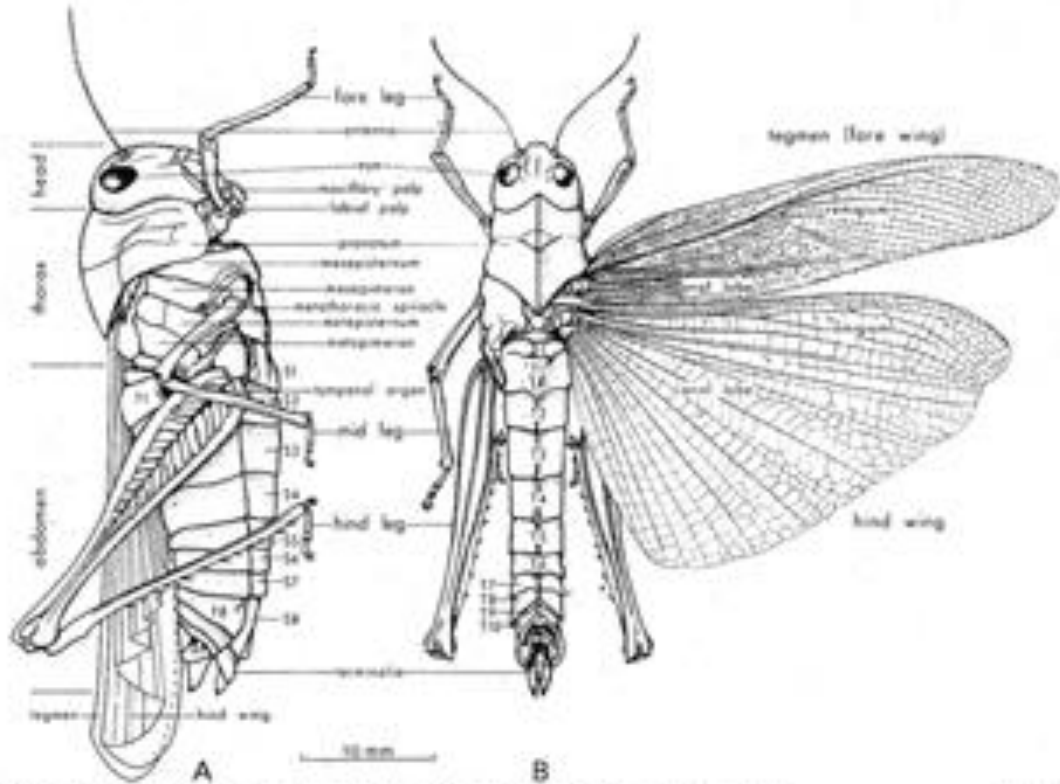


Fig. 1.2 A common locust (*Schistocerca gregaria* (ORTH., 1)) showing main anatomical divisions and landmarks.

[T. Nisari]

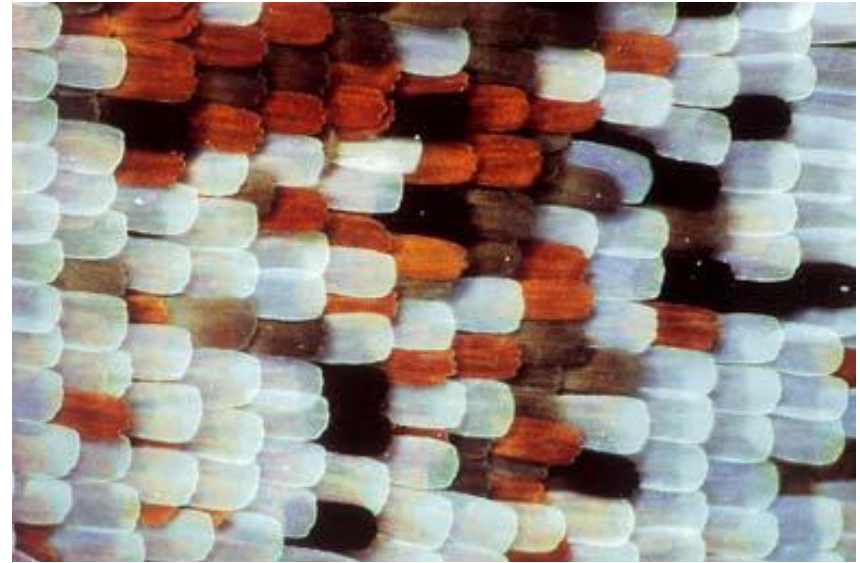


# Εξωσκελετός: χιτίνη + πρωτεΐνη +...

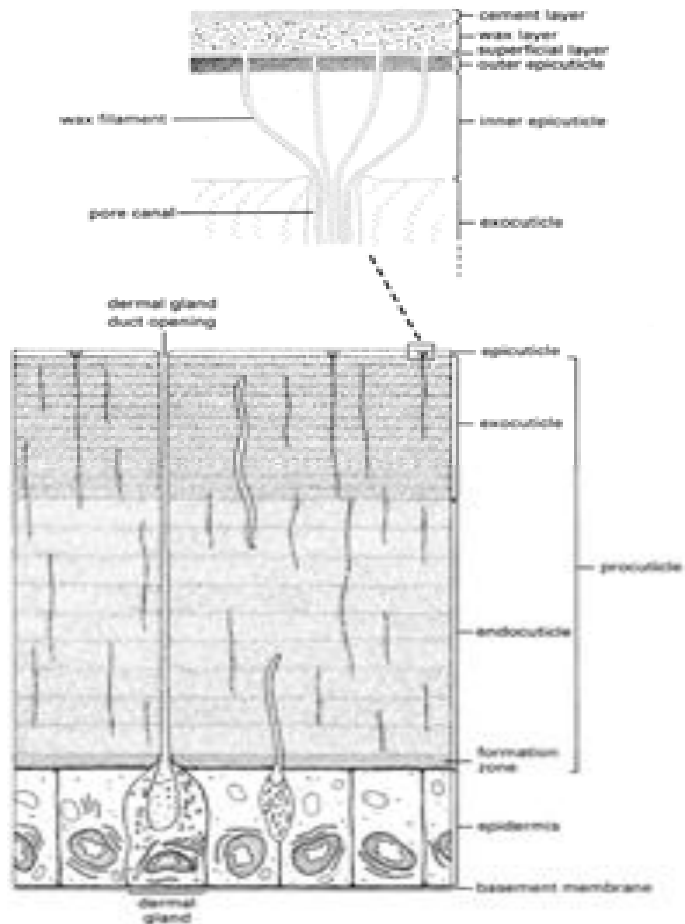
- Μηχανική προστασία
- Κίνηση
- Παρεμπόδιση απώλειας νερού (κηρώδες στρώμα)
- Προστασία από τον ήλιο
- Αποθήκευση προϊόντων απέκκρισης

## Μειονεκτήματα του εξωσκελετού:

- Περιορίζει την αύξηση των εσωτερικών οργάνων
- Απαιτείται περιοδική αποβολή του για την αύξηση
- Μπορεί να συσσωρεύει λιποδιαλυτές τοξίνες



# Εξωσκελετός



Είναι σαν το κοντραπλακέ:

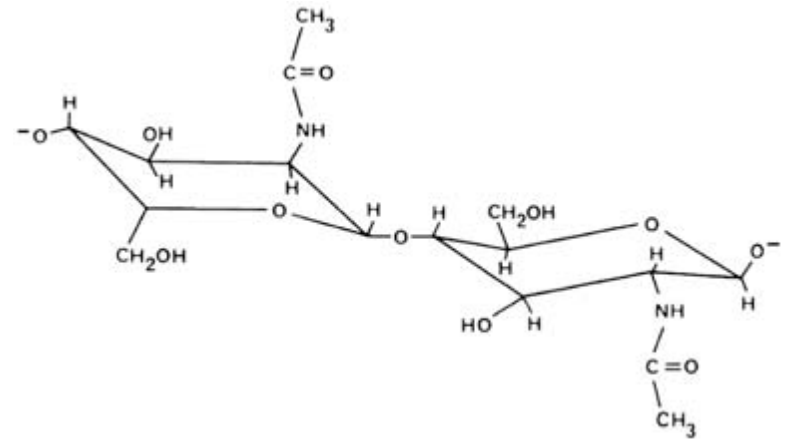
- Πολλά εύκαμπτα αλλά και ανθεκτικά στη θραύση στρώματα



# Χιτίνη + πρωτεΐνη

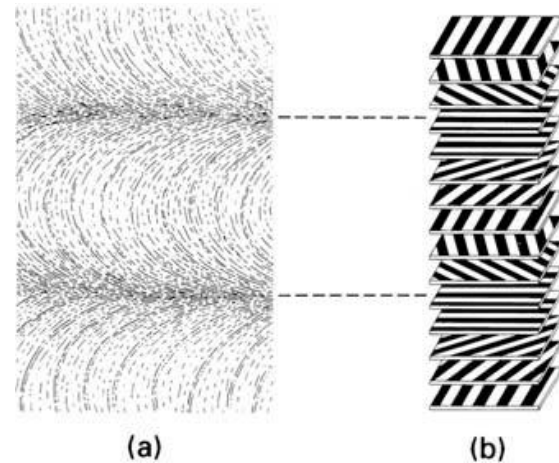
- **Χιτίνη:**

- πολυσακχαρίτης σε στρώματα με σταδιακά διαφορετικό προσανατολισμό

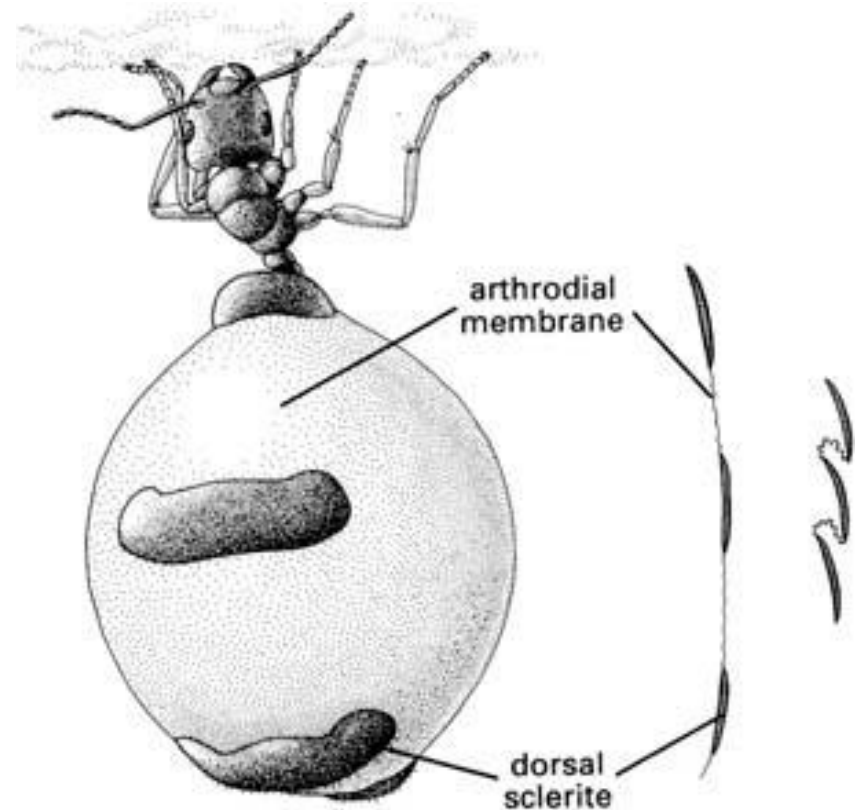
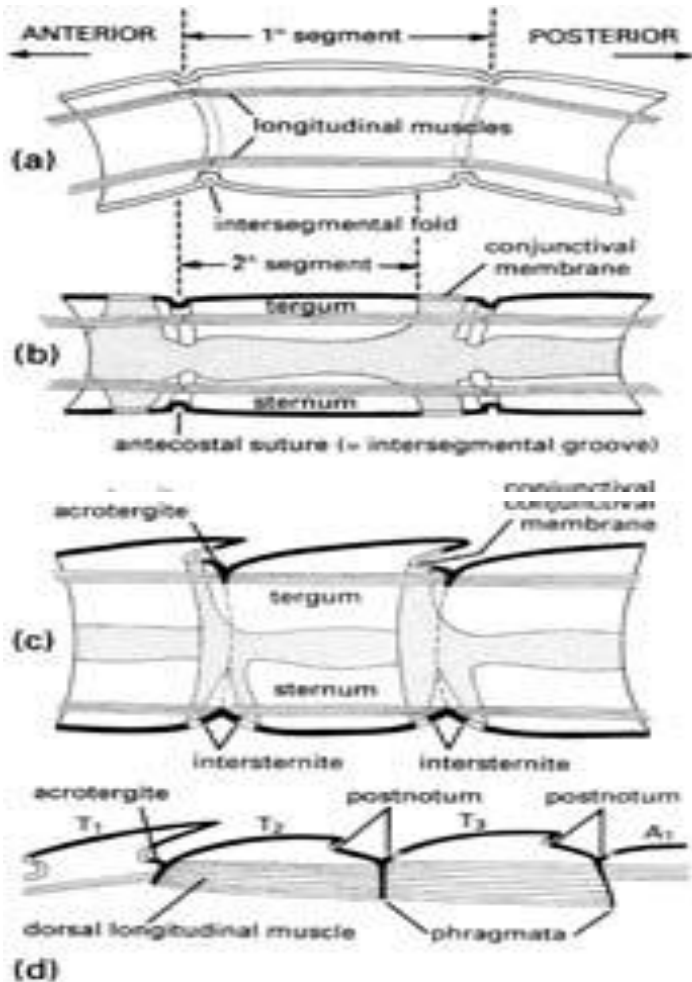


- **Πρωτεΐνη:**

- για χρωματισμό και σκληροποίηση



# Εξωσκελετός: σκληρός και εύκαμπτος





# Έκδυση

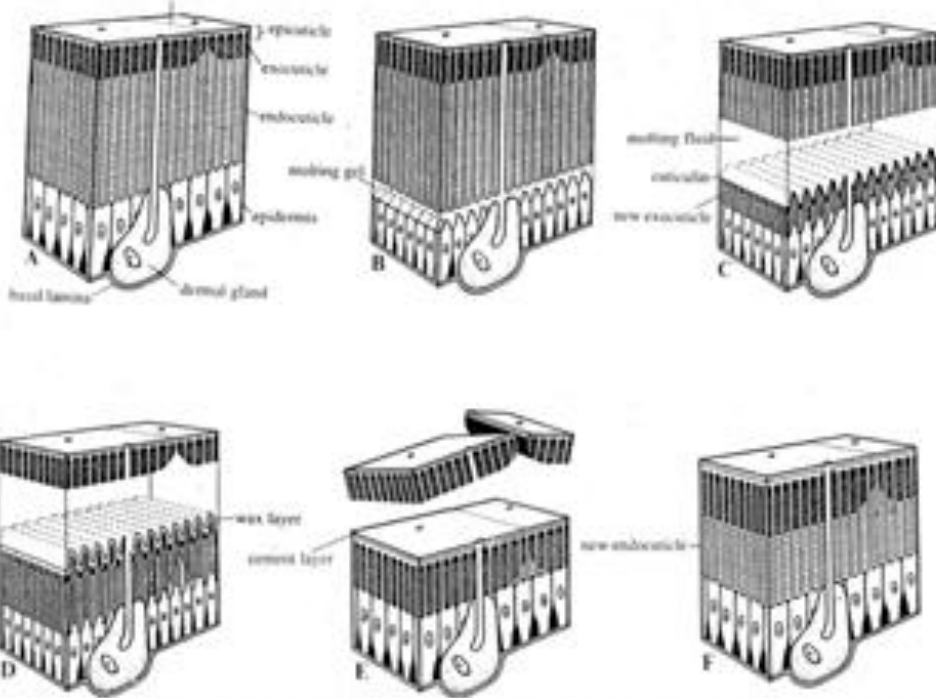
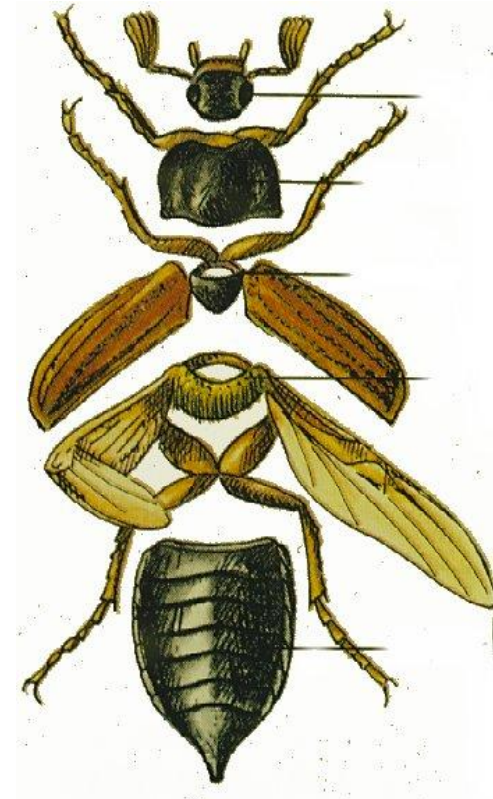
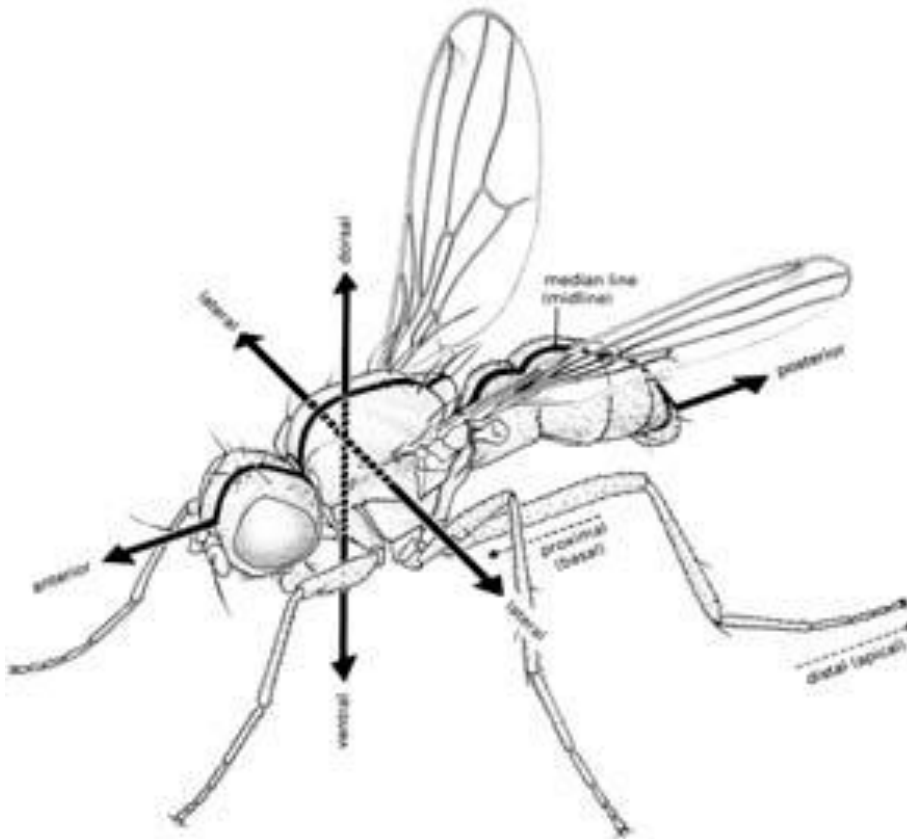


Figure 4.1. Diagrammatic summary of a typical insect molting cycle. (A) Intermolt cuticle showing its various layers. (B) The molting cycle starts with apolysis, the separation of a molting gel between the epidermis and old cuticle; and a round of cell division. The increased cell number throws the surface of the epidermal cells into fine folds. (C) The epidermal cells secrete a new cuticular layer and begin to secrete a new exocuticle; the molting gel is activated, becomes fluid and begins to digest the old endocuticle. (D) Digestion of the endocuticle is complete; the wax layer is secreted through the pore canals (shown here as two vertical channels per cell, in reality they are much narrower on this scale and more numerous). (E) The old exocuticle breaks at an occlusal suture; the cement layer of the epidermis is secreted by dermal glands. (F) New endocuticle secretion continues through the next intermolt. Illustration by Paul Kenning.

