

Κοινωνική οργάνωση
στα ευκοινωνικά ζώα

Κοινωνικά έντομα

- Πρόκειται για συγκεκριμένες ομάδες εντόμων: μέλισσες, μυρμήγκια, τερμίτες και σφήκες.



Το πλήθος τους και η σημασία τους στα οικοσυστήματα είναι τουλάχιστον εντυπωσιακά:

- Οι εργάτριες μιας μόνο αποικίας μυρμηγκίων είναι περισσότερες από τα λιοντάρια και τους ελέφαντες της Αφρικής.
- Τα είδη μυρμηγκιών που υπάρχουν σε ένα τ. χιλιόμετρο στα βραζιλιάνικα δάση είναι περισσότερα από τα είδη Πρωτευόντων που υπάρχουν στον πλανήτη.
- Η βιομάζα και η κατανάλωση ενέργειας των κοινωνικών εντόμων ξεπερνά εκείνη των σπονδυλωτών.

Τα βασικά ερωτήματα

- Ποια τα μοναδικά χαρακτηριστικά της κοινωνικής τους ζωής;
- Πώς είναι οργανωμένες οι κοινωνίες των εντόμων;
- Ποια τα εξελικτικά βήματα που οδήγησαν στην κοινωνική οργάνωση;
- Ποιοι ήταν οι υποκινητές της της κοινωνικής οργάνωσης;

Τι είναι τα κοινωνικά έντομα;

1. Άτομα του ίδιου είδους συνεργάζονται στην φροντίδα των νεογνών
2. Υπάρχει αναπαραγωγικός επιμερισμός εργασίας (γόνιμα vs. στείρα)
3. Υπάρχει λειτουργική επικάλυψη δύο τουλάχιστον γενεών

- Τα κοινωνικά είδη είναι απλοδιπλοειδή: τα γονιμοποιημένα αυγά είναι διπλοειδή και αναπτύσσονται σε θηλυκά ενώ τα αγονιμοποίητα είναι απλοειδή και θα γίνουν αρσενικά.
- Μία βασίλισσα μπορεί να αποφασίσει για το φύλο του απογόνου της ανάλογα με το εάν θα απελευθερώσει ή όχι σπέρμα που έχει αποθηκεύσει νωρίτερα.
- Στα διπλοειδικά είδη η συγγένεια μεταξύ γονέα και ομοθαλών αδερφών είναι 0,5.
- Στα κοινωνικά έντομα ένα θηλυκό συνδέεται στενότερα με τις αδερφές του (0,75) από ό,τι με τους γιούς και τις κόρες του (0,5) ή τους αδερφούς του (0,25)
- Εάν η αποικία έχει μόνο μία βασίλισσα που ζευγάρωσε με ένα αρσενικό, τότε οι εργάτριες ανατρέφουν αδερφούς και αδερφές κάποιες εκ των οποίων θα γίνουν βασίλισσες.

- Σε αποικίες ενυπάρχει εξελικτική σύγκρουση.
- Μία εργάτρια βελτιώνει την αρμοστικότητα της εάν αναθρέψει δικούς της γιούς (0,5) παρά βοηθώντας στην ανατροφή των γιών της βασίλισσας (0,25).
- Η βασίλισσα αυξάνει όμως την αρμοστικότητά της μέσω των δικών της γιών παρά μέσω των γιών των θυγατέρων της (0,25).
- Έτσι η βασίλισσα καταστρέφει τα αυγά των εργατριών και σε πολλές περιπτώσεις εργάτριες καταστρέφουν τα αυγά άλλων εργατριών.

Η κοινωνική οργάνωση απαιτεί αποτελεσματική επικοινωνία. Αυτή επιτυγχάνεται είτε χημικά (φερομόνες) είτε μέσω συμπεριφορικών αποκρίσεων

1. Συναγερμός
2. Απλή προσέλκυση
3. Επιστράτευση (για νέα πηγή τροφής ή φωλιά)
4. Περιποίηση
5. Τροφάλλαξη (ανταλλαγή στοματικού και πρωκτικού υγρού)
6. Ανταλλαγή στερεάς τροφής
7. Επίδραση ομάδας (ένταση ή αναστολή μιας ιδιότητας)
8. Αναγνώριση (ατόμων της ίδια φωλιάς ή κάστας)
9. Καθορισμός κάστας