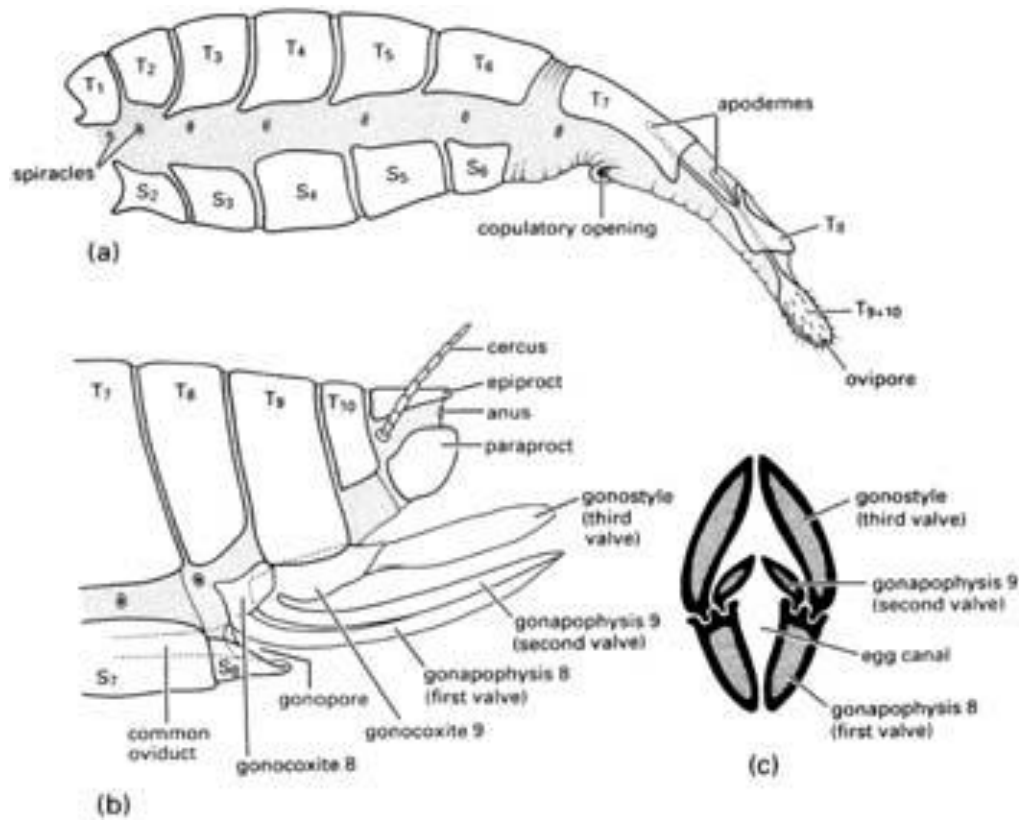


# Γενική εξωτερική μορφολογία

- 3 σωματικά τμήματα: κεφάλι, θώρακας, κοιλιά

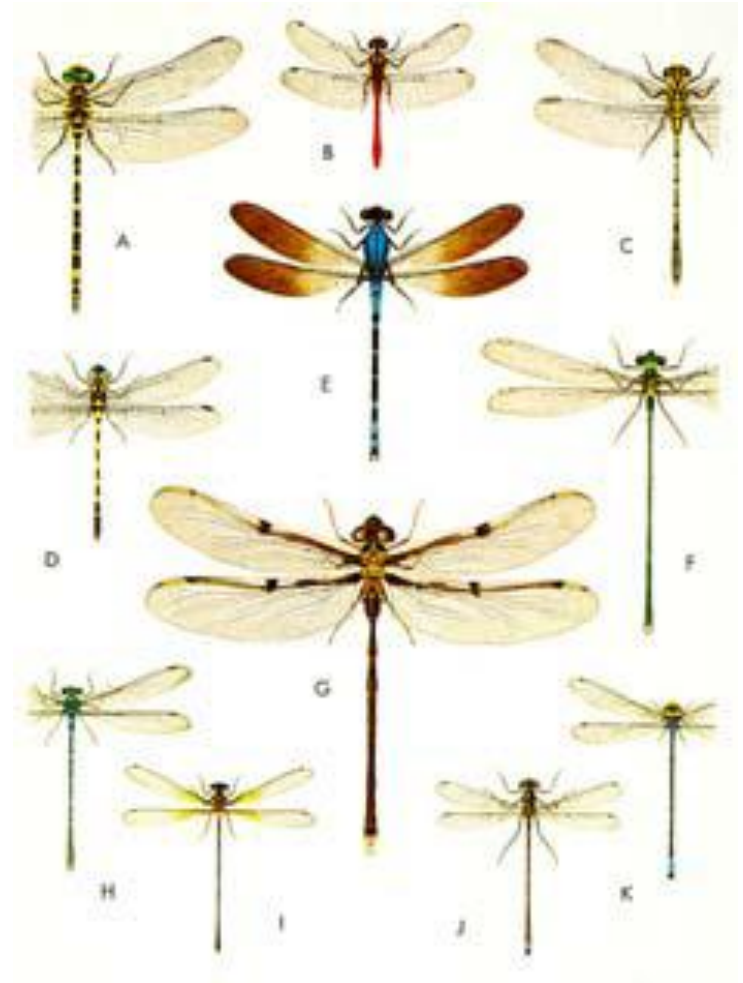


# Θώρακας



# Θώρακας

- Στο θώρακα βρίσκονται τα φτερά και τα πόδια
- Είναι το τμήμα όπου βρίσκονται οι περισσότερες μυϊκές ομάδες
- Είναι το πιο τροποποιημένο τμήμα του σώματος για την κίνηση





# Πόδια εντόμων: διαφοροποιημένα για ποικίλες λειτουργίες

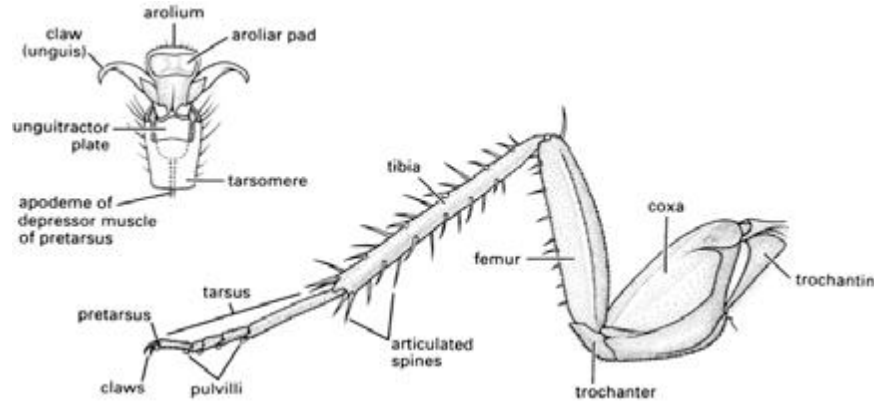


Figure 2.35 Specialized structures borne on the legs. (a) Callosities, or pollen baskets, on the hind tibia of the honey bee. (b) Section discs on the fore tarsus of a male diving beetle. (c) Tympanic organ on the fore tibia of a long-horned grasshopper. (d) Reproval from R. E. Snodgrass, *Anatomy of the Hymenoptera*. Copyright © 1936 by Cornell University. Used by permission of the publisher, Cornell University Press. (e) Source: J. W. Pollock and K. A. Wards, *Entomology*, with Special Reference to Its Ecology of Insects, 4th edition, 1934, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (f) Redrawn from Pichard, 2008.

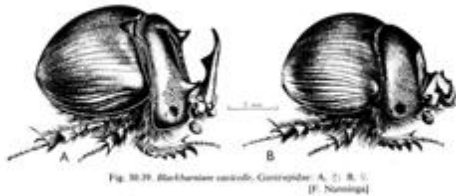
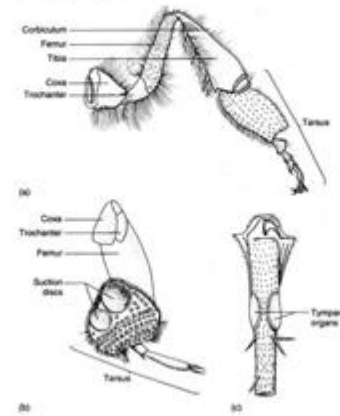


Fig. 30.29. *Blattellaria crassicornis*, *Gerrhonotus*. A, ♂; B, ♀. [F. Nunnally]

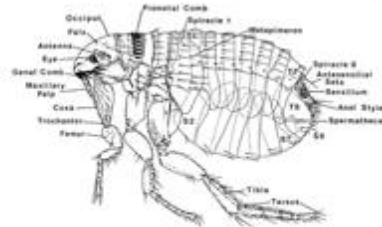
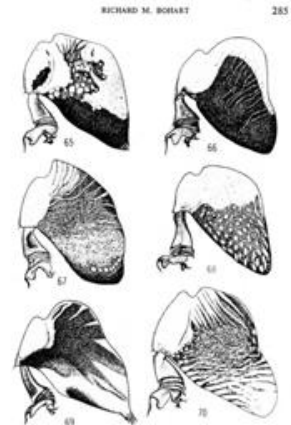


Figure 31-5. An adult cat flea, *Ctenocephalides felis* (Beauch.). Figure prepared by Robert S. Linnell.



FIGURES 65-72.—Outer view of ♂ tibiae and tarsi in *Culex*. 65, yellow; 66, yellow; 67, apical; 68, apical; 69, lateral; 70, glabrous.

# Φτερά και πτήση

- Τα έντομα εξέλιξαν την πτήση κατά το Ανώτερο Λιθανθρακοφόρο (πριν 300 εκ. Χρόνια)
  - ενώ τα πρώτα ιπτάμενα σπονδυλωτά εμφανίστηκαν κατά τον Τριαδικό (70 εκ. Χρόνια αργότερα)
- Η δομή των φτερών των εντόμων:
  - λεπτή μεμβράνη από επιδερμίδιο
- 2 ζεύγη φτερών
  - Σε μερικές ομάδες (Δίπτερα) το 2<sup>ο</sup> ζεύγος έχει μετατραπεί σε αλτήρες (ισορροπιστές)



# Η εξέλιξη των φτερών

- Πώς εξελίχθηκαν τα φτερά; Τι χρησιμεύει μια δομή σαν τα φτερά εκτός από την πτήση;

## 1<sup>η</sup> άποψη:

- **Προεκτάσεις του εξωσκελετού μπορεί να χρησίμευαν ως ηλιακά κάτοπτρα, συγκεντρώνοντας τη θερμότητα για να θερμανθεί το σώμα.**
- 1. Σε μερικά έντομα σήμερα τα φτερά έχουν αυτή τη λειτουργία. Δεν υπάρχουν ενδείξεις από τα απολιθώματα.

## 2<sup>η</sup> άποψη:

- **Τα φτερά ξεκίνησαν ως βράγχια σε υδρόβιες νύμφες των εντόμων, που προήλθαν από τον πάνω λοβό των δισκελών εξαρτημάτων.**
- 1. Τα βράγχια σε υδρόβιες νύμφες μερικών εντόμων έχουν κοινά δομικά χαρακτηριστικά με τα φτερά (νεύρωση).
- 2. Μερικά γονίδια που ελέγχουν την ανάπτυξη των φτερών ελέγχουν επίσης και την ανάπτυξη των βραγχίων στα Καρκινοειδή.
- 3. Μερικές προνύμφες εντόμων έχουν βράγχια σε όλα τα μεταμερή.
- 4. Τα βράγχια μπορούν να κινούνται (για αερισμό ή κολύμβηση).
- 5. Μπορεί να έχουν διατηρηθεί σε μερικά μεταμερή του θώρακα και να χρησιμοποιούνταν για άλλη λειτουργία (π.χ. ως ιστία) και τελικά χρησίμευσαν για την πτήση.

# Φτερά εντόμων και πτήση

Η πτητική μηχανή των εντόμων: Έμμεσοι ασύγχρονοι μύες ± Άμεσοι συγχρονισμένοι μύες

- Ραχιαίοι κατά μήκος έμμεσοι μύες πτήσης: κάθοδος φτερών
- Ραχιαιο-κοιλιακοί έμμεσοι μύες πτήσης: άνοδος των φτερών

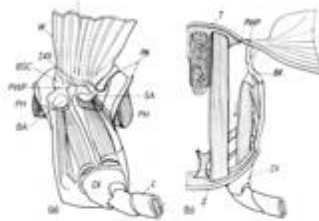


Fig. 1.4 The insect thorax, illustrating the action of the direct wing muscles. (a) Lateral view of the thorax showing basalar and subalar muscles. The pleural region is drawn as if transparent. (b) Cross-section of the thorax showing the mode of action of the basalar muscles (after Snodgrass 1935).

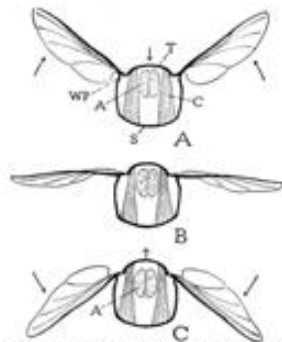
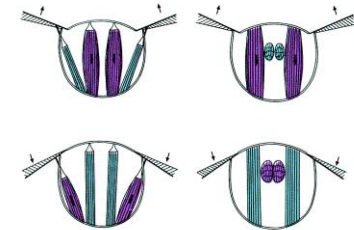
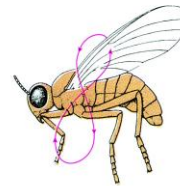
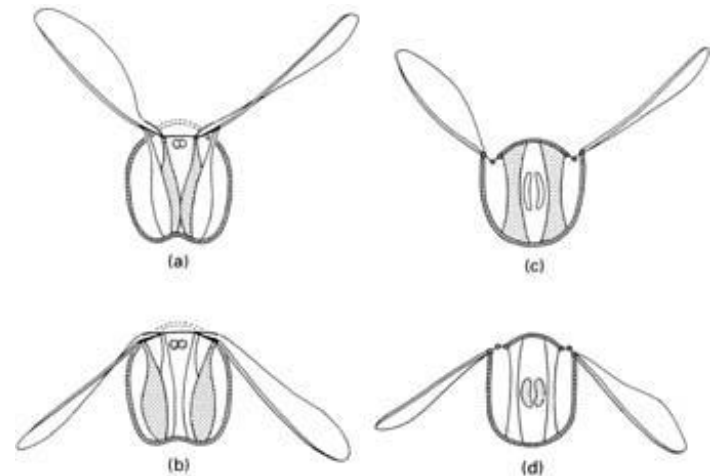


FIG. 141.—Diagrams of successive positions of the wings in flight and the corresponding movements of the tergum.



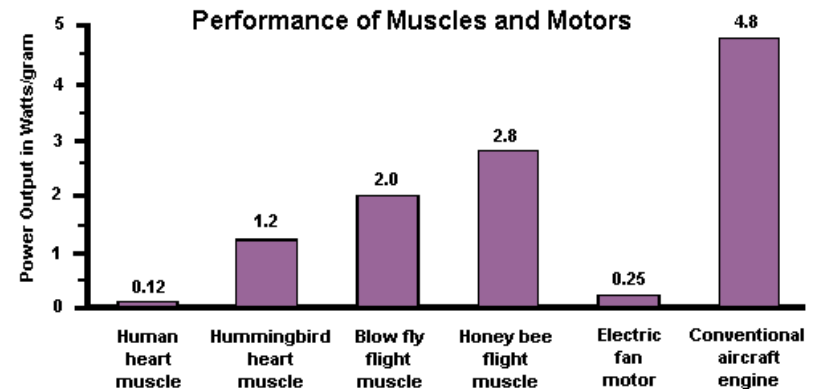


# Φτερά εντόμων και πτήση

- Η κίνηση των φτερών είναι εξαιρετικά σύνθετη
- Συχνότητες 10 – 1000 Hz

Πλεονεκτήματα:

- Αποφυγή θηρευτών
- Μείωση ενδογαμίας
- Μείωση ενδοειδικού ανταγωνισμού
- Εύρεση τροφής (εξειδίκευση)



# Στοματικά εξαρτήματα: ποικιλότητα και καινοτομίες

Τα έντομα τρώνε σχεδόν τα πάντα:

- Φύλλα
- Ρίζες
- Άνθη
- Γύρη
- Ξύλωμα
- Φλοίωμα
- Σηπόμενα φυτά
- Σηπόμενα ζώα
- Περιπτώματα
- Αίμα
- Ζώα
- Άλλα αρθρόποδα
- Άλλα έντομα
- Ξύλο
- Χαρτί
- Πλαστικό



# Στοματικά εξαρτήματα: ποικιλότητα και καινοτομίες

- Το κεφάλι των εντόμων αποτελείται από 6 ξεχωριστά τμήματα (μεταμερή)
- Επομένως τα στοματικά εξαρτήματα είναι ομόλογα με τα πόδια:
  - πολλά τμήματα των στοματικών εξαρτημάτων μοιάζουν με πόδια π.χ. οι κάτω γνάθοι

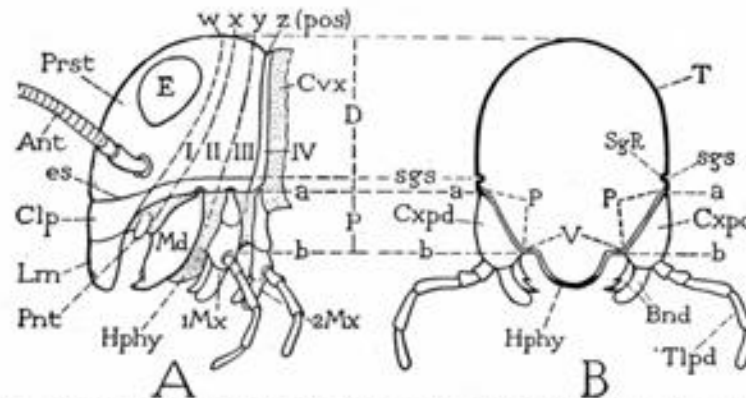


FIG. 54.—Diagrams illustrating the fundamental structure of the insect head. A, the composite definitive head formed by the union of at least four postoral somites (I, II, III, IV) with a preoral region derived from the cephalic lobes of the embryo (Fig. 23, *Pre*) including the prostomium and perhaps one or two (preantennal and antennal) somites (Fig. 244). B, relation of the head appendages to the head wall as shown in cross section.

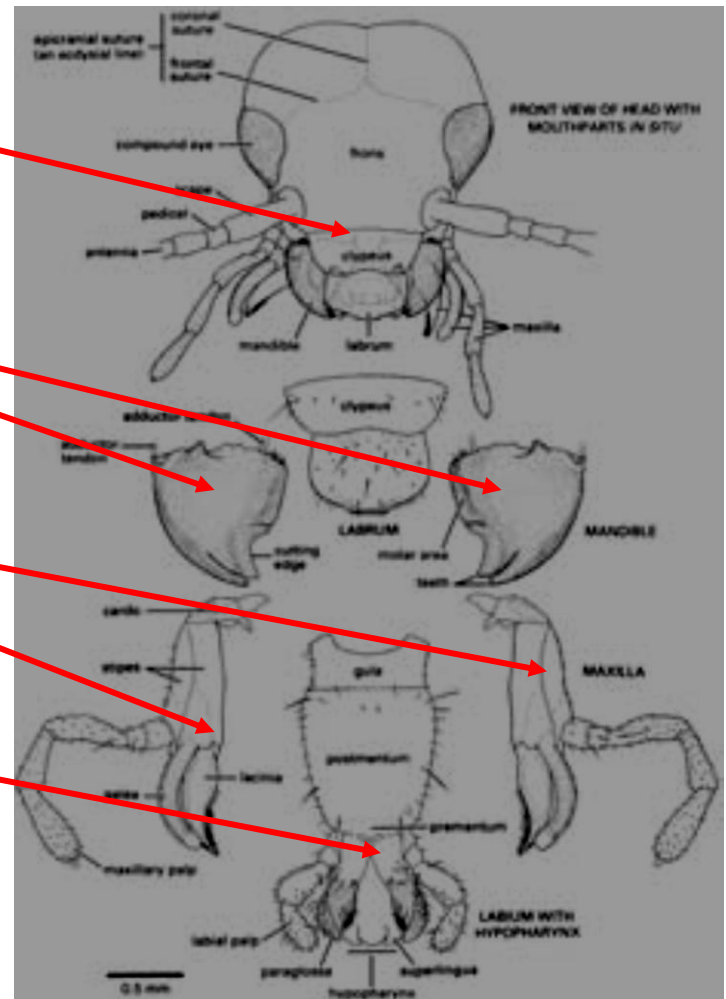
# Στοματικά εξαρτήματα: ποικιλότητα και καινοτομίες

1. Άνω χείλος

2. Άνω γνάθοι

3. Κάτω γνάθοι

4. Κάτω χείλος





# Στοματικά εξαρτήματα: ποικιλότητα και καινοτομίες

Ποικιλότητα στοματικών εξαρτημάτων (αδρή ταξινόμηση):

- Μασητικά: σκαθάρια, ακρίδες, γρύλοι
- Διατρητικά: κουνούπια
- Αναρροφητικά-Μυζητικά: Πεταλούδες
- Απορροφητικά - Μυζητικά: Μύγες
- Μασητικά-Λειχητικά: Μέλισσες

# Θηρευτές

- Τα σκαθάρια-δύτες έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για τη θανάτωση και σύλληψη της λείας τους

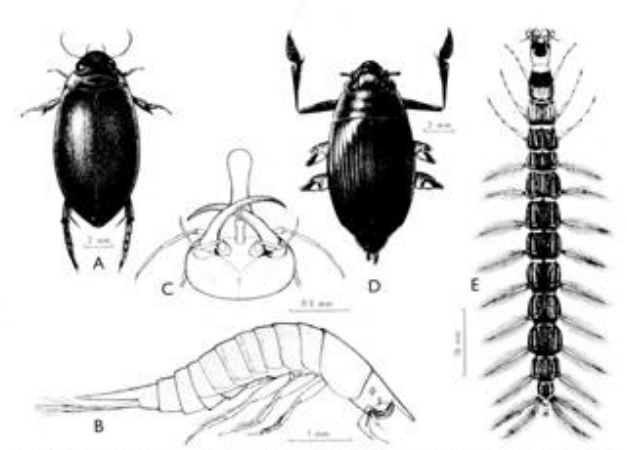


Fig. 30.24. A, *Elytus pubescens*, Dytiscidae; B, larva of Dytiscidae-Hydrophilinae; C, head of same, ventral; D, *Macrogyrus oblongus*, Gyrinidae; E, larva of *Macrogyrus striolatus*; F, same as E, ventral. [J. Nanning]

- Τα Νευρόπτερα έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για την έκκριση σιέλου και την απομύζηση

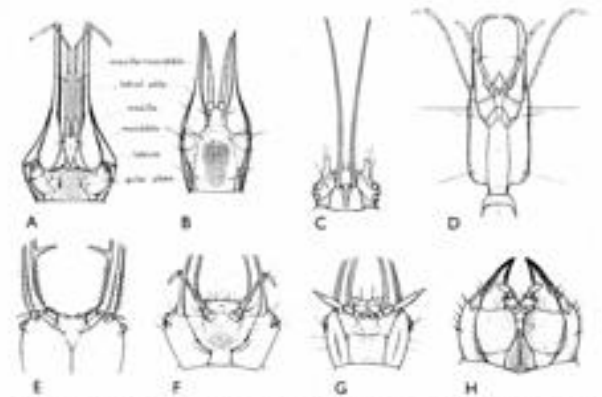
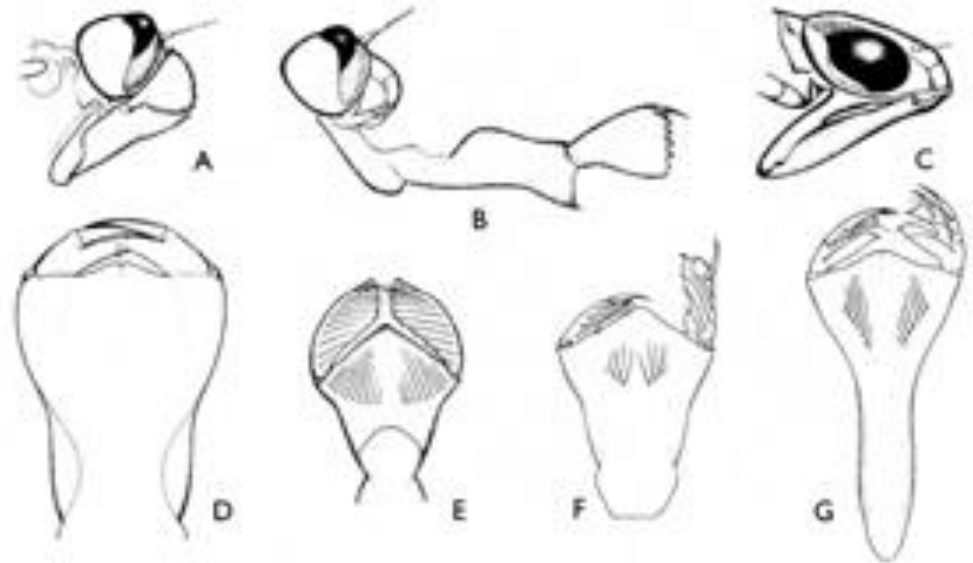


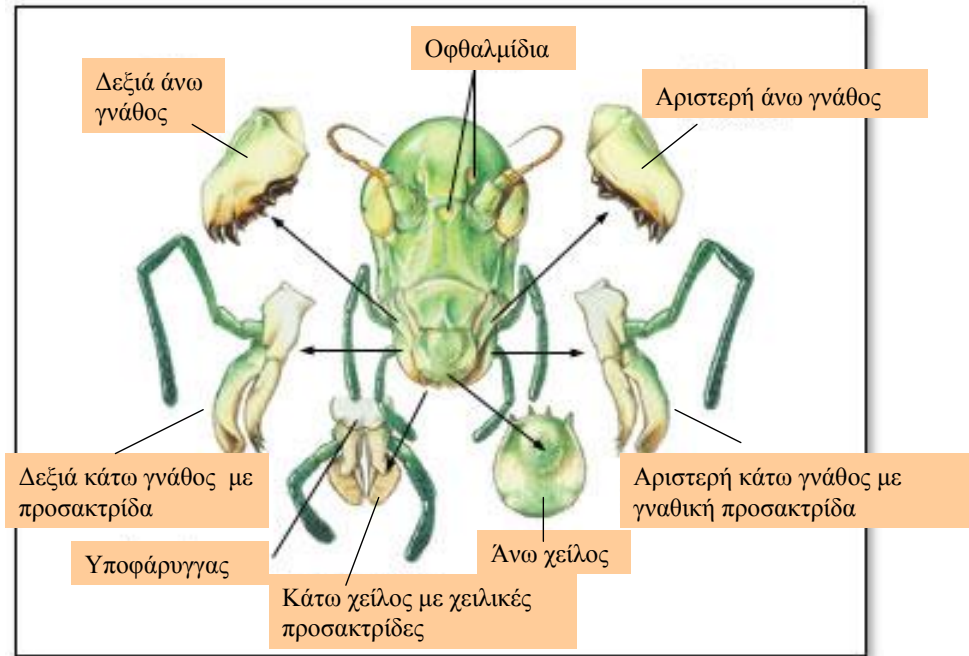
Fig. 29.1. Heads of larvae, ventral: A, *Pteronarcys* sp., Zygoptera; B, a Neuroptera; C, *Sisyra* sp., Zygoptera; D, *Anisoneuriba* sp., Zygoptera; E, a Neuroptera; F, *Chrysopa* sp., Chrysopidae; G, a Neuroptera; H, *Sisyra* sp., Zygoptera. [M. Quick]

# Θηρευτές



- Οι προνύμφες των λιβελούλων έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για την σύλληψη της λείας τους που μερικές φορές έχει διπλάσιο μέγεθος από αυτές

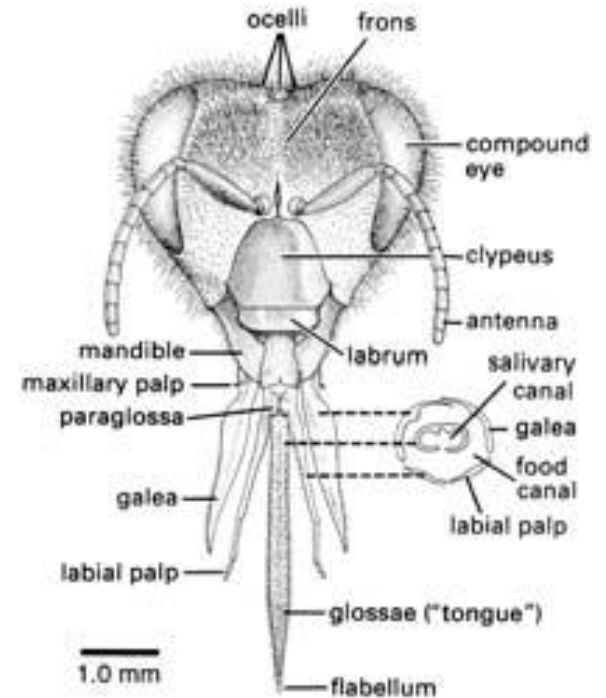
# Φυτοφάγα



- Συχνά δεν έχουν ιδιαίτερα τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα

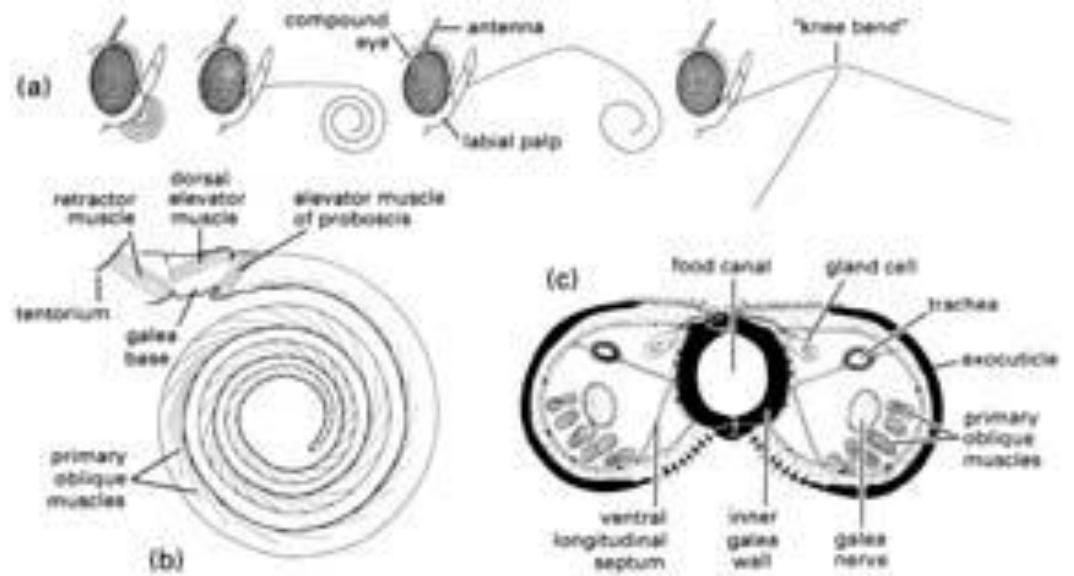


# Φυτοφάγα



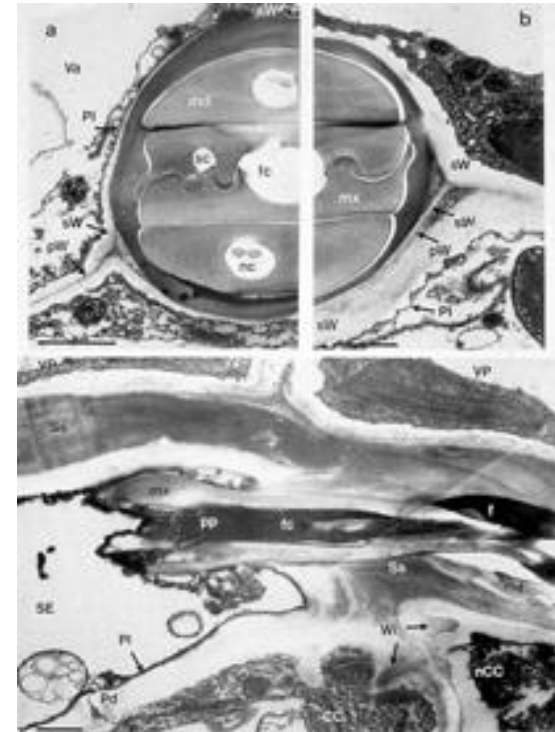
- Οι μέλισσες έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για να παίρνουν το νέκταρ από τα άνθη

# Φυτοφάγα



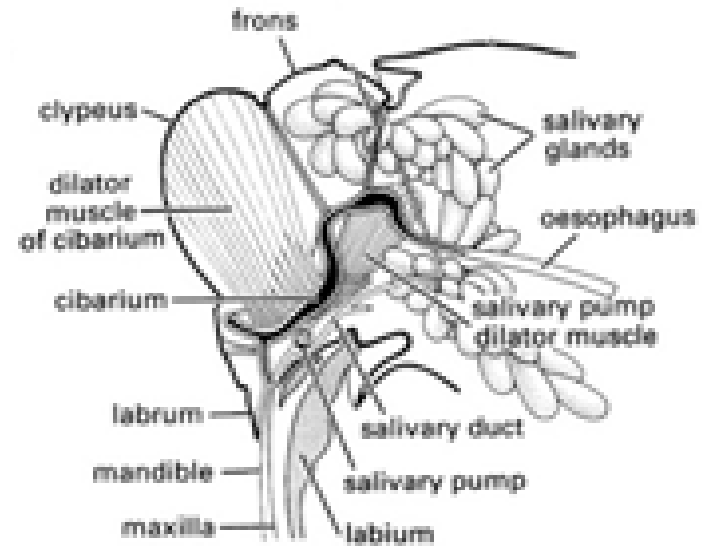
- Οι πεταλούδες (Λεπιδόπτερα) έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για να πίνουν

# Φυτοφάγα



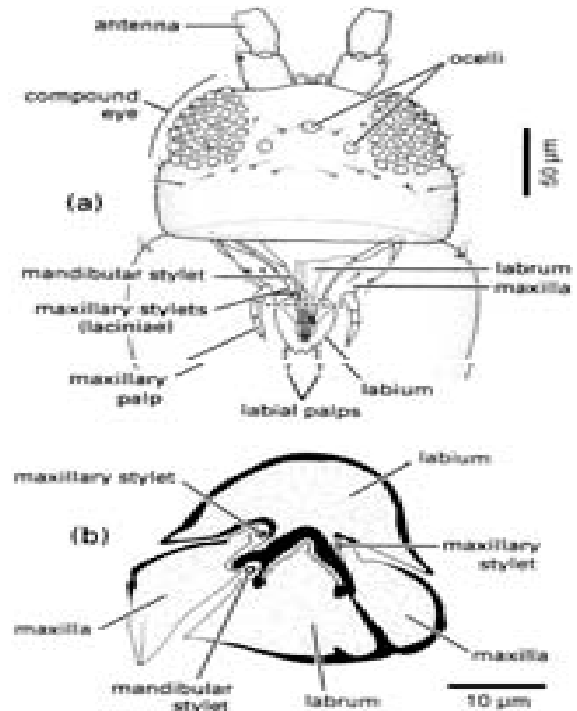
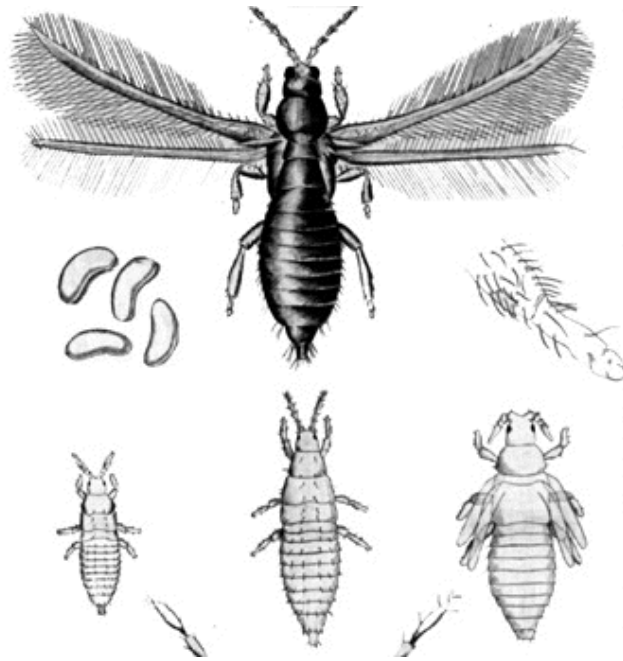
- Τα Ημίπτερα και συγγενείς τους έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για τη διάτρηση και την απομύζηση

# Φυτοφάγα



- Κάποια Ημίπτερα θηρευτές έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για τη διάτρηση και την απομύζηση

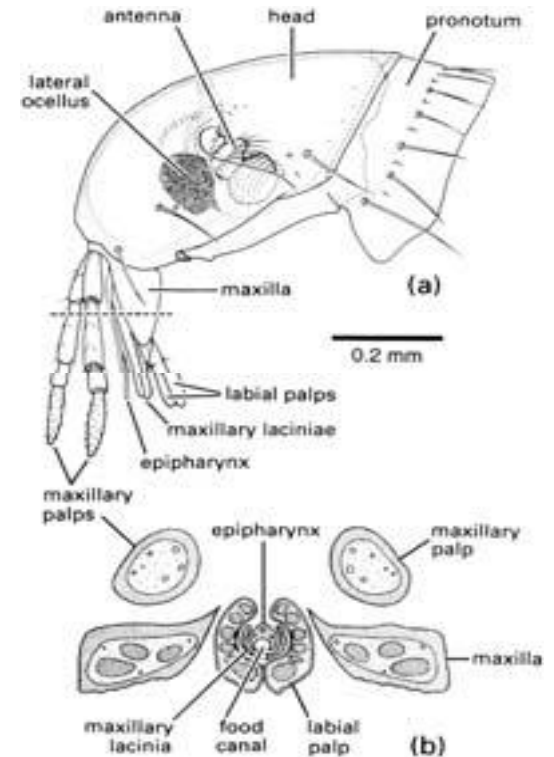
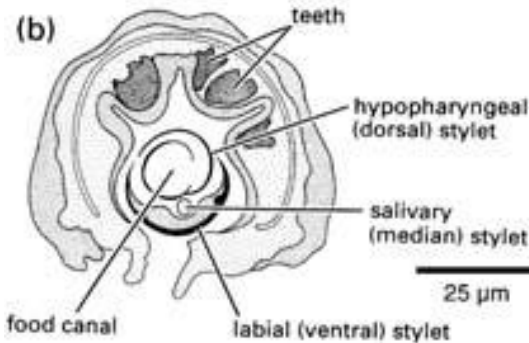
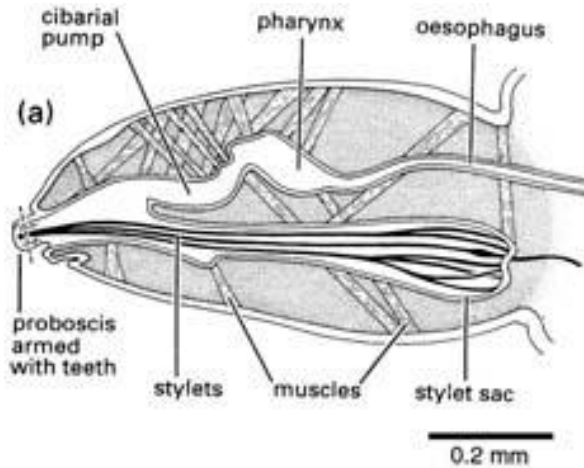
# Φυτοφάγα



- Τα Θυσανόπτερα έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για τη διάτρηση γύρης και φυτικών ιστών



# Εξωπαράσιτα



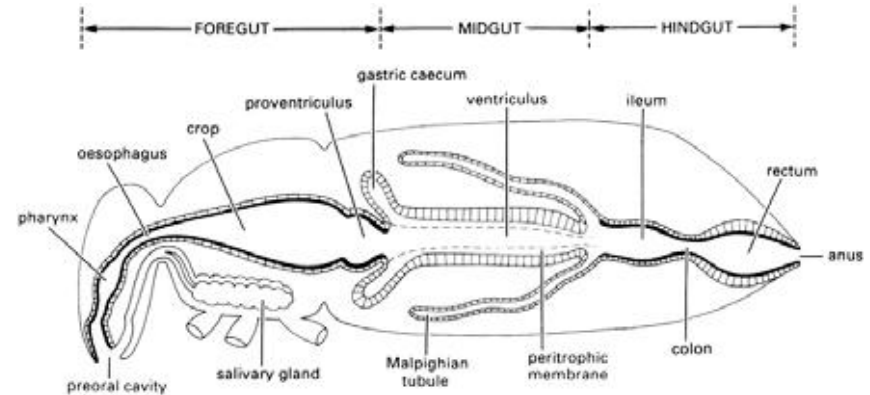
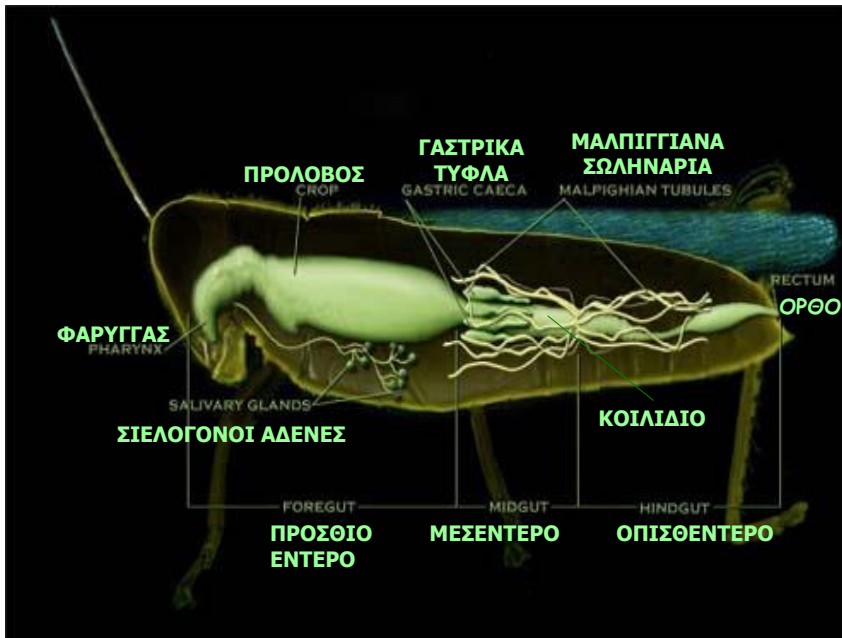
- Οι Ψείρες και οι Ψύλλοι έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για απομυζούν το αίμα

# Άμυνα



- Μερικοί τερμίτες έχουν τροποποιημένα στοματικά εξαρτήματα για την υπεράσπιση της αποικίας