Διακρίνονται τρία επίπεδα στην εξέλιξη της κοινωνικής οργάνωσης

- Παρακοινωνικό επίπεδο: τα ενήλικα άτομα βοηθούν το ένα το άλλο σε διαφορετικούς βαθμούς, π.χ. συνεργάζονται στην κατασκευή της φωλιάς αλλά ανατρέφουν μόνο τους τα μικρά τους
- Μεροκοινωνικό επίπεδο: η ανατροφή των νεαρών γίνεται συνεργατικά αλλά τα θηλυκά μπορούν ακόμη και γεννούν αυγά
- Ημικοινωνικό επίπεδο: προστίθεται η κάστα των εργατριών. Έτσι κάποια θηλυκά δεν μπαίνουν στη διαδικασία της αναπαραγωγής.

Ευκοινωνικό είναι το είδος όπου τα τρία παραπάνω επίπεδα έχουν ολοκληρωθεί

Η αποικία ως υπερ-οργανισμός

- Ένας «διάσπαρτος» οργανισμός με χιλιάδες στόματα που ζυγίσει από μερικά γραμμάρια έως κάποια κιλά και καταλαμβάνει μερικές δεκάδες τετραγωνικά μέτρα.
- Το αφρικανικό μυρμήγκι *Doryllus wilverthi* μπορεί να φτιάχνει αποικίες που περιλαμβάνουν μέχρι και 22 εκ. εργάτριες που ζυγίζουν 20 κιλά και ελέγχουν περιοχή έκτασης 50.000 τ. μέτρων

Σύστημα καστών

Βασίλισσα

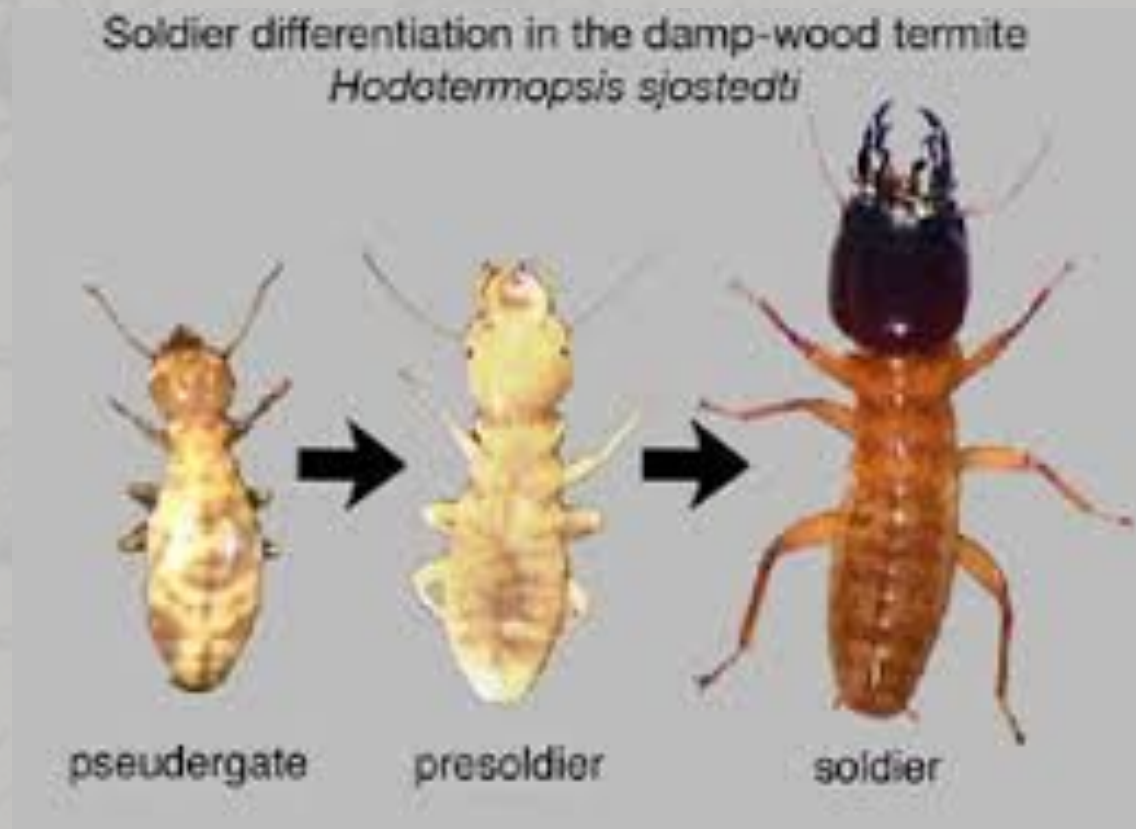
Εργάτριες

Πολεμιστές

Στείρα άτομα (π.χ. κηφήνες)