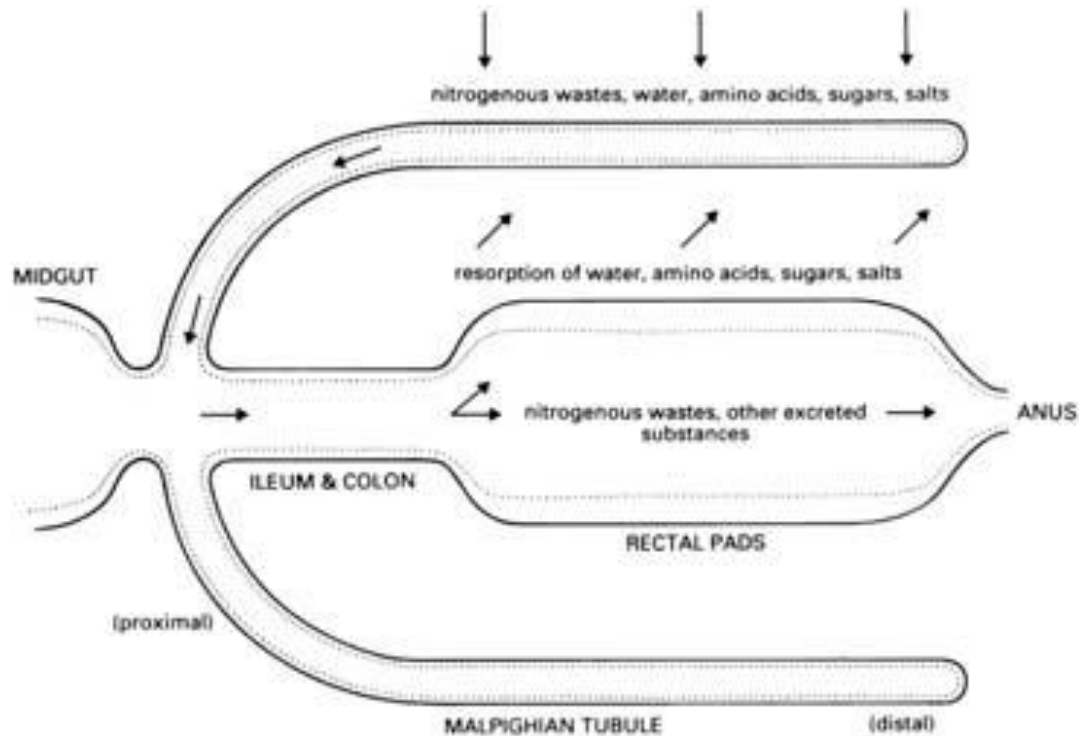
# Πεπτικό σύστημα



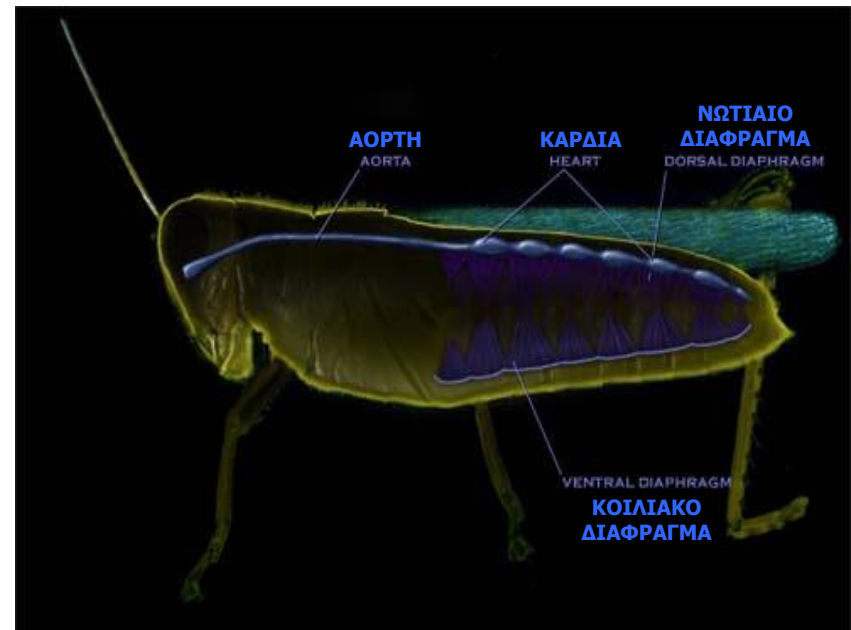
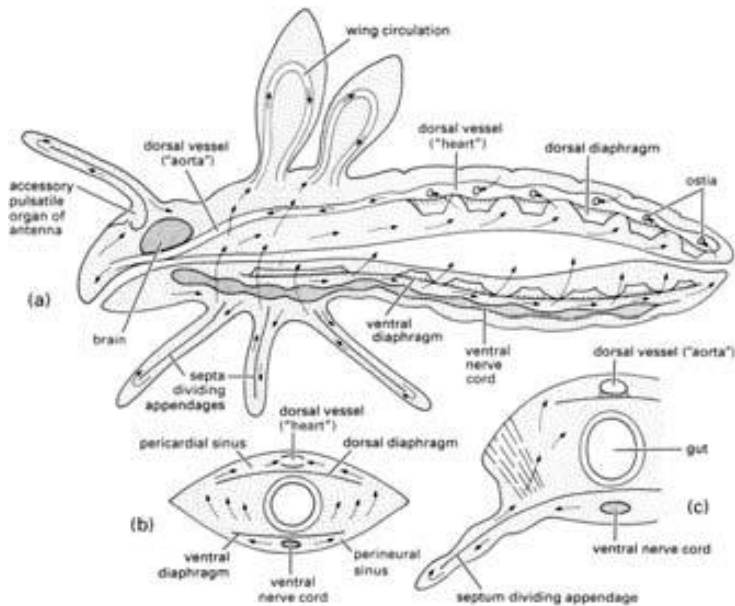
- **Προσθέντερο**
  - στόμα με σιελλογόνους αδένες, οισοφάγος, πρόλοβος για αποθήκευση και προστόμαχος για λειοτρίβιση σε ορισμένα είδη
- **Μεσέντερο**
  - στόμαχος και γαστρικές θηλές
- **Οπισθέντερο**
  - έντερο, ορθό και έδρα

# Απεκκριτικό σύστημα

- Μαλπιγγιανά σωληνάρια
  - Κατακράτηση νερού ή αλάτων



# Ανοικτό κυκλοφορικό σύστημα

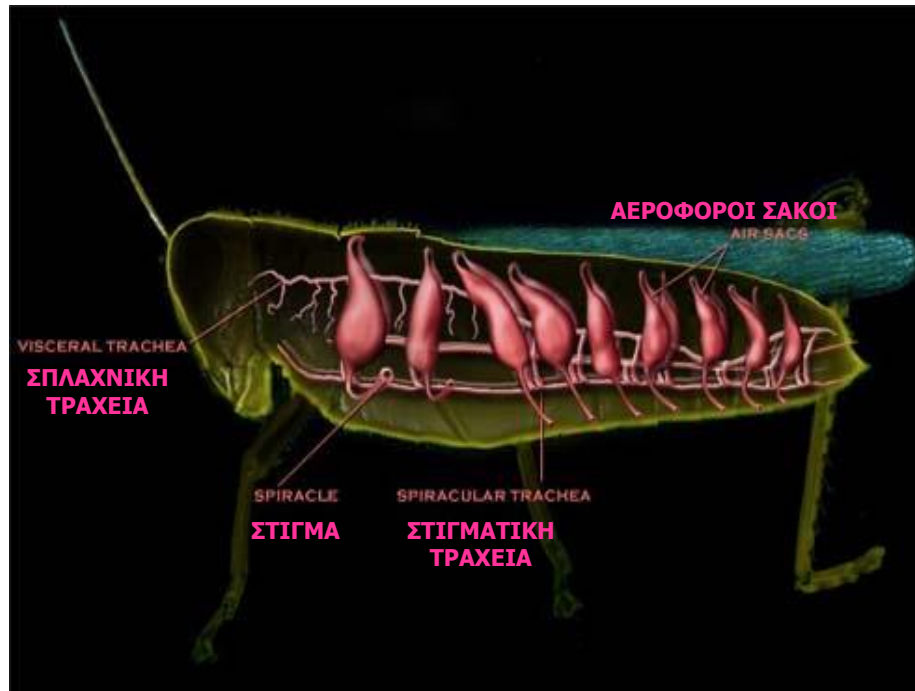


- Ανοικτό
- Μακριά ραχιαία αορτή:
  - η καρδιά διοχετεύει αιμολέμφο (πλάσμα + αμοιβαδοκύτταρα) στην κεφαλική περιοχή.
- Η αιμολέμφος κυκλοφορεί μέσω χώρων ανάμεσα στα όργανα της κοιλιάς και ξαναμπαίνει στην καρδιά μέσω βαλβίδων στο οπίσθιο τμήμα.
  - Η αιμολέμφος δεν μεταφέρει οξυγόνο.

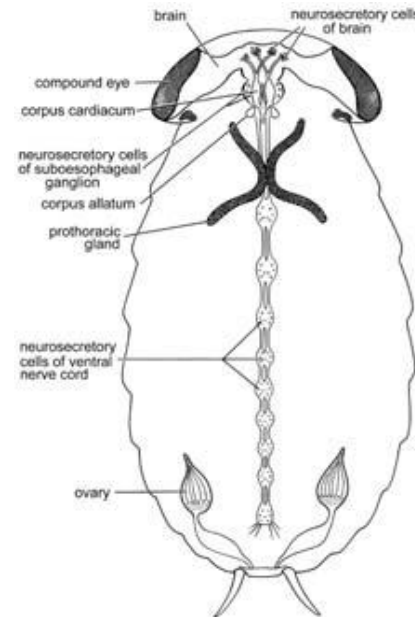
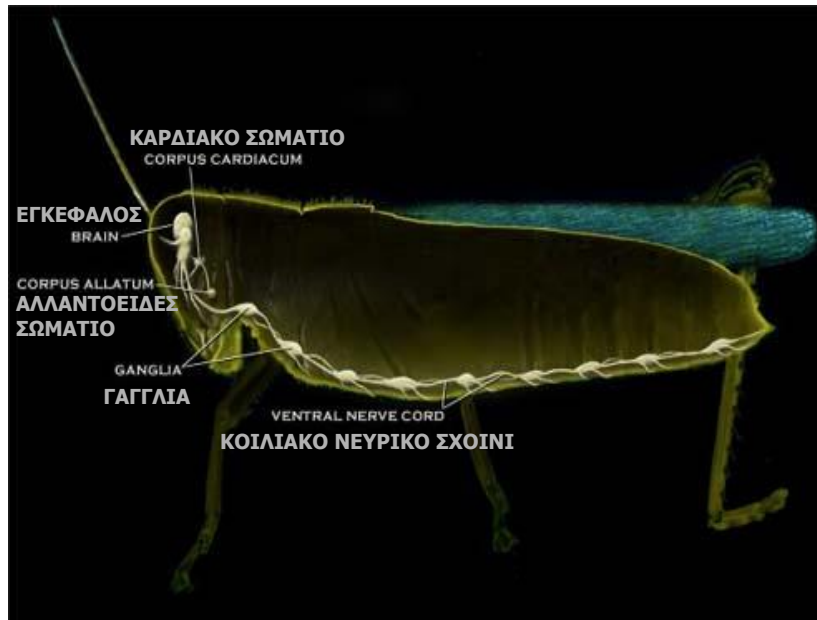


# Αναπνευστικό σύστημα

- Χωρίς κύρια αναπνευστικά όργανα
- Τραχειακό σύστημα
  - **Τραχείες:** σωλήνες με ανοίγματα στο σώμα που διακλαδίζονται σε **τραχειόλια** που μεταφέρουν οξυγόνο κοντά στα όργανα.

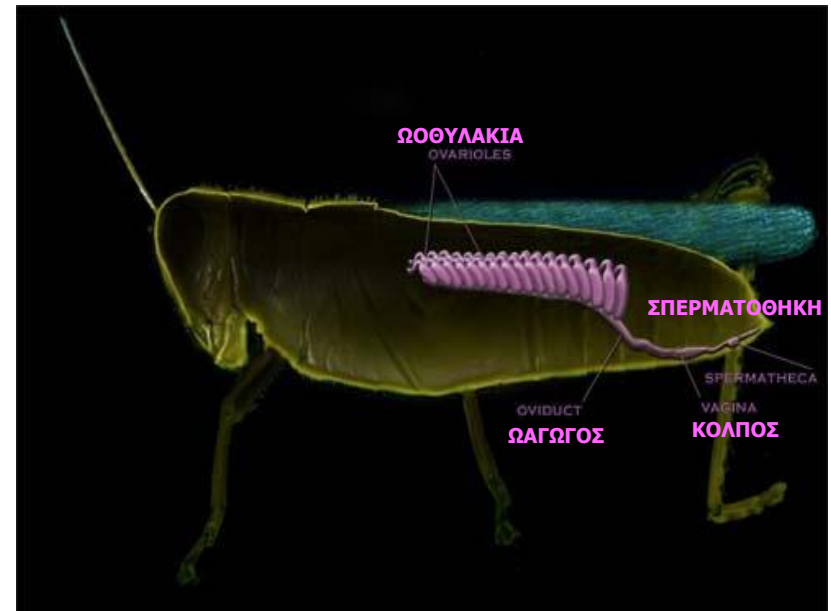
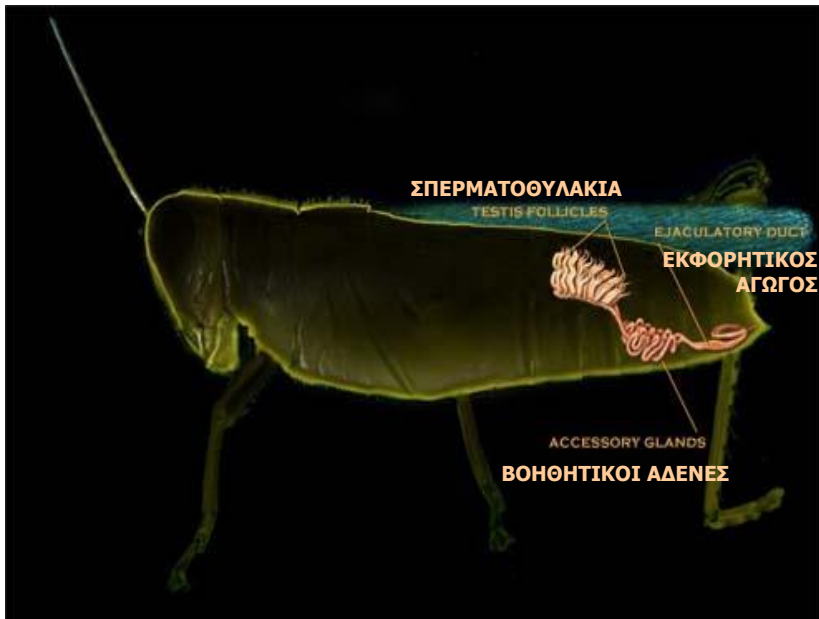


# Νευρικό σύστημα



- Κοιλιακό διπλό νευρικό σχοινί με πολύ αυτόνομα γάγγλια.
  - Η συγχώνευση 3 γαγγλίων στο κεφάλι φτιάχνει τον εγκέφαλο
- Ο εγκέφαλος είναι κυρίως ανασταλτικός (και όχι διεγερτικός όπως στα σπονδυλωτά).
  - Η διατροφή, η κίνηση και το ζευγάρωμα μπορούν να συνεχιστούν χωρίς το κεφάλι.

# Αναπαραγωγικό σύστημα



- Γονοχωριστικοί οργανισμοί
- Γονιμοποίηση συνήθως εσωτερική
- Παρθενογένεση σπανίως (Ομόπτερα, Υμενόπτερα)

# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων

## Φυλετική επιλογή και οι συνέπειές της...

Αρσενικά	Θηλυκά
Μικροί γαμέτες	Μεγάλοι γαμέτες
Η αναπαραγωγική επιτυχία περιορίζεται από τον αριθμό των διασταυρώσεων	Η αναπαραγωγική επιτυχία περιορίζεται από τη φυσιολογία
Μεγάλη ποικιλότητα στην αναπαραγωγική επιτυχία	Μικρή ποικιλότητα στην αναπαραγωγική επιτυχία
Βέλτιστη στρατηγική: η γονιμοποίηση του μέγιστου αριθμού αυγών	Βέλτιστη στρατηγική: γονιμοποίηση αυγών με το «καλύτερο» σπέρμα

**Γενικά: τα θηλυκά είναι πιο «εκλεκτικά» (αλλά όχι πάντοτε...)**





# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων

- Έμμεση μεταφορά σπέρματος: σύνθετοι προγαμιαίοι χοροί
- Κολλέμβολα:
  - Τα αρσενικά αποθέτουν το σπερματοφόρο στο υπόστρωμα και ωθούν τα θηλυκά να το αποδεχθούν. Συχνά φτιάχνουν «φράκτες» με σπερματοφόρα
- Ζυγέντομα:
  - Αποθέτουν τα σπερματοφόρα τους σε νήματα και ενίοτε δένουν τα θηλυκά κατά το ζευγάρωμα

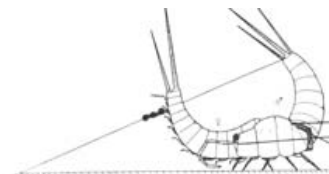
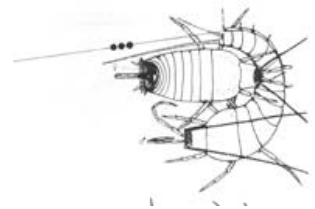
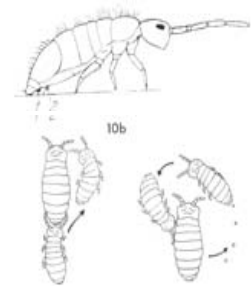
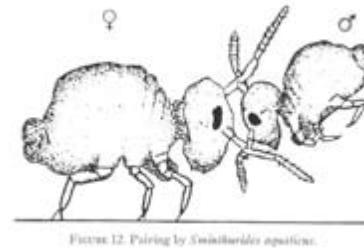
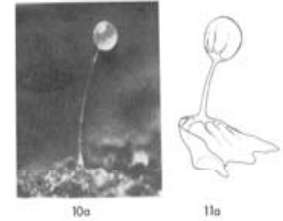


FIGURE 14. Pairing position of *Machilis* during sperm transfer.

# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων

- Έλεγχος και υπεράσπιση χώρου (**Χωροκρατία**)
- Συστήματα επικοινωνίας
- Ανταγωνισμός σπέρματος
- Επιλογή θηλυκών και γαμήλια δώρα
- Αφροδισιακά και αντι-αφροδισιακά
- Αντιστροφή σεξουαλικών ρόλων

# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: χωροκράτεια

## Υμενόπτερα:

- **Χωροκράτεια περιοχών  
ωοαπόθεσης:**
  - Τα αρσενικά χωροκρατούν περιοχές όπου βγαίνουν τα θηλυκά από το έδαφος. Τα θηλυκά διασταυρώνονται μόνο μια φορά. Τα μεγαλύτερα και πιο επιθετικά αρσενικά ελέγχουν μεγαλύτερη περιοχή εκκόλαψης
- **Χωροκράτεια περιοχών  
τροφοληψίας (άνθη) θηλυκών:**
  - Εμπλέκονται σε μάχες όπου συχνά σκοτώνεται το ένα αρσενικό



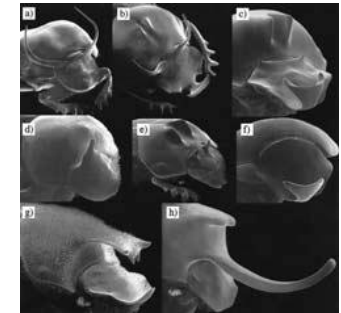
7.9 Males of cicada killer wasps defend territories several meters square at sites with an above-average number of emergence holes. Because males emerge from the soil before females, locations with many emergence openings eventually will yield a relatively large number of additional wasps, most of which will be receptive females. (Drawing by M. H. Stewart.)



# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: χωροκράτεια

- Χωροκράτεια περιοχών εκκόλαψης:

- **Κολεόπτερα:** Μάχες μεταξύ αρσενικών. Το μέγεθος των «κεράτων» επηρεάζει τη στρατηγική.
  - Μαχητές: τα άτομα με μεγάλα κέρατα
  - «Υπουλοι»: άτομα με μικρότερα κέρατα



- **Δίπτερα (ελαφοκέρατα):** μάχες

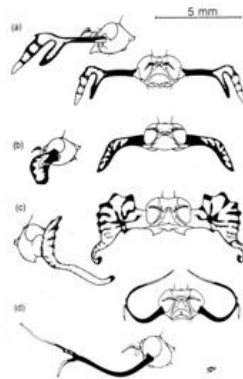
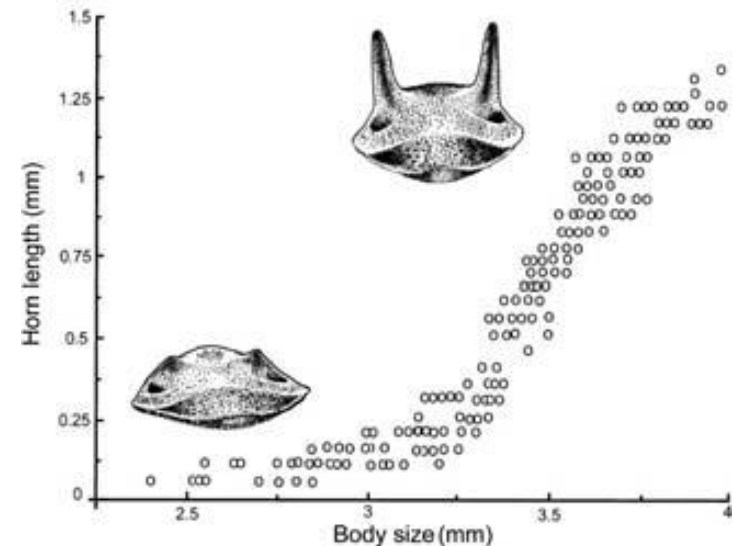


Fig. 18-1. Head projections or 'antlers' of males from (a) *Phyllobius melanocephalus*, (b) *P. erichsonii*, (c) *P. modestus*, and (d) *P. ulciferus*.



# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: χωροκράτεια

- Χωροκράτεια με οριοθέτηση  
και επιδείξεις
  - Λεπιδόπτερα



7.15 Males of the great purple hairstreak, *Atides halesus*, sometimes engage in complex aerial chases in which they fly great distances upward, spiraling about each other as they go. These contests are for control of a perch territory in a hilltop tree. (Drawing by M. H. Stewart.)



# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Ακουστική επικοινωνία: Ορθόπτερα (Γρύλλοι, Γρυλλοτάλπες)

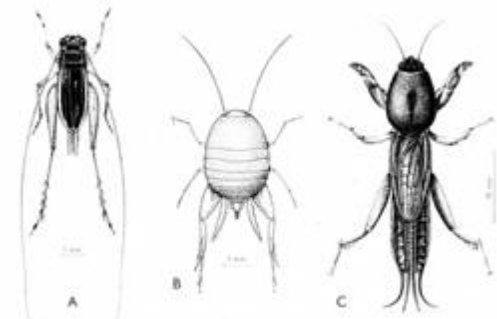
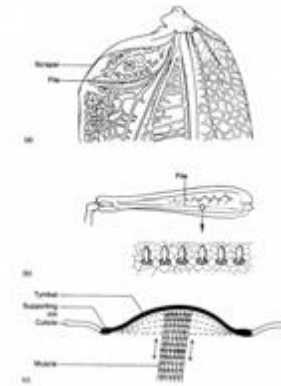
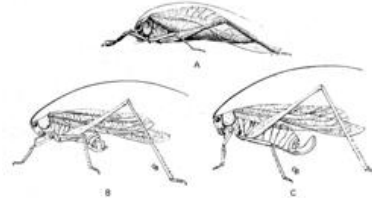
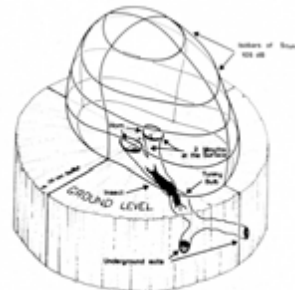
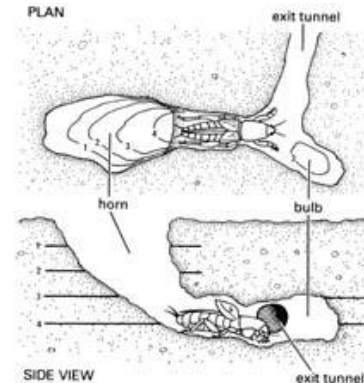


Fig. 21.1. A, *Mioscirtus albivittatus*, Gryllidae; B, *Mioscirtus tricolor*, Mioscirtidae; C, *Gryllotalpa sibirica*, Gryllotalpidae. [J. Nantop]



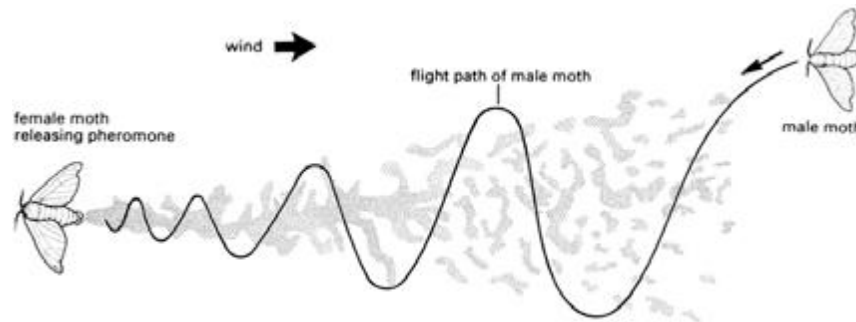
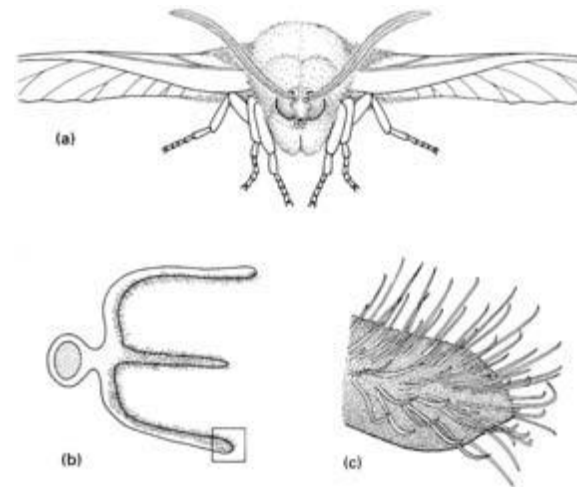
6.4 The double-megaphone bases of the male cricket *Gryllotalpa sibirica* makes male calling more efficacious and more effectively directed. (From *Insect* [Clark, 1978].)



SIDE VIEW

# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

**Χημική επικοινωνία:** Φερομόνες που εκκρίνονται από τα θηλυκά και ανιχνεύονται από τα αρσενικά (Τριχόπτερα, Λεπιδόπτερα)



# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Οπτική επικοινωνία: Κολεόπτερα (πυγολαμπίδες)



U.K. Flight patterns of a number of beetle species, each of which associates a distinct set pattern of signals. (Drawing by D. Otis from Lloyd, 1966.)



signal that females use to respond to males. This attracts other males whose signals may stimulate the true female to begin answering again. The pseudofemale can then perhaps relocate his would-be mate and reach her before the newly arrived males (J. E. Lloyd, 1971).

# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: ανταγωνισμός σπέρματος

Παρατεταμένο ζευγάρωμα: Δίπτερα (Love Bugs) ζευγαρώνουν για μέρες

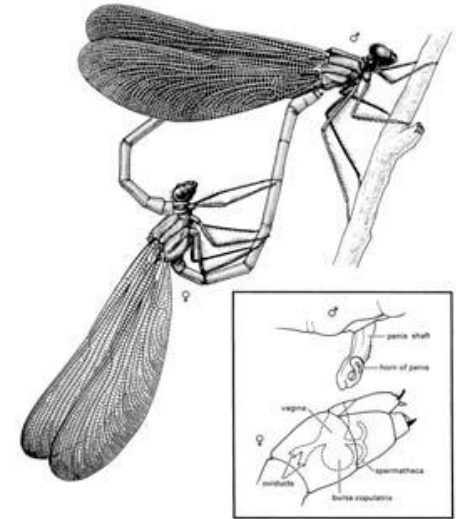


Εκρήξεις σπέρματος: Λεπιδόπτερα, Υμενόπτερα

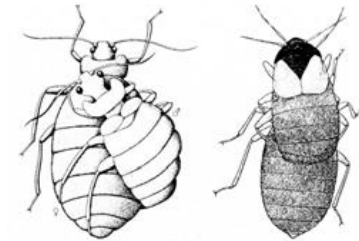


# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: ανταγωνισμός σπέρματος

Αφαίρεση σπέρματος: Οδοντόγναθα (λιβελούλες)



Τραυματική (υποδερμική) γονιμοποίηση:  
Ημίπτερα



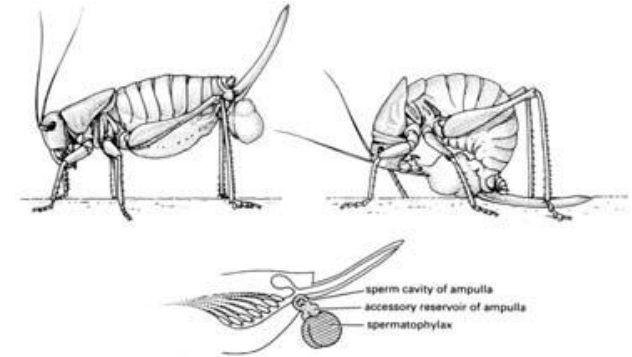
11.9 Traumatic insemination. (Left) The male bedbug *Cimex lectularius* employs his dagger-like aedeagus to puncture the female's cuticle on the underside of the middle of her abdomen, injecting his sperm into a specialized tissue mass there. He bypasses the female's genital opening altogether. (From Weber, 1930.) (Right) In the ambrosial bug *Agalocoris flageoletti*, the male pierces the female through an intersegmental membrane on her back, under which the sperm-receiving tissues lie. (Drawing courtesy of J. Caroson.)



# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: γαμήλια δώρα

## •Ορθόπτερα:

- Τα αρσενικά δίνουν μαζί με το σπερματοφόρο και το «σπερματοθύλακα». Τα θηλυκά τρώνε το σπερματοθύλακα κατά το ζευγάρωμα. Όσο πιο μεγάλος είναι τόσο πιο μεγάλη είναι η πιθανότητα γονιμοποίησης



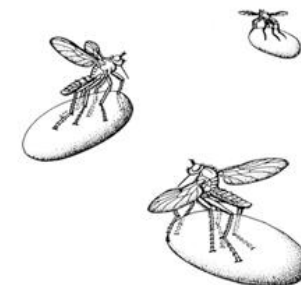
## •Μηκόπτερα:

- Τα αρσενικά προσφέρουν νεκρά έντομα στα θηλυκά. Όσο πιο μεγάλο είναι το δώρο, τόσο πιο πολύ διαρκεί το ζευγάρωμα και πιο πολύ σπέρμα μεταφέρεται. Τα θηλυκά που δέχονται μικρό δώρο ξαναζευγαρώνουν σύντομα



## •Δίπτερα:

- Τα αρσενικά προσφέρουν ένα μπαλόني.



13.18 Balloon fly males with their nuptial gifts of silken threads, which are accepted by a female but not eaten or otherwise used, except perhaps as a means of assessing the physiological condition of males. (Drawing by M. H. Stewart.)

# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων: γαμήλια δώρα

Πώς εξηγείται αυτή η παράξενη αναπαραγωγική συμπεριφορά;

1. Η αναπαραγωγική επιτυχία των αρσενικών συνδέεται με το μέγεθος του δώρου και τη διάρκεια θρέψης του θηλυκού
2. Τα θηλυκά γενικά ξαναζευγαρώνουν όταν τους προσφέρεται μικρό δώρο
3. Τα αρσενικά βρίσκονται υπό ισχυρή φυλετική επιλογή να προσφέρουν μεγάλα δώρα

# Η σεξουαλική ζωή των εντόμων

## Αφροδισιακά και αντι-αφροδισιακά:

- Πολλά έντομα χρησιμοποιούν αφροδισιακά για να προσελκύσουν συντρόφους
- Η χρήση αντιαφροδισιακών είναι πιο σπάνια.
  - Σε κάποια κολεόπτερα (Carabidae) τα θηλυκά που δεν θέλουν να ζευγαρώσουν άλλο απωθούν υποψήφιους συντρόφους χρησιμοποιώντας μεθακρυλικά οξέα που «αδρανοποιούν» τα αρσενικά για 3 ώρες.



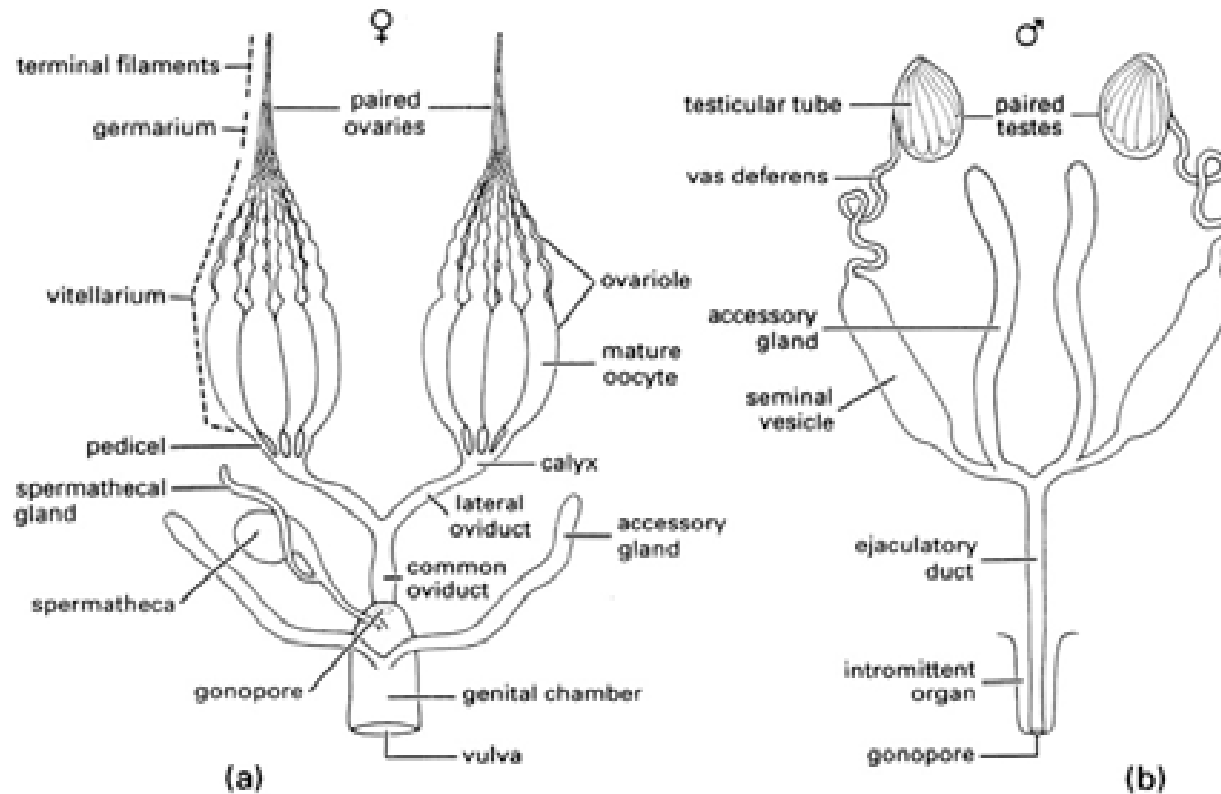
## Αντιστροφή σεξουαλικών ρόλων:

- Στα περισσότερα έντομα τα θηλυκό φυλάει τα αυγά (γιατί;)
  - Ωστόσο σε κάποια Ημίπτερα αυτό γίνεται από το αρσενικό

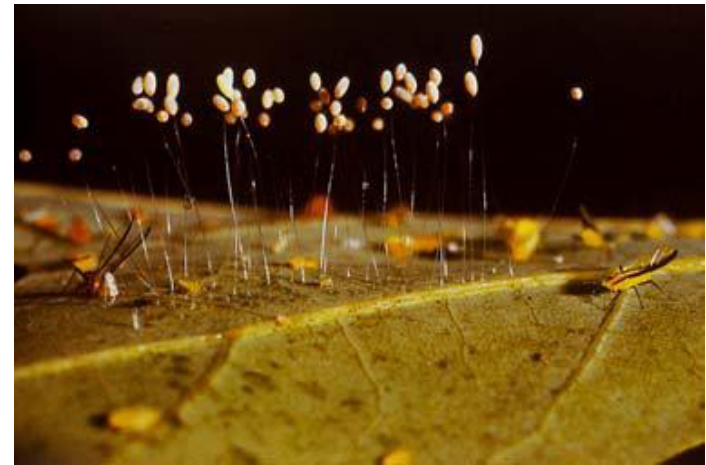
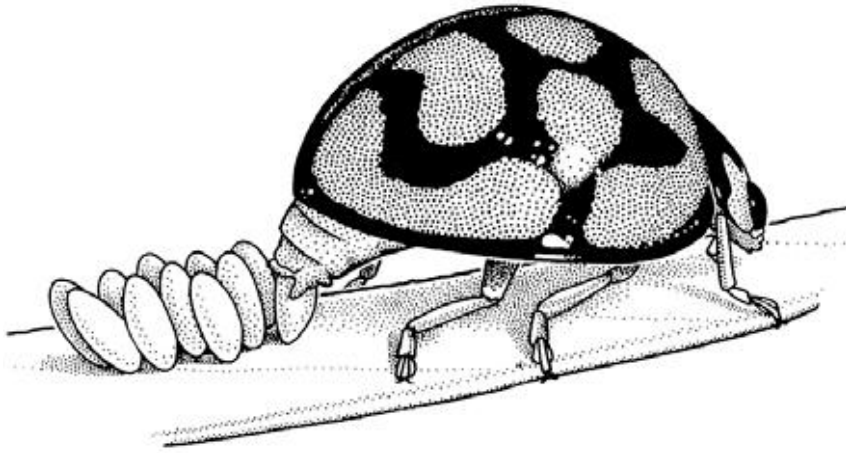


# Ανάπτυξη των εντόμων

- Θηλυκά και αρσενικά αναπαραγωγικά όργανα

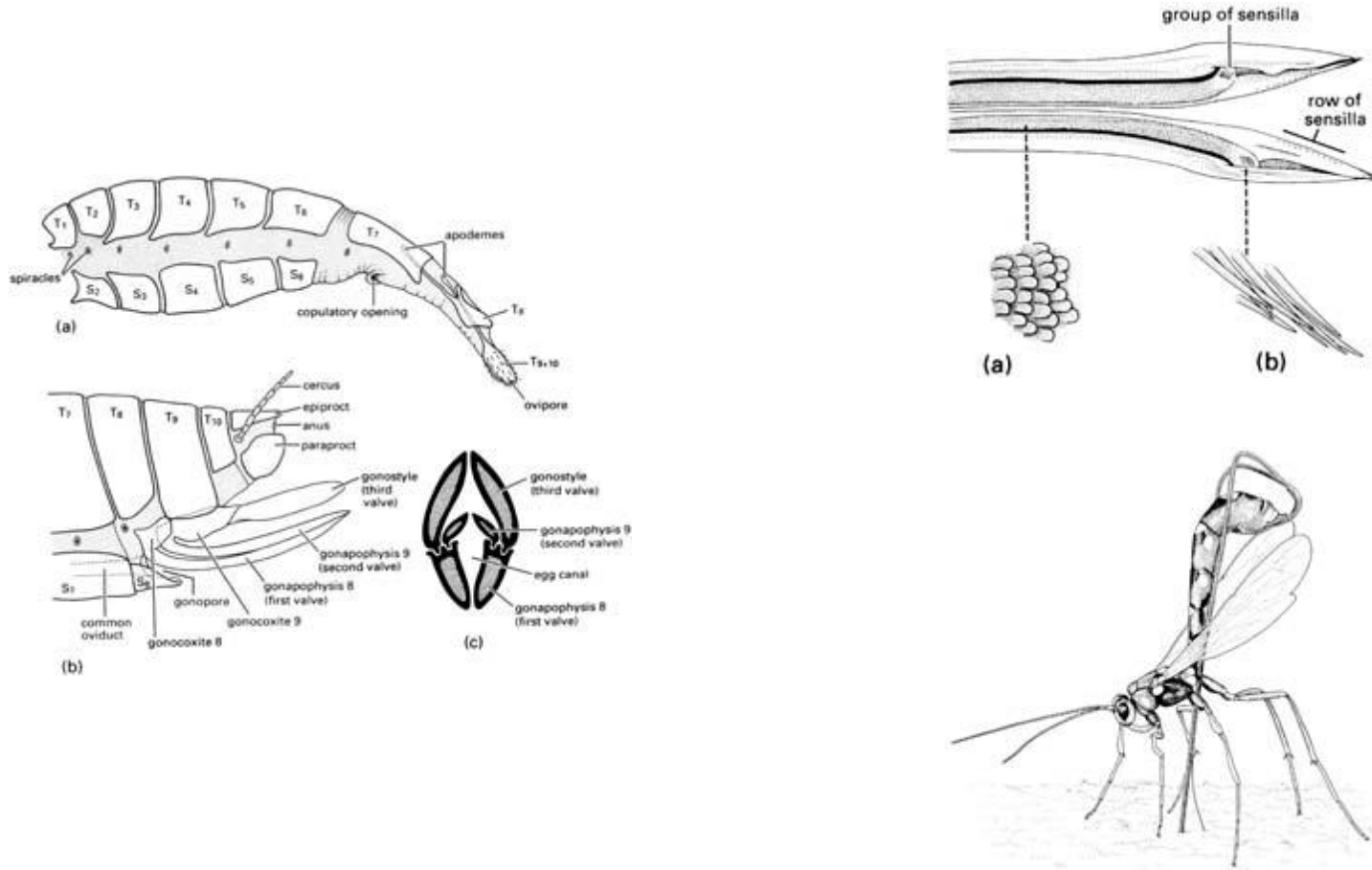


# Ανάπτυξη των εντόμων: αυγά εντόμων





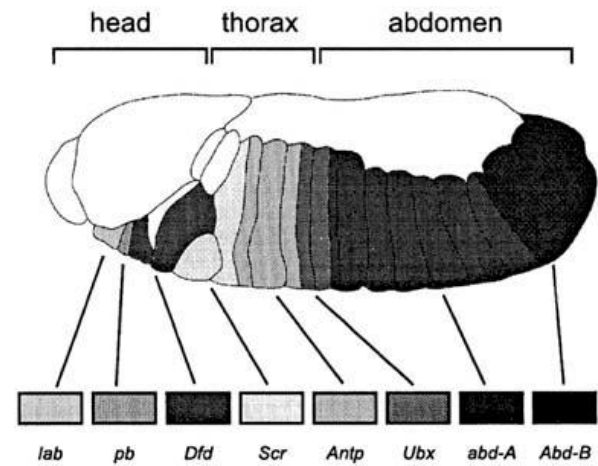
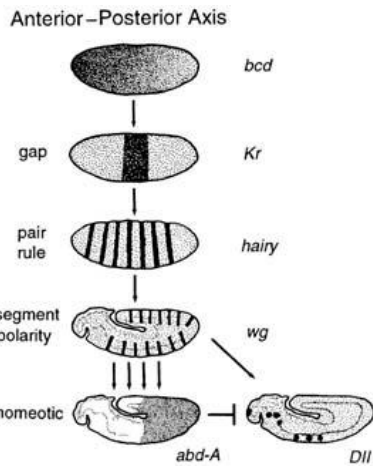
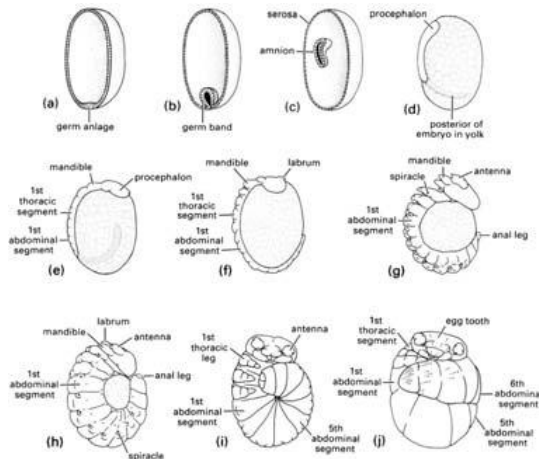
# Ανάπτυξη των εντόμων: ωοαπόθεση



# Ανάπτυξη των εντόμων: εμβρυϊκή ανάπτυξη

- Η εμβρυϊκή ανάπτυξη στα έντομα ελέγχεται από μια πληθώρα γονιδίων που ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται σύμφωνα με μια συγκεκριμένη αλληλουχία.
- Αυτά τα γονίδια καθορίζουν την πολικότητα του αυγού, τη μεταμέρεια και τελικά τη θέση των εξαρτημάτων.
  1. Γονίδια μητρικής επίδρασης (καθορισμός πολικότητας εμβρύου)
  2. Ζυγωτικά γονίδια (καθορισμός ταυτότητας, θέσης και πολικότητας μεταμερών)
  3. Ομοιωτικά γονίδια (καθορισμός της θέσης φτερών και ποδιών).
- Η αναγνώριση αυτών των γονιδίων έχει γίνει μέσω της μελέτης μεταλλάξεων που διαταράσσουν την φυσιολογική ανάπτυξη.