Οι διακριτοί λειτουργικοί τύποι μέσα σε μία κάστα μπορεί να είναι συχνά μέχρι πέντε ή ακόμα και να υπερβαίνουν τους 10

Οι κάστες μπορεί να είναι σωματικές, να βασίζονται δηλαδή σε μόνιμες ανατομικές διαφορές, ή παροδικές, όπου τα άτομα περνώντας από τα αναπτυξιακά στάδια υπηρετούν την αποικία με διαφορετικούς τρόπους (το άτομο στη διάρκεια της ζωής του μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μία κάστες)



- Οι εργάτριες είναι επιφορτισμένες με όλες τις εργασίες που σχετίζονται με την κατασκευή και τη συντήρηση της αποικίας ενώ αναλαμβάνουν και το ρόλο του τροφού.



- Οι στρατιώτες (όταν υπάρχουν) ασχολούνται με την άμυνα της αποικίας κυρίως από άλλες αποικίες του ίδιου ή άλλου είδους (ενδοειδικός/διαειδικός ανταγωνισμός)



- Οι βασίλισσες είναι συνήθως μεγαλύτερες σε μέγεθος. Ο αριθμός τους ποικίλλει ανάλογα με την ομάδα, το είδος, το μέγεθος της αποικίας και το ενδιαίτημα.



Μυρμήγκια

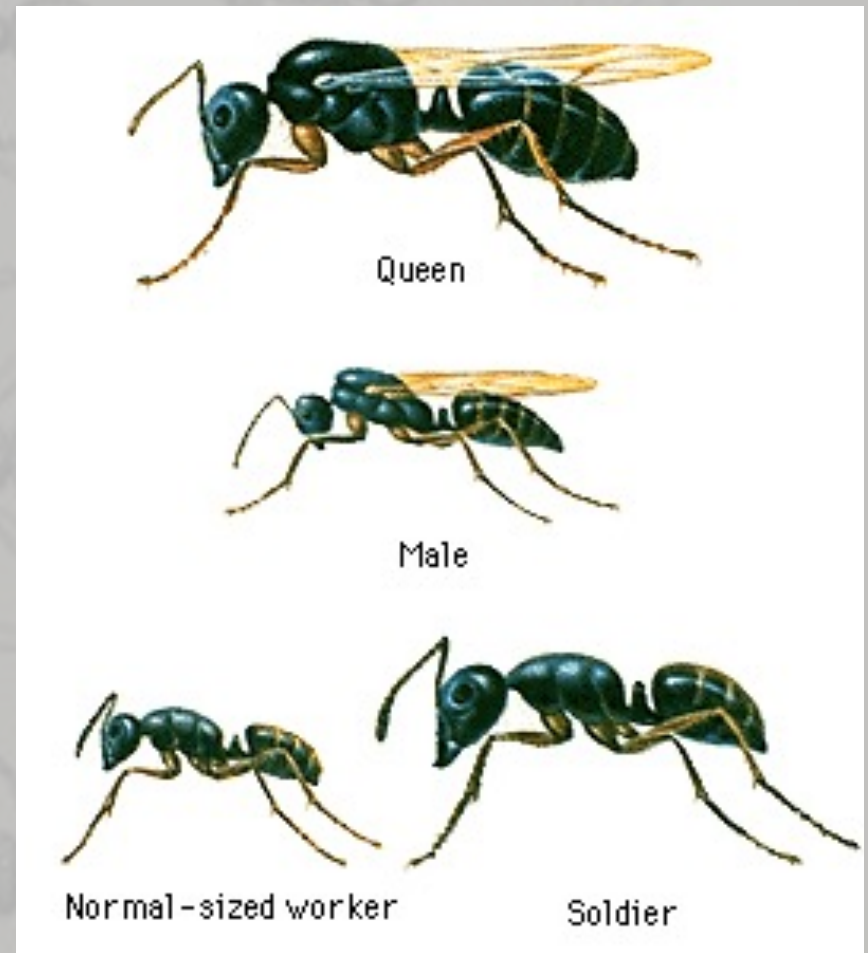
- Εμφανίστηκαν πριν από 110-130 εκ. χρόνια
- Από τα περίπου 22.000 είδη έχουν περιγραφεί τα 12.500
- Ανήκουν στην τάξη Υμενόπτερα.
- Κυριαρχούν στα χερσαία οικοσυστήματα ενώ είναι απόντα μονάχα από την Ανταρκτική (συνολικός πληθυσμός 10^{15}).
- Η βιομάζα τους αποτελεί το 15-25% της συνολικής ζωικής βιομάζας
- Η μακρά ιστορία συνεξέλιξης τα έχει οδηγήσει σε πολλαπλές σχέσεις με άλλους οργανισμούς, φυτικούς και ζωικούς (μίμηση, παρασιτισμός, ομοσιτισμός, αμοιβαιότητα)