# Ανάπτυξη των εντόμων: εμβρυϊκή ανάπτυξη



# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

- Στα έντομα τυπικά συμβαίνουν 2-20 εκδύσεις.
- Υπάρχει εξελικτική τάση να περιορίζεται ο αριθμός των εκδύσεων.
- Ο ρυθμός αύξησης των εντόμων είναι εντυπωσιακός.
  - Κατά την μετεμβρυϊκή ανάπτυξη ένα έντομο αυξάνει το βάρος του 1000-1500 φορές (περίπου 20 φορές περισσότερο από τον άνθρωπο!)

TABLE 4.1  
Number of Larval Molts Typical of Various Orders of Insects

<i>Order</i>	<i>Common Name</i>	<i>Number of Larval Molts</i>
Collembola	Spring-tails	4-5 (up to 50 as adults)
Thysanura	Silver-fish	9-13 (dozens as adults)
Ephemeroptera	Mayflies	27-44
Plecoptera	Stoneflies	21-32
Odonata	Dragonflies	9-14
Blattodea	Roaches	5-11
Isoptera	Termites	4-10
Mantodea	Mantids	4-8
Dermaptera	Earwigs	3-5
Orthoptera	Grasshoppers, etc.	4-9
Embioptera	Embiids	3
Psocoptera	Booklice	5
Anoplura	Lice	2
Hemiptera	True bugs	2-6
Neuroptera	Lacewigs, etc.	2
Coleoptera	Beetles	2
Mecoptera	Scorpionflies	3
Siphonaptera	Fleas	2
Diptera	Flies	2-3
Trichoptera	Caddisflies	5-6
Lepidoptera	Butterflies and moths	2-10 (usually 4 or 5)
Hymenoptera	Bees, wasps, ants, etc.	2-4

SOURCE: Data from Williams (1980).

# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

## Κύκλος έκδυσης

1. Μίτωση (διαίρεση) των επιδερμικών κυττάρων)
2. Απόλυση (διαχωρισμός των επιδερμικών κυττάρων από το επιδερμίδιο
3. Έκρυσση υγρού έκδυσης (ανενεργό)
4. Παραγωγή εξωτερικού επί-επιδερμιδίου (= πρώτο στρώμα, προστατεύει την επιδερμίδα)
5. Ενεργοποίηση του υγρού έκδυσης (αρχή διάλυσης του ενδοεπιδερμιδίου)
6. Παραγωγή νέου προ-επιδερμιδίου κάτω από το νέο εξωτερικό επί-επιδερμίδιο.
7. Έκδυση (αποβολή του παλιού εξωσκελετού)
8. Σκληροποίηση του νέου έξω-επιδερμιδίου.
9. Κατά της περίοδο μεταξύ των εκδύσεων παράγονται συνεχώς νέα στρώματα ένδο-επιδερμιδίου.



# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

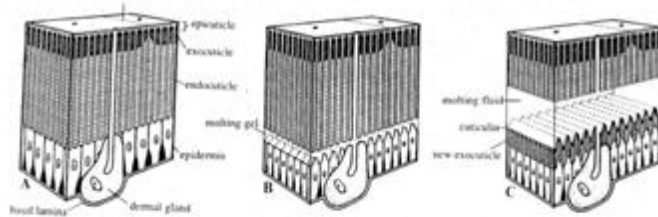


Figure 4.1 Diagrammatic summary of a typical insect molting cycle. (A) Intermolt cuticle showing its various layers. (B) The molting cycle starts with apolysis, the secretion of a molting gel between the epidermis and old cuticle, and a round of cell division. The increased cell number throws the surface of the epidermal cells into fine folds. (C) The epidermal cells secrete a new cuticular layer and begin to secrete a new endocuticle; the molting gel is activated, becomes fluid and begins to digest the old endocuticle. (D) Digestion of the endocuticle is complete; the wax layer is secreted through the pore canals (shown here as two vertical channels per cell; in reality they are much narrower on this scale and more numerous). (E) The old exocuticle breaks at an ecdysial suture; the cement layer of the epicuticle is secreted by dermal glands. (F) New endocuticle secretion continues through the next intermolt. (Illustration by Paul Krishna.)

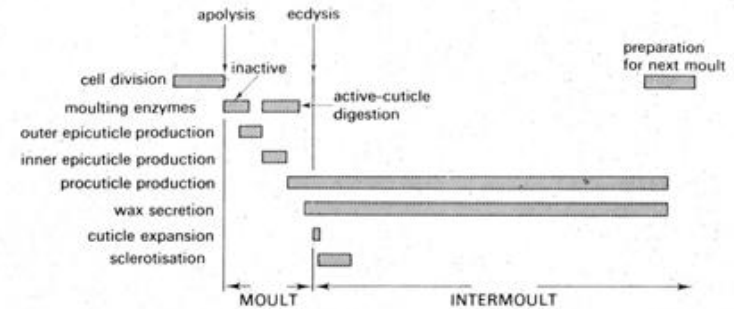
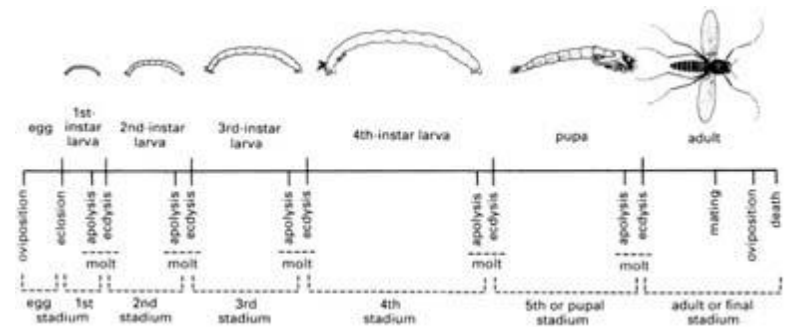


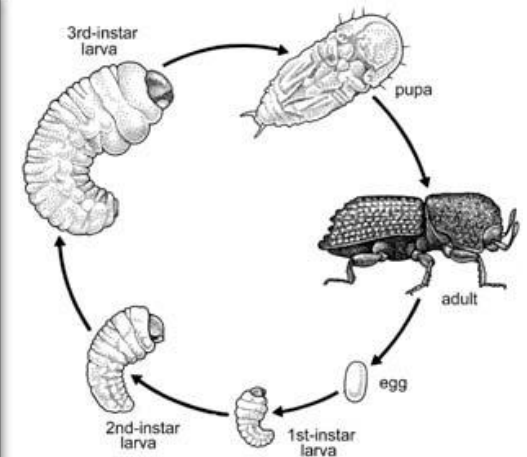
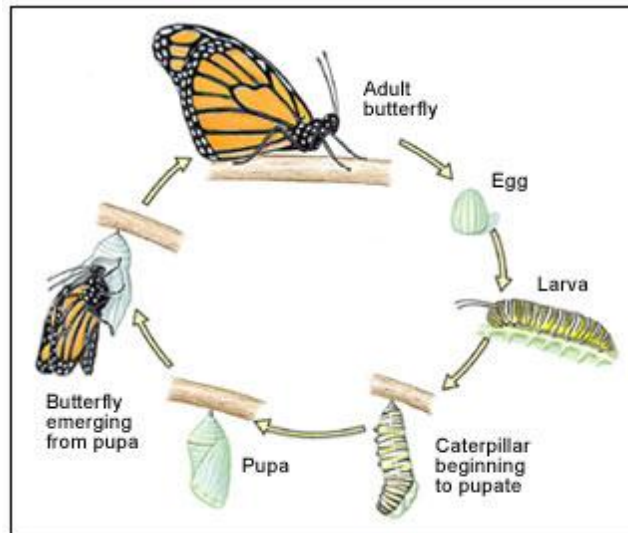
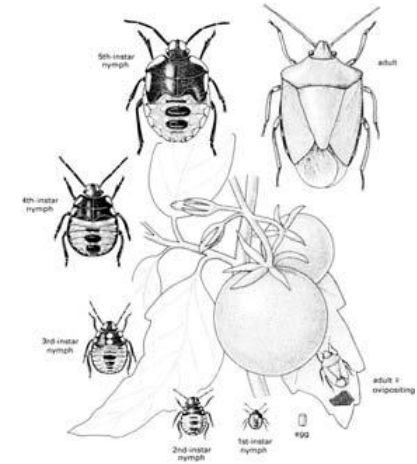
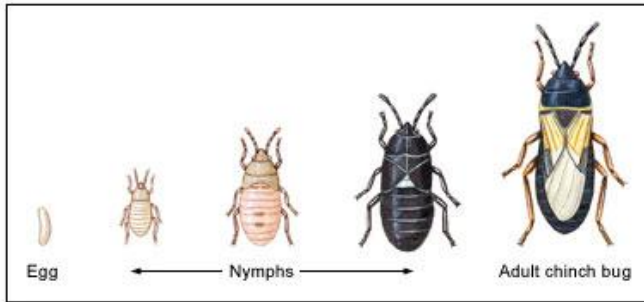
Fig. 329 Diagram showing the sequence of events in molting and cuticle production. The timing of apolysis relative to cell division and the degree of overlap between procuticle and cell division vary in different insects



# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

Κατηγορίες μετεμβρυϊκής ανάπτυξης:

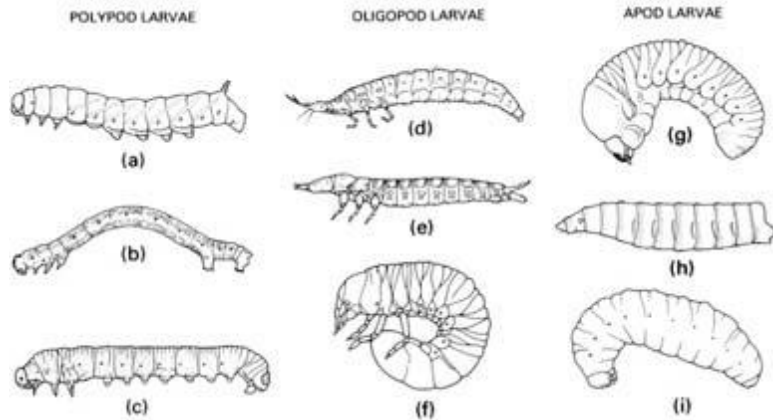
- Αμετάβολη
- Ημιμετάβολη μεταμόρφωση
- Ολομετάβολη μεταμόρφωση



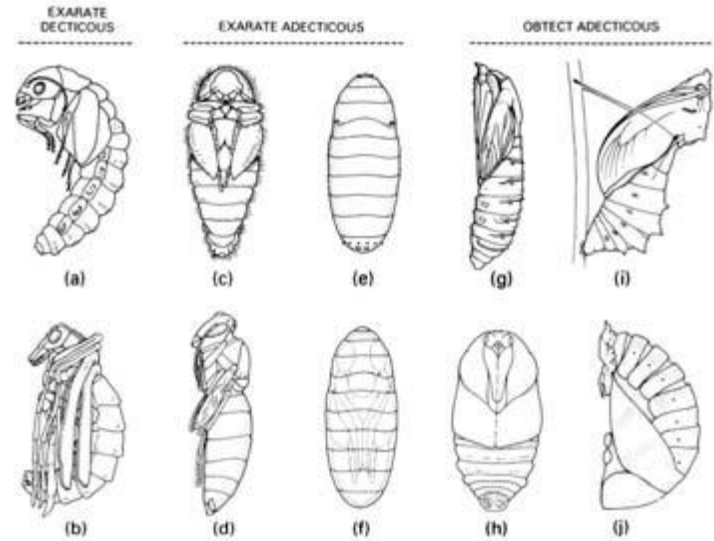
# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη



# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη



Νύμφες



Χρυσανίδες

# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

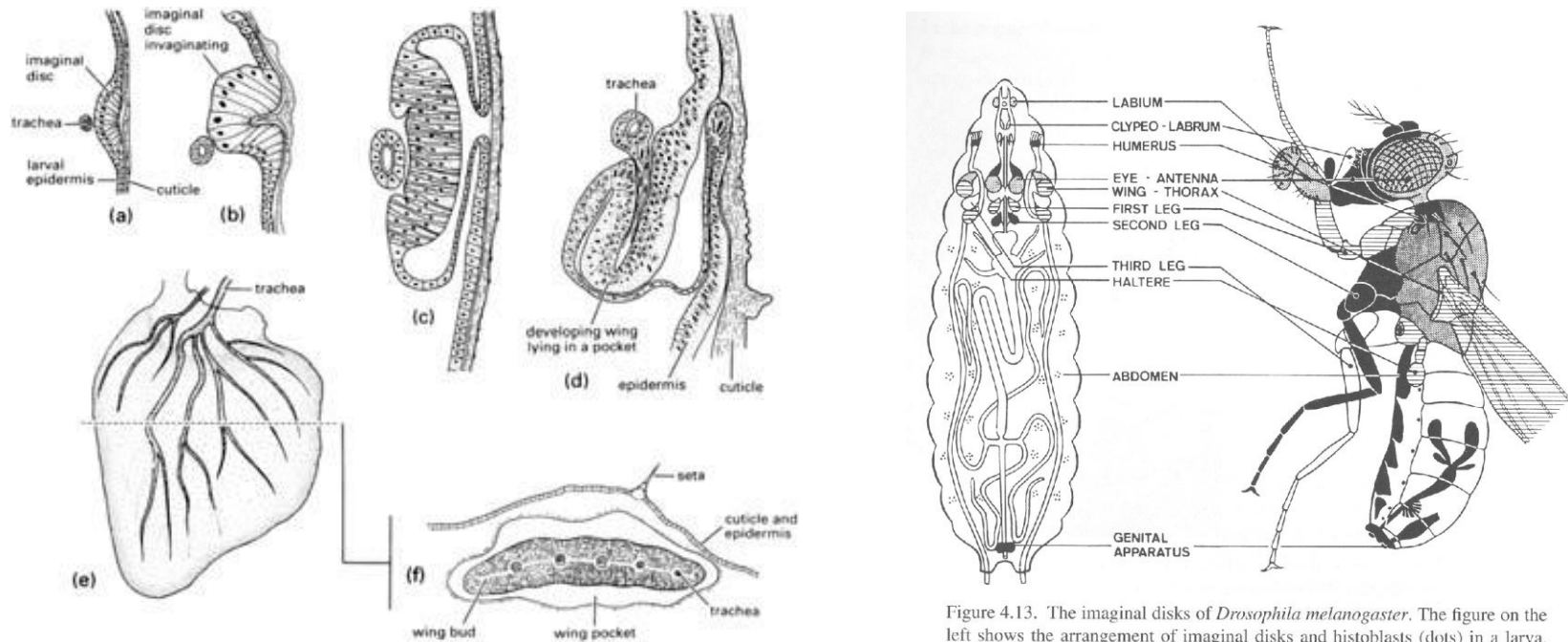


Figure 4.13. The imaginal disks of *Drosophila melanogaster*. The figure on the left shows the arrangement of imaginal disks and histoblasts (dots) in a larva. The figure on the right shows the corresponding adult structures that develop from the disks. (From Nöthiger, 1972.)

- **Δίσκοι ωρίμανσης:** Ειδικοί ιστοί στο σώμα των προνυμφών.
  - Όταν η προνύμφη γίνεται χρυσαλλίδα οι ιστοί της σπάνε ενώ οι δίσκοι ωρίμανσης αναπτύσσονται σε ιστούς ενηλίκων, χρησιμοποιώντας τα συστατικά που απελευθερώνονται από τους ιστούς που έσπασαν.

# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

- Πώς ξέρει ένα έντομο πότε θα εκδυθεί, τι έκδυση θα κάνει και πότε να σταματήσει την έκδυση;
- **Ορμονικός έλεγχος της μετεμβρυϊκής ανάπτυξης:**
  1. **PTTH** (προθωρακικοτρόπος ορμόνη): παράγεται στον εγκέφαλο (καρδιακά σωμάτια)
  1. **Εκδυσόνη**: παράγεται στους προθωρακικούς αδένες
  1. **JH (νεανική ορμόνη)**: παράγεται στα αλλαντοειδή σωμάτια. Σημαντικός ρυθμιστικός ρόλος στην μετεμβρυϊκή ανάπτυξη. Λειτουργεί σαν διακόπτης on/off που λέει στα κύτταρα του σώματος του εντόμου τι τύπου έκδυση να κάνουν.



# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

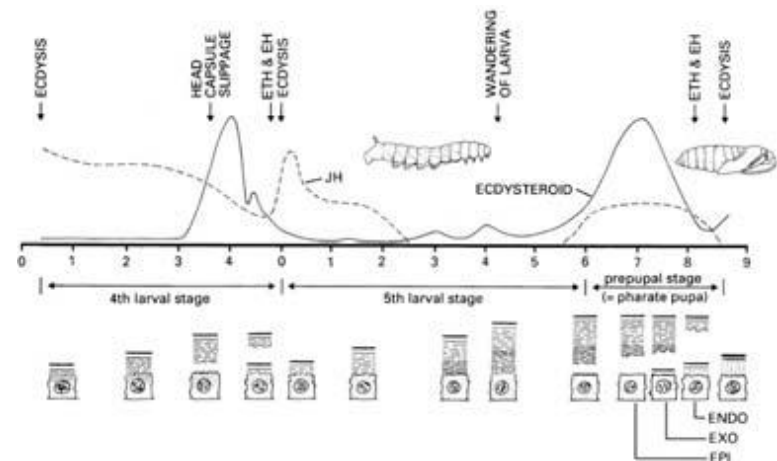
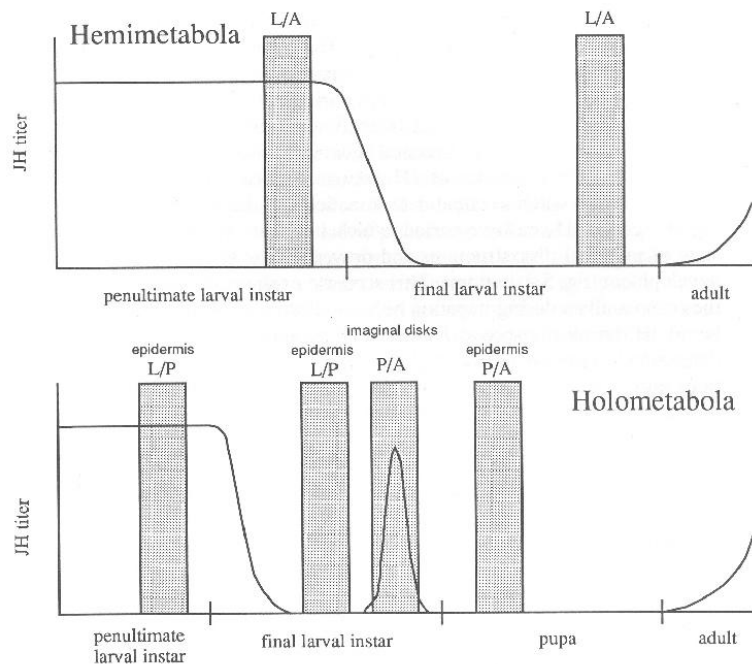
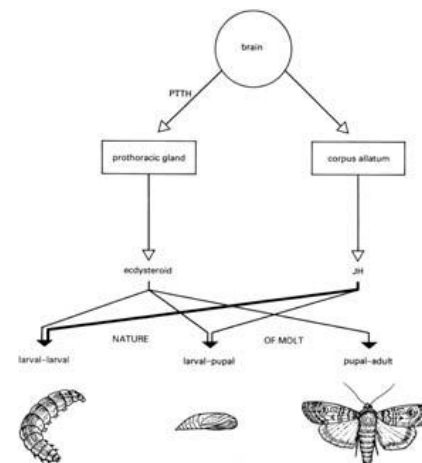


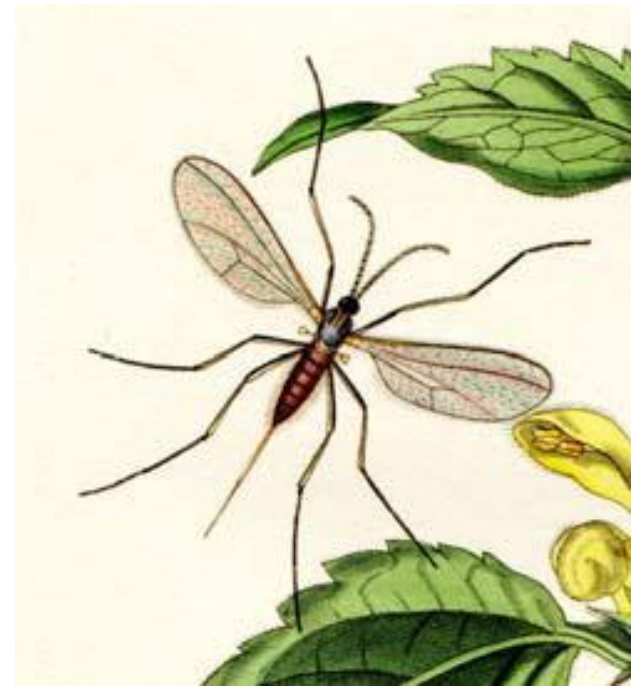
Figure 5.8. Typical juvenile hormone titer profiles during the end of larval life of hemimetabolous and holometabolous insects. Hypothetical JH-sensitive periods are indicated by gray bars. In the Hemimetabola there is a JH-sensitive period near the end of each larval instar, during which the commitment to larval versus adult development is controlled. In the Holometabola there is a JH-sensitive period for larval versus pupal determination near the end of each larval instar, except in the final larval instar. The two JH-sensitive periods in the final larval instar are based on the findings in *Manduca sexta* (fig. 5.7). There is an additional JH-sensitive period for pupal versus adult determination early in the pupal stage, at the outset of adult development.