- Η επιτυχία της ομάδας μπορεί να αποδοθεί στην αρχική της γενική δίαιτα (θηρευτές άλλων ασπονδύλων) σε αντίθεση με την αυστηρή εξειδίκευση των τερμιτών
- Υψηλή ικανότητα φωλεοποίησης σε μια πληθώρα διαφορετικών υλικών
- Δημιουργία του μεταπλευρικού αδένου, η όξινη έκκριση του οποίου αναστέλλει την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Διακρίνονται τρεις βασικές σωματικές κάστες, όλες στα θηλυκά άτομα:

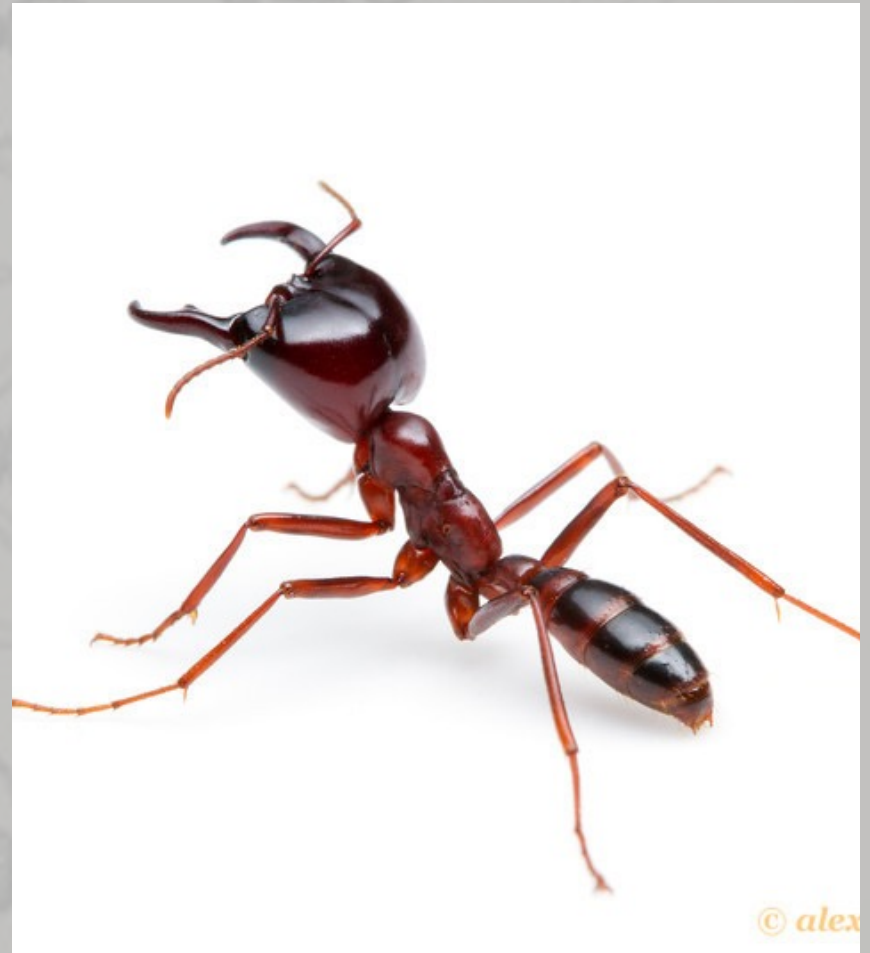
- Εργάτρια
- Στρατιώτης
- Βασίλισσα

Τα αρσενικά αποτελούν διακριτή κάστα με την πιο χαλαρή έννοια (μέσα στο φύλο δεν έχει αναφερθεί πολυμορφισμός κάστας)



Στα είδη όπου υπάρχουν στρατιώτες (άλλως μείζονες εργάτριες) υπάρχουν πάντα και οι ελάσσονες εργάτριες.

Ο ρόλος των ε.ε. είναι η συγκέντρωση τροφής, η κατασκευή της φωλιάς και η φροντίδα των νεογνών. Σε κάποια είδη οι στρατιώτες βοηθούν τις εργάτριες αλλά συνήθως υπηρετούν στην άμυνα της φωλιάς αλλά και ως ζώσες δεξαμενές αποθήκευσης υγρής τροφής.



- Οι βασίλισσες είναι φτερωτές (ενώ οι εργάτριες είναι πάντα άπτερες) και συνήθως έχουν μεγαλύτερο μέγεθος. Σε κάποια είδη παρατηρούνται ενδιάμεσες μορφές (εργατόγυνα, βραχύπτερες βασίλισσες).



- Κατά την αναπαραγωγή οι βασίλισσες πραγματοποιούν τη γαμήλια πτήση. Τα φτερωτά αρσενικά τις πολιορκούν και σχηματίζουν συμπαγείς σφαίρες γύρω της στην προσπάθειά τους να ζευγαρώσουν.
- Όταν η βασίλισσα γονιμοποιηθεί ρίχνει τα φτερά της και σκάβει ένα κελί όπου και θα αναθρέψει την πρώτη γενιά
- Τα νεαρά άτομα τρέφονται με τα μεταβολισμένα λίπη και τους μυικούς ιστούς της βασίλισσας.



- Παρότι τα περισσότερα είδη έχουν υιοθετήσει μια γενική δίαιτα, σε πολλά είδη υπάρχει αυστηρή εξειδίκευση.
- Leptogenys: μόνο Ισόποδα, Amblyopone: μόνο Χειλόποδα, Dacetini: μόνο κολλέμβολα, Simopelta: άλλα μυρμήγκια
- Κάποια είδη τρέφονται με το «μελίτωμα», πρωκτικό έκκριμα αφίδων (Ομόπτερα) που εκτρέφονται μέσα στις μυρμηγκοφωλιές.
- Τα 200 είδη των Attini τρώνε μύκητες που καλλιεργούν μέσα στις φωλιές, μεταφέροντας εκεί το ανάλογο θρεπτικό υπόστρωμα (φυτική ύλη, πτώματα εντόμων κτλ).

- Σε πολλά είδη μυρμηγκιών υπάρχει μια ειδική κάστα μη αναπαραγόμενων εργατών, που είναι γνωστοί ως “κορεσμένοι”.
- Τα μυρμήγκια αυτά τρώνε τόσο πολύ νέκταρ και μελίτωμα που τους προσφέρουν άλλοι εργάτες, που τα κοιλιακά τους τοιχώματα υφίστανται μια τρομακτική διάταση που δεν επιτρέπει την οποιαδήποτε μετακίνησή τους.
- Έτσι, περνούν τη ζωή τους κρεμασμένα στην οροφή της υπόγειας φωλιάς τους.



Όταν επικρατούν συνθήκες ξηρασίας ή έλλειψης τροφής, η αποικία τρέφεται με αυτά τα αποθέματα. Τα μυρμήγκια απλώς χαϊδεύουν τα “κορεσμένα” άτομα, προκαλώντας τα έτσι να βγάλουν τη τροφή που έχουν αποθηκεύσει