# Ανάπτυξη των εντόμων: μετεμβρυϊκή ανάπτυξη

Παράξενες μορφές ανάπτυξης στα έντομα:

- Παρθενογένεση
- Παιδογένεση (τα θηλυκά γεννούν μικρά που εμφανίζουν τελευταίο στάδιο μεταμόρφωσης) (σε κάποια δίπτερα και κολεόπτερα)



# Αισθητήρια

Πώς ένα έντομο κλεισμένο σε έναν εξωσκελετό αντιλαμβάνονται τον κόσμο γύρω του;

## Με τα αισθητίδια

- Τα αισθητίδια είναι μικρά όργανα που βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνεια του εξωσκελετού και τα οποία συνδέονται με αισθητήριους νευρώνες.
- Τα αισθητίδια παρέχουν πληροφορία για τη θέση του σώματος στο χώρο, την ταχύτητα πτήσης και βόδισης, τη βαρύτητα, τη γεύση και τις οσμές (χημειοαίσθηση), τη θερμοκρασία και την υγρασία.
- Στην πιο σύνθετη μορφή τους ανιχνεύουν αερομεταφερόμενους ήχους.

# Αισθητήρια

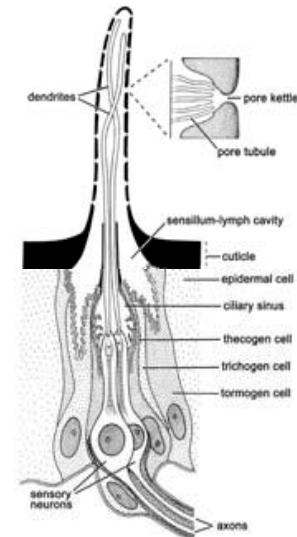
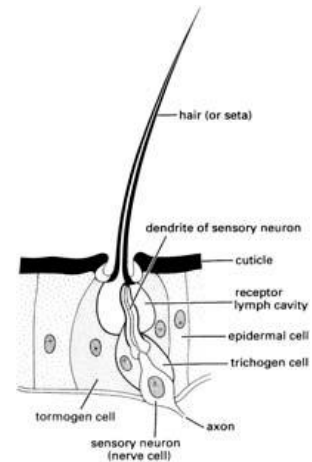
## Δομή αισθητιδίων

1. **Τριχοειδή:** μηχανο-υποδοχείς, χημειο-υποδοχείς, οσφρητικοί υποδοχείς, υγρο-υποδοχείς (τεράστια μορφολογική ποικιλότητα)
2. **Θολωτά:** μηχανο-υποδοχείς (ανιχνεύουν πιέσεις και παραμορφώσεις του επιδερμιδίου)
3. **Χορδονωτά όργανα:** προσαρτημένα στον εξωσκελετό αλλά χωρίς εξωτερικό επιδερμικό συστατικό. Τα σκολοπίδια ανιχνεύουν αλλαγές στο σχήμα του επιδερμιδίου. Βρίσκονται στα πόδια και τα φτερά των ώριμων εντόμων και στο σωματικό τοίχωμα των προνυμφών των ολομετάβολων εντόμων.

# Αισθητήρια

## Τριχοειδή αισθητίδια

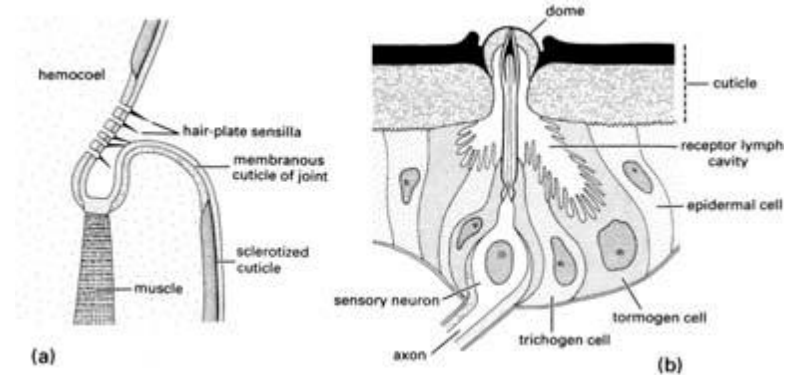
1. Απλοί μηχανο-υποδοχείς (αποτελούνται από 4 κύτταρα). Η εκτροπή τους στέλνει σήμα στο κεντρικό νευρικό σύστημα
2. Απλοί χημειο-υποδοχείς, θερμο-υποδοχείς, οσφρητικοί υποδοχείς, υγρο-υποδοχείς (τεράστια μορφολογική ποικιλότητα)



# Αισθητήρια

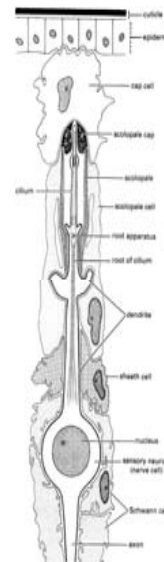
## Θολωτά αισθητήρια

- Μηχανο-υποδοχείς (ανιχνεύουν πιέσεις και παραμορφώσεις του επιδερμιδίου).
  - Συχνά παρέχουν πληροφορία για τη θέση του σώματος στο χώρο



## Χορδονωτά όργανα

- Δεν φαίνονται εξωτερικά. Συγκροτούν τα «αυτιά» των εντόμων





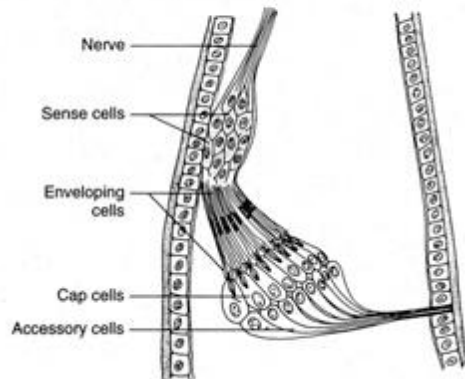
# Αισθητήρια

## Ηχητική αντίληψη

### Δονήσεις υποστρώματος:

- Όργανα που βρίσκονται στην κνήμη (Ημίπερα, Ετερόπτερα)

Figure 6.9 Subgenual organ of an ant exposed by section of the tibia.  
Redrawn with modifications from Schön, 1911.



# Αισθητήρια

## Ηχητική αντίληψη

## Αερομεταφερόμενοι ήχοι:

- Τριχίδια
- Όργανα Johnston:
  - βρίσκονται στη βάση των κεραιών. Αντίληψη ηχητικών κυμάτων μέσω παρεκκλίσεων των κεραιών (Δίπτερα)



- Τυμπανικά αυτιά:
  - Σύνθετα αυτιά των εντόμων. Λεπτό επιδερμίδιο που περικλείει σάκο με αέρα. Μπορεί να βρίσκονται στο θώρακα, στα πόδια, την κοιλιά ή και τα φτερά. Τυπικά 2 αυτιά.
  - Χρησιμοποιούνται στην επικοινωνία (Ορθόπτερα, Ημίπτερα).
  - Υπάρχουν επίσης σε Μάντεις, Νευρόπτερα, Κολεόπτερα, Λεπιδόπτερα και Δίπτερα.

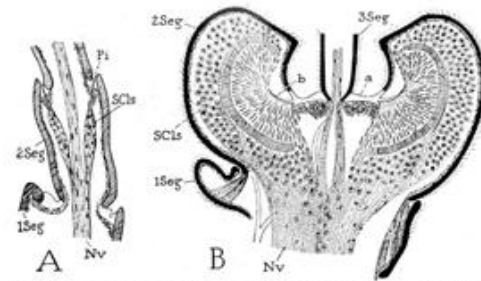
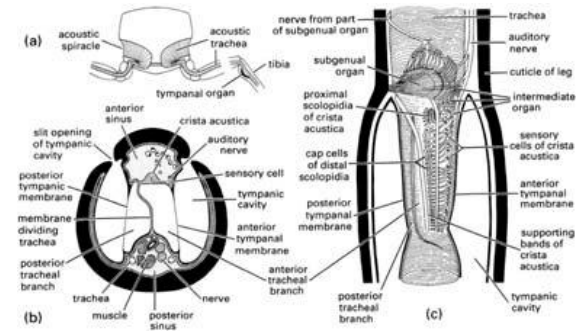
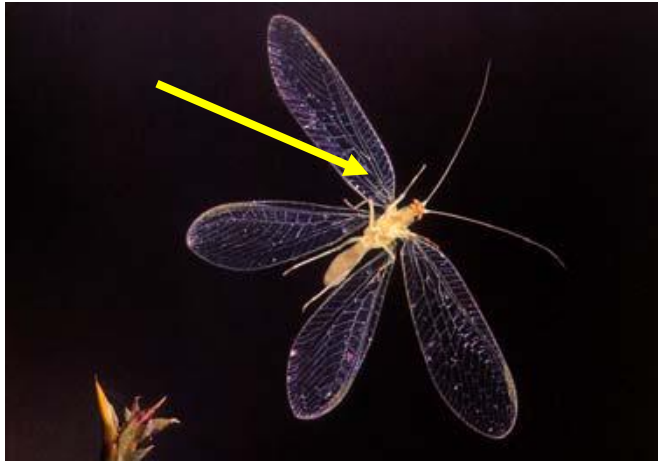


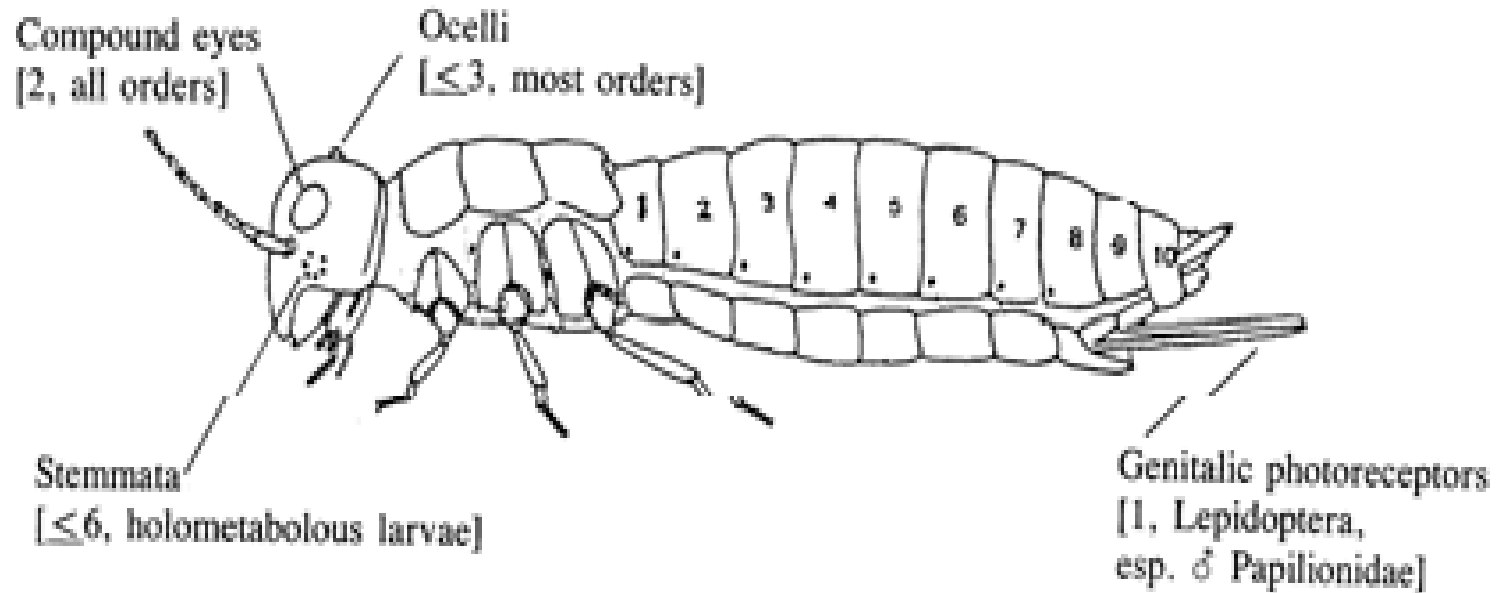
FIG. 276.—The organ of Johnston in simple and complex form. (From Child, 1894.) A, organ in second segment of antenna of *Melolontha vulgaris* showing distal ends of sense cell processes attached in pits (Pi) in articular membrane at base of third segment. B, organ in second segment of antenna of *Coereba* showing distal processes of sense cells attached to prongs (b) from circular plate (a) on base of third segment.



# Αισθητήρια – Τυμπανικά αυτιά



# Αισθητήρια - Όραση



4 τύποι οπτικών οργάνων:

- Γεννητικοί φωτοϋποδοχείς (1, στα Λεπιδόπτερα)
- Στέμματα (μέχρι 6, στις ολομετάβολες προνύμφες)
- Οφθαλμίδια (μέχρι 3, στις περισσότερες τάξεις) – ένταση φωτός
- Σύνθετοι οφθαλμοί (2, σε όλες τις τάξεις) - εικόνες

# Αισθητήρια - Όραση

- Γεννητικοί φωτοϋποδοχείς



- Οφθαλμίδια



- Στέμματα

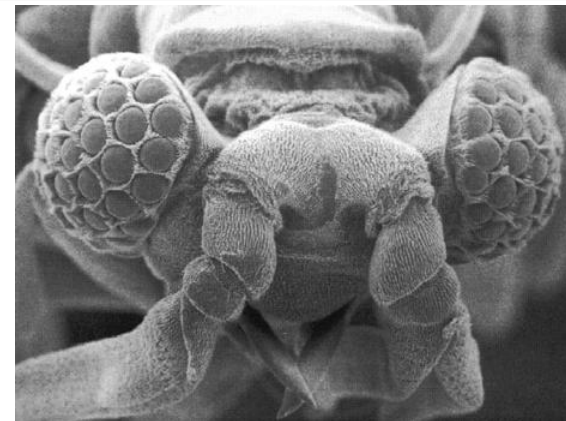
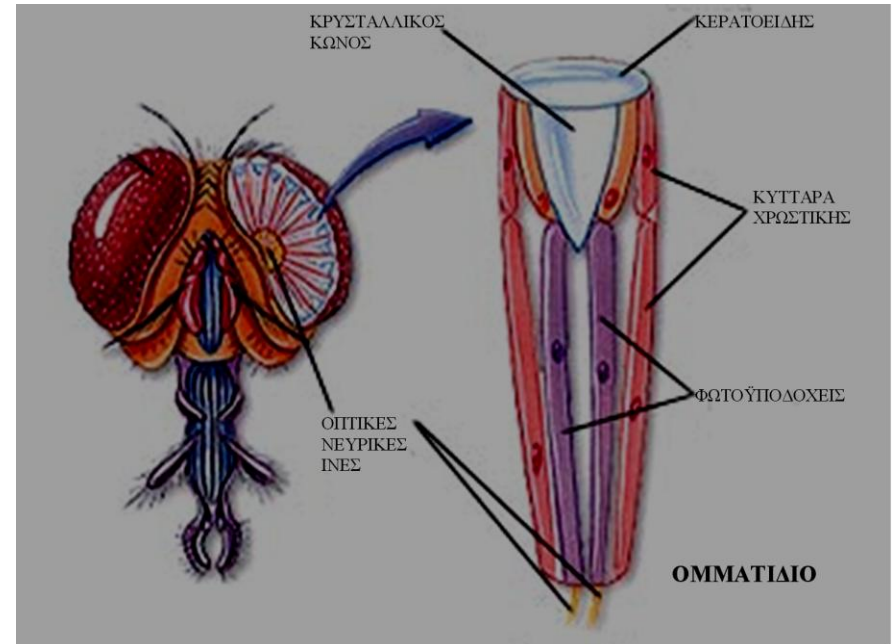




# Αισθητήρια - Όραση

## Σύνθετα μάτια:

- Αποτελούνται από ομματαίδια
  - Ψηφιδωτή όραση
  - Οξύτητα, Χρώμα, Πόλωση

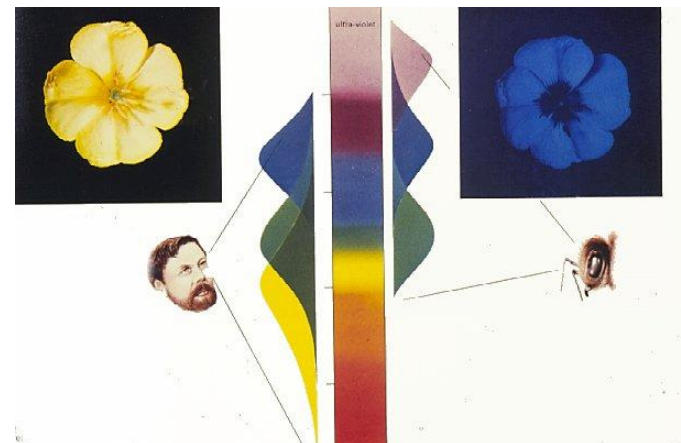




# Αισθητήρια - Όραση

## Σύνθετα μάτια:

- **Χαμηλή οξύτητα**
  - Η οξύτητα διαφέρει ανάλογα με τη θέση των ομματιδίων (υψηλότερη σε αυτά που βρίσκονται εμπρός)
- **Χρώματα που δεν βλέπουμε εμείς (UV)**
  - Συνεξέλιξη



# Συμπεριφορά και επικοινωνία

- Είναι τα έντομα «αυτόματα»: ΟΧΙ

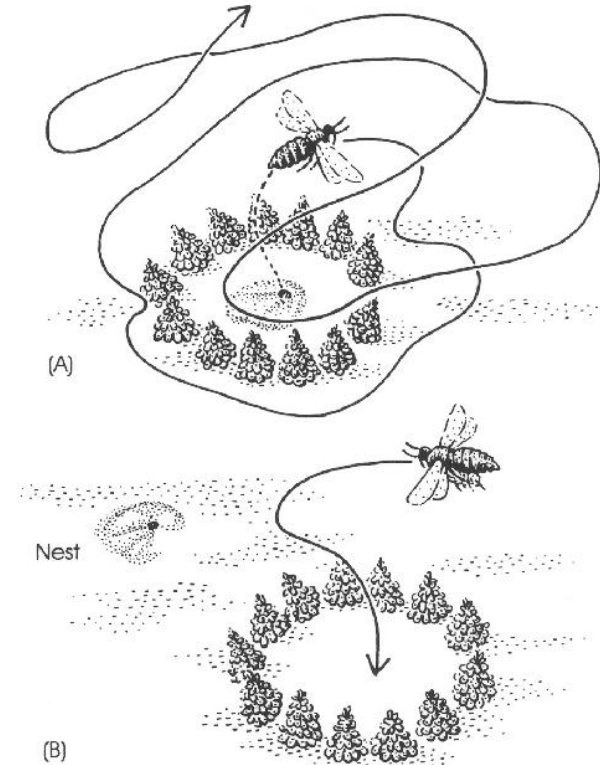
## Σύνθετες συμπεριφορές:

- Μάθηση
- Προσανατολισμός (πυξίδα)
- Χρονομέτρηση
- Επικοινωνία μέσω συμβολικής γλώσσας

# Συμπεριφορά και επικοινωνία

## Μάθηση:

- Εθισμός
- Συνδυαστική μάθηση (ανταμοιβή, τιμωρία)
- Χρήση τοπογραφικών σημείων

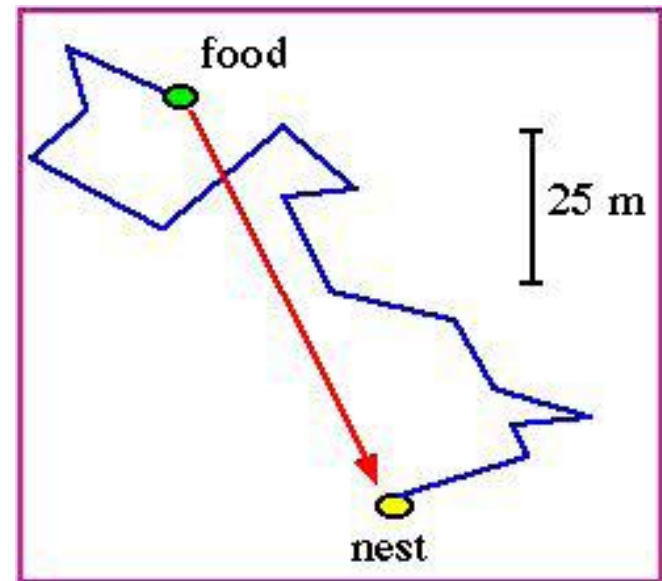
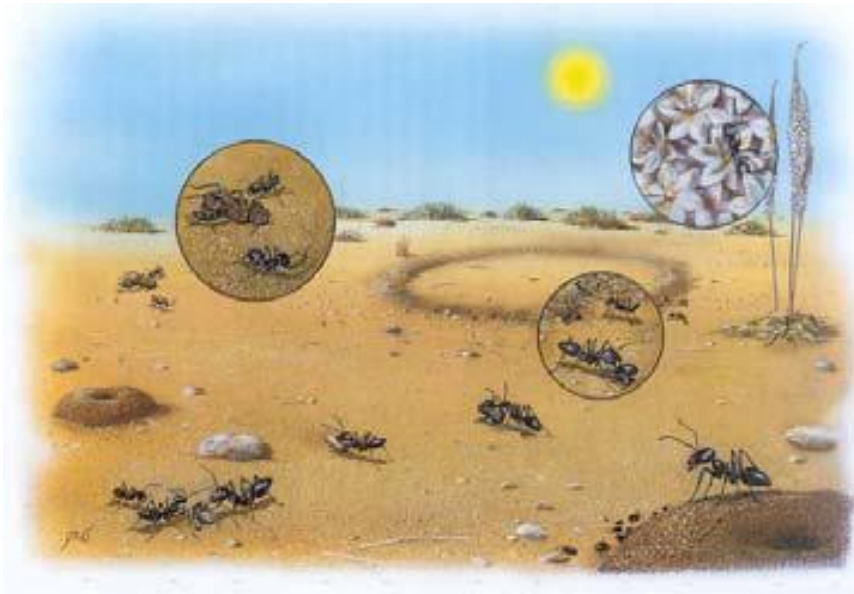


9 SPATIAL LEARNING BY A WASP. (A) Female digger wasps learn the landmarks around their nest burrow's entrance in a matter of seconds, as shown experimentally by the response of a returning female to displacement of local landmarks (B). After Tinbergen [1928].