- Τα μυρμήγκια μπουλντόγκ (γένος *Myrmecia*) φτάνουν τα 36 χιλιοστά, είναι ικανότατοι θηρευτές και διαθέτουν οξύτατη όραση ενώ χρησιμοποιούν συχνά το ισχυρό τους κεντρί.
- Συλλαμβάνουν άλλα έντομα τα οποία κομματιάζουν και προσφέρουν αμέσως στις προνύμφες τους.
- Στην περίπτωση όμως που δεν υπάρχουν προνύμφες στην φωλιά, συλλέγουν νέκταρ από λουλούδια

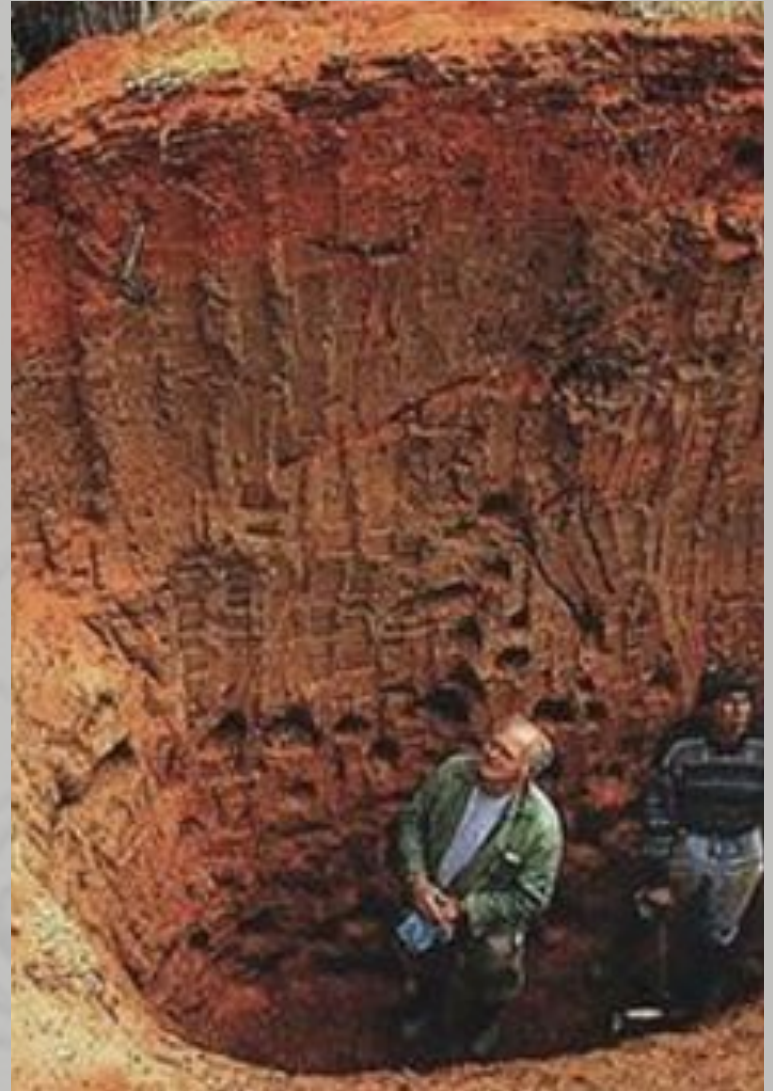


Μυρμηγκοφωλιές

- Το μέγεθος, το βάθος και η πολυπλοκότητά τους εξαρτώνται από το είδος και από την αφθονία τροφής.
- Υπάρχουν χώροι με συγκεκριμένη λειτουργία: δώματα της βασίλισσας, χώρος ωαπόθεσης και ανατροφής των προνυμφών, αποθήκες τροφών, προθάλαμος κτλ







Αποτύπωση και μελέτη των μυρμηγκοφωλιών



Οικογένεια Dorylidae

- Μεγαλόσωμα
αφρικανικά μυρμήγκια
με ιδιαίτερα μακρά
άκρα



- Η μορφή της αποικίας τους είναι μοναδική ανάμεσα στα κοινωνικά έντομα.
- Πρόκειται κυριολεκτικά για ζωντανό οργανισμό!
- Βίνουας



Εξελικτική διόρθωση...

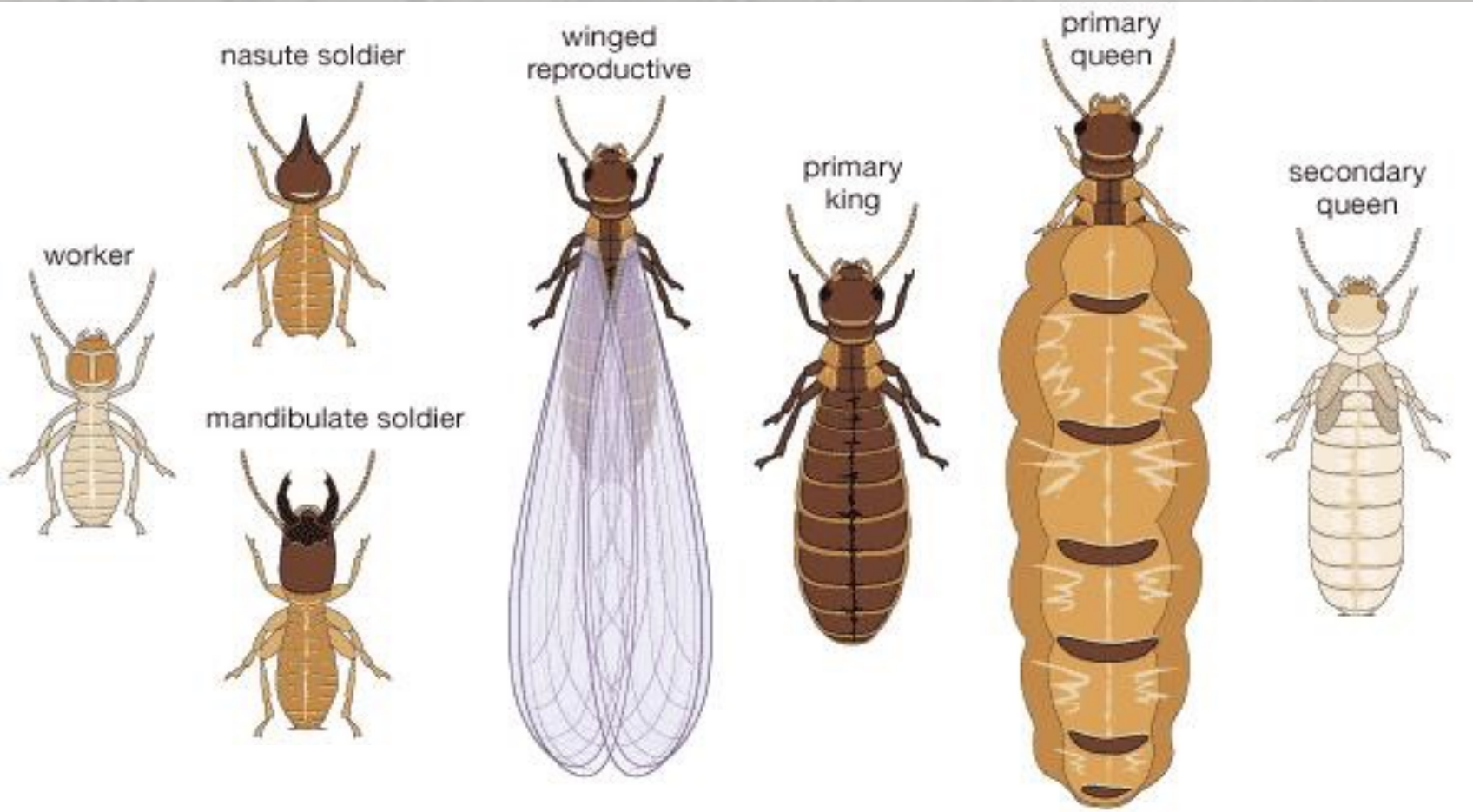
«ο άνθρωπος διακρίνεται από τα άλλα είδη χάρη σε πολλά μοναδικά χαρακτηριστικά του όπως η κατασκευή και χρήση εργαλείων, η ανάπτυξη σύνθετων κοινωνιών, η ικανότητα σύνθετων δραστηριοτήτων όπως η γεωργία ή η κτηνοτροφία και το συνεργατικό κυνήγι και η επικοινωνία»

Τερμίτες

- Απέχουν φυλογενετικά από τα μυρμήγκια και ανήκουν στην ίδια τάξη με τις κατσαρίδες (Βλαπτοειδή) («κοινωνικές κατσαρίδες»)
- Έχουν περιγραφεί 3.160 είδη
- Η διατροφή τους βασίζεται κυρίως σε νεκρό φυτικό υλικό.
- Διαθέτουν εξειδικευμένη συνοδό βακτηριοχλωρίδα στο στομάχι για την πέψη της κυτταρίνης.