# Συμπεριφορά και επικοινωνία

## Προσανατολισμός:

- Πυξίδα (μυρμήγκια)



# Συμπεριφορά και επικοινωνία

## Επικοινωνία μέσω συμβολικής γλώσσας:

- Ο χορός των μελισσών

Που και πότε είναι διαθέσιμη η τροφή:

- Κατεύθυνση τροφής: γωνία
- Απόσταση τροφής: διάρκεια του χορού και ήχοι
- Ποιότητα τροφής: ένταση χορού

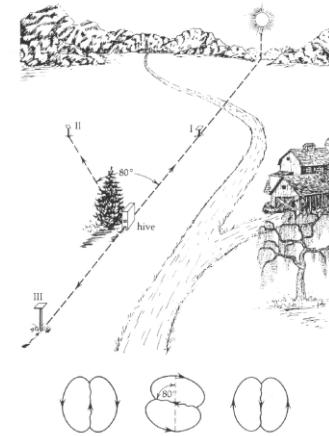
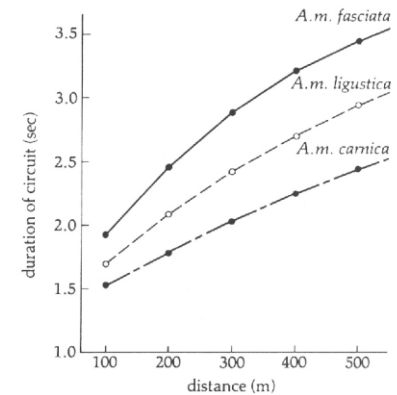


Fig. 24-16 The number of waggles (and the duration of wagging) in a forager's dance correlate with the distance to the food. The exact correlation, however, depends on the race of bee. Shown here are three races, the Egyptian (*fasciata*), Italian (*ligustica*), and German (*carnica*). (The durations are for whole circuits, and so include the semicircular return.)



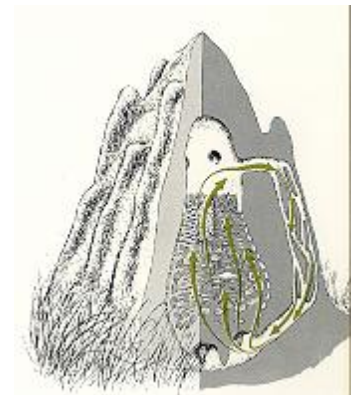
# Κοινωνικότητα

Εύρος κοινωνικής οργάνωσης:

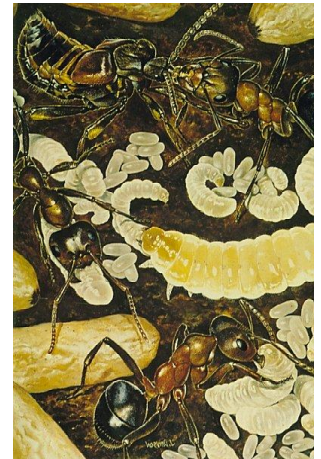
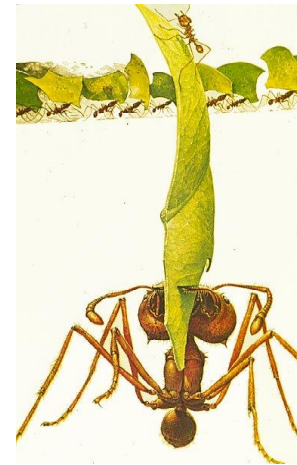
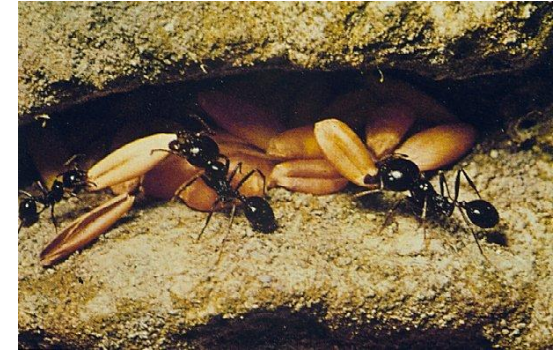
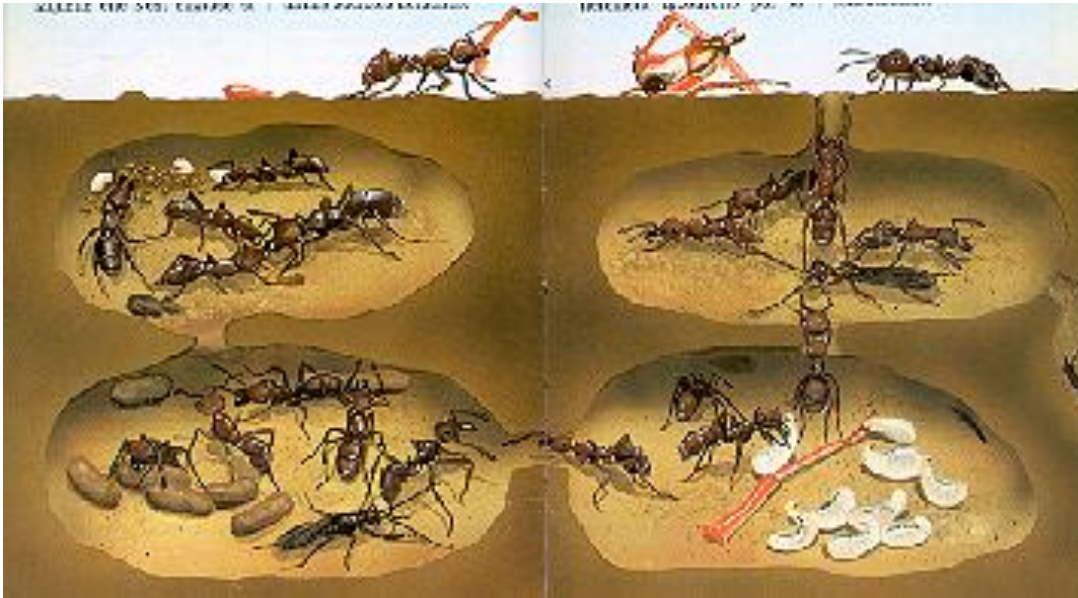
- Απλή, περιστασιακή → Σύνθετη, μόνιμη
- Κάστες



# Κοινωνικότητα: τερμίτες



# Κοινωνικότητα: μυρμήγκια

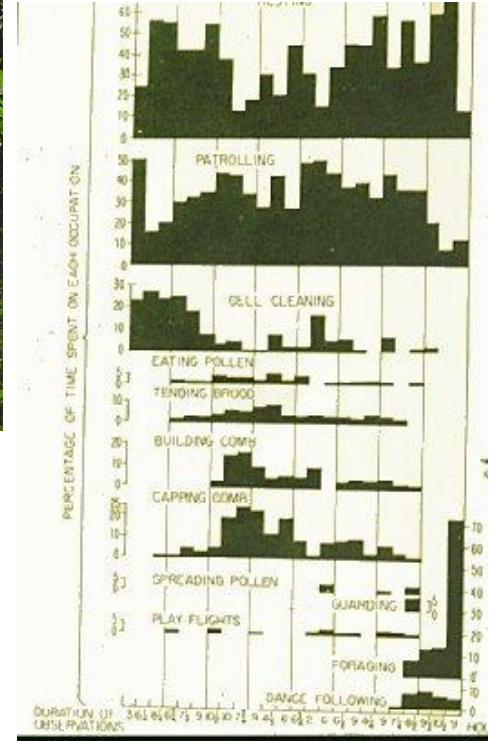
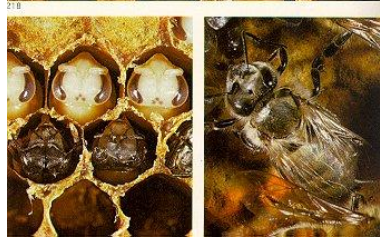




# Κοινωνικότητα: μέλισσες



216



# Φυτοφάγα Έντομα

- Πάνω από το **50%** των εντόμων είναι φυτοφάγα και εξέλιξαν στοματικά εξαρτήματα για τη διατροφή του σε ποικιλία φυτικών ιστών (ρίζες, βλαστοί, φύλλα, άνθη, καρποί, σπέρματα).
- Τα πιο πολλά φυτοφάγα είναι **εξειδικευμένα** (τρέφονται από λίγα, συγγενικά είδη φυτών).
- Οι στενές οικολογικές σχέσεις μεταξύ φυτών και εντόμων οδήγησε σε ένα **εξελικτικό αγώνα δρόμου** με τα φυτά να αναπτύσσουν μηχανισμούς άμυνας και τα έντομα πιο σύνθετους τρόπους επίθεσης.
- Αυτή ο συνεξελικτικός αγώνας οδήγησε σε αξιοσημείωτα αποτελέσματα: επικοινωνία φυτών – εντόμων, μορφολογική ομοιότητα, κλπ.





# Έντομα και επικονίαση

- Τα έντομα είναι οι παλαιότεροι και πιο σημαντικοί επικονιαστές των αγγειόσπερμων.
  - Τα έντομα άρχισαν να επικονιάζουν τα αγγειόσπερμα πριν 140 εκ. χρόνια, όταν πρωτοεμφανίστηκαν τα αγγειόσπερμα.
- Από τότε τα αγγειόσπερμα έχουν διαφοροποιηθεί και έγιναν η κυρίαρχη ομάδα φυτών κυρίως λόγω της αποτελεσματικότητας των εντόμων επικονιαστών.
- Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ φυτών και επικονιαστών είναι σημαντικές.
  - Τα φυτά προσελκύουν τους επικονιαστές με σάκχαρα (νέктar), πρωτεΐνες (γύρη), και αρωματικά έλαια.
- Κάποια φυτά σταμάτησαν να «ανταμείβουν» και απλώς ξεγελούν τους επικονιαστές τους.



# Έντομα Θηρευτές

- Τα έντομα θηρευτές αποτελούν το 10% των εντόμων.
  - Έχουν προσαρμογές για τον εντοπισμό, τη σύλληψη και τη θανάτωση της λείας τους (μάτια, πόδια, στοματικά εξαρτήματα).
- Μερικά ενεδρεύουν, άλλα κυνηγούν, και άλλα προσελκύουν τη λεία τους.
  - Μερικά έντομα θηρευτές είναι σημαντικά για τον βιολογικό έλεγχο.





# Παρασιτικά Έντομα

- Τα παρασιτικά έντομα αποτελούν το 15% των εντόμων.
- Ζουν είτε εσωτερικά (**Ενδοπαράσιτα**) είτε εξωτερικά στο σώμα του ξενιστή τους (**εξωπαράσιτα**)(συνήθως ένα άλλο έντομο) και αργά καταναλώνουν τον ξενιστή ή τα υγρά του.
- **Εξωπαράσιτα:** Ανόπλουρα, Μαλλοφάγα, Σιφωναύπτερα
- **Ενδοπαράσιτα:** Δίπτερα, Υμενόπτερα, Στρεψίπτερα
  - Συνήθως το παρασιτικό έντομο τελικά σκοτώνει τον ξενιστή με τρομακτικό τρόπο.
  - Μερικά είναι χρήσιμα στον βιολογικό έλεγχο.
  - Έμπνευση για ταινίες (Allien).



# Άμυνα των εντόμων

- Τα περισσότερα έντομα έχουν να αντιμετωπίσουν πολλούς θηρευτές και παράσιτα.

## Χημική άμυνα:

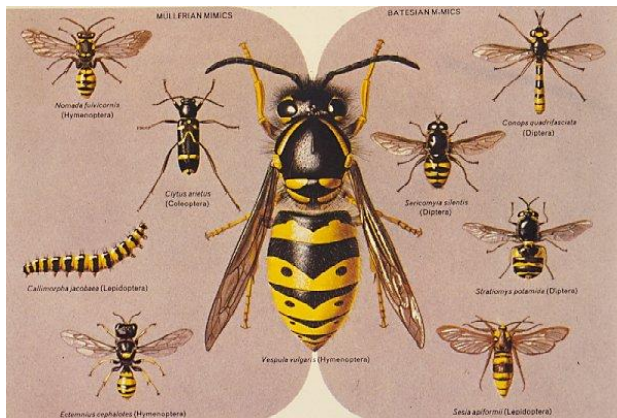
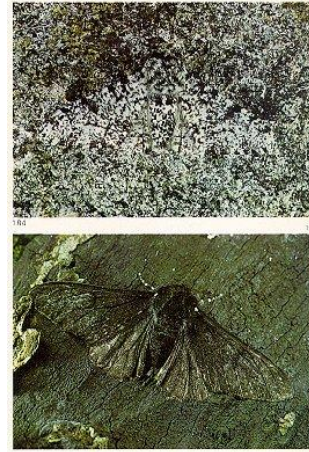
- Πολλά φυτοφάγα έντομα έχουν αναπτύξει μηχανισμούς άμυνας που βασίζονται σε χημικές ουσίες των φυτών από τα οποία τρέφονται ή νέες τοξικές ουσίες.
  - Μεγάλη ποικιλότητα χημικών ουσιών: στεροειδή, αλκαλοειδή, κανθαρίνη, ισταμίνη, ακετυλοχολίνη, κλπ.
  - Μεγάλη ποικιλότητα αποβολής των χημικών ουσιών: φτύσιμο, έκκριση, αφόδευση, εμετός, εκτόξευση, κλπ.



# Άμυνα των εντόμων

## Χρωματική και συμπεριφορική άμυνα:

- Προστατευτικός χρωματισμός
- Προειδοποιητικός χρωματισμός
- Μιμητισμός





# Καταπολέμηση των εντόμων

- Οι μονοκαλλιέργειες ελκύουν τα φυτοφάγα έντομα.
- Οι σύγχρονες προσεγγίσεις περιλαμβάνουν ποικιλία στρατηγικών:
- Εναλλαγή καλλιεργειών
  - Εισαγωγή παρασίτων και θηρευτών (βιολογικός έλεγχος)
  - Εντομοκτόνα (έσχατη λύση).
- Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες φέρουν γονίδια για συγκεκριμένες τοξίνες των εντόμων καθιστώντας τα φυτά ανθεκτικά.
- Είναι όμως ασφαλείς για τον άνθρωπο;



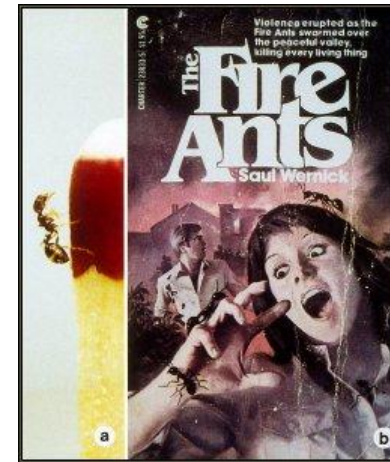
# Τα έντομα ως φορείς ασθενειών

- Οι πιο ολέθριες ασθένειες του ανθρώπου οφείλονται σε έντομα.
  - Τα έντομα (μύγες, ψείρες, ψύλλοι) μεταφέρουν ασθένειες με τη μετάδοση παθογόνων μέσω των αιματηρών γευμάτων τους.
- Η ελονοσία είναι η σημαντικότερη ασθένεια σήμερα σκοτώνοντας 1-3 εκατομμύρια ανθρώπους κάθε χρόνο.
  - Οι ασθένειες που μεταδίδονται μέσω εντόμων έχουν επηρεάσει την ανθρώπινη ιστορία.



# Έντομα εισβολείς

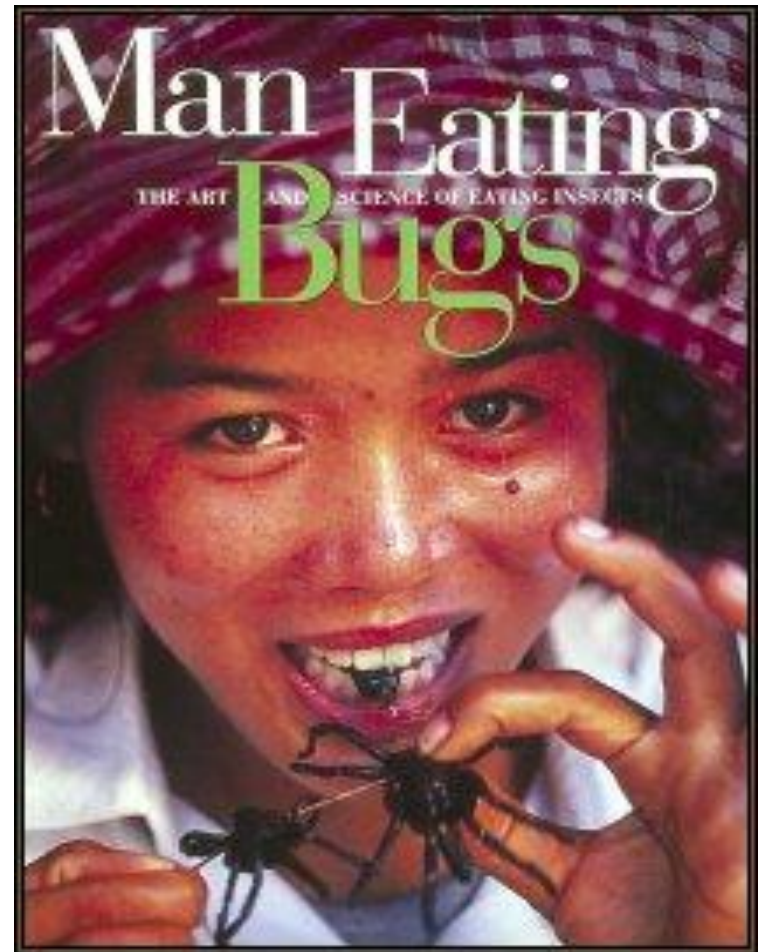
- Έντομα εισβολείς: Οικολογικές και οικονομικές συνέπειες των ξενικών εντόμων.
- Κόκκινα μυρμήγκια
- Μακρόκερα κολεόπτερα





# Εδώδιμα έντομα

- Βασική πηγή τροφής σε πολλές χώρες: Ιαπωνία, Κίνα, Ταϊλάνδη, Καμπότζη, Αυστραλία, Ουγκάντα, Μποτσουάνα, Περού, Βενεζουέλα, Μεξικό.
- Μην ξεχνάτε ότι είναι συγγενικά με τα Καρκινοειδή, και άρα καλή πηγή πρωτεϊνών.



# Προϊόντα από έντομα

- Κεριά, μέλι, μετάξι, κόκκινες χρωστικές (κοχενίλλα)
- Εκτεταμένη χρήση στο παρελθόν
- Συνθετικές ουσίες σήμερα.