Οι σωματικές κάστες των τερμιτών μοιάζουν με εκείνες των μυρμηγκιών αλλά παρουσιάζουν υψηλότερη εσωτερική ποικιλομορφία



- Σε αντίθεση με τα μυρμήγκια όμως οι ουδέτερες κάστες περιλαμβάνουν τόσο αρσενικά όσο και θηλυκά.
- Δεν υπάρχουν τερμίτες-κηφήνες προγραμματισμένοι αποκλειστικά για συνουσία και μετα-αναπαραγωγικό θάνατο.
- Οι νύμφες των πιο πρωτόγονων οικογενειών τερμιτών μπορούν να συνεισφέρουν στην αποικία.
- Υπάρχουν επίσης συμπληρωματικά αναπαραγωγικά άτομα τα οποία ενεργοποιούνται μετά την απομάκρυνση των πρωταρχικών αν. ατόμων.

- Στην οικ. Kalotermitidae η οργάνωση είναι σχετικά πρωτόγονη. Όταν χαθούν οι πρωτεύουσες βασίλισσες και τα αρσενικά, αντικαθίστανται ταχέως (με έκδυση) από μια εύπλαστη κάστα «νεοταινικών» ατόμων, τους ψευδεργάτες.
- Η ανταλλαγή πρωκτικών υγρών είναι κανόνας στις αποικίες ξυλοφάγων τερμιτών και είναι σημαντική για την μεταβίβαση Βλεφαριδωτών πρωτοζώων για τη διάσπαση της κυτταρίνης.

- Κατά την περίοδο των βροχών, μετά το πέρας της ημερήσιας βροχής, όλα τα μέλη της αποικίας πραγματοποιούν μαζική έξοδο.
- Οι εργάτριες ανοίγουν τρύπες στην οροφή της φωλιάς και μέσα σε έντονη διέγερση στρατιώτες, εργάτριες και πτερωτά έντομα βγαίνουν από τις οπές.
- Τα άτομα που φέρουν φτερά αρχίζουν την πτήση ενώ τα υπόλοιπα επιστρέφουν στη φωλιά και σφραγίζουν τις οπές.

Γαμήλια πτήση στο είδος *Amitermes hastatus*

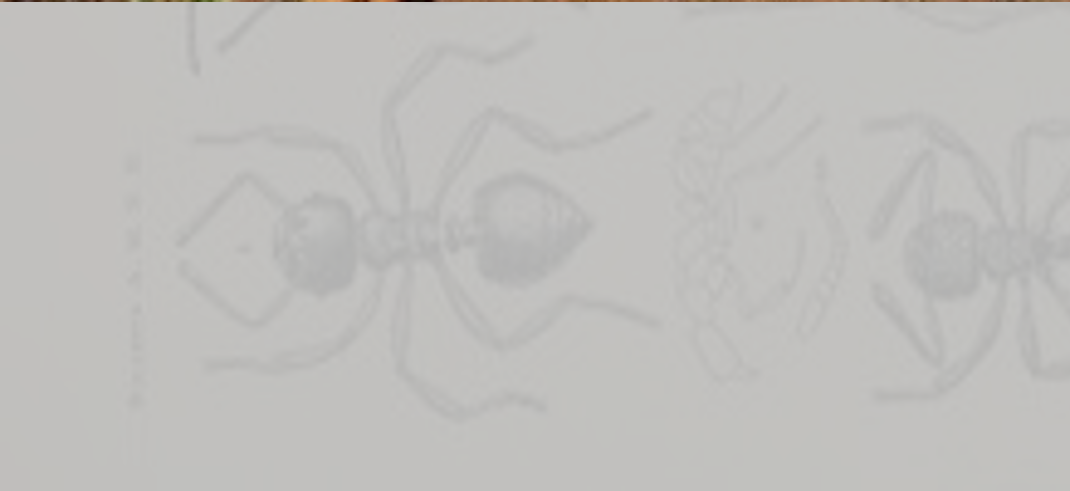


Τερμιτοφωλιές

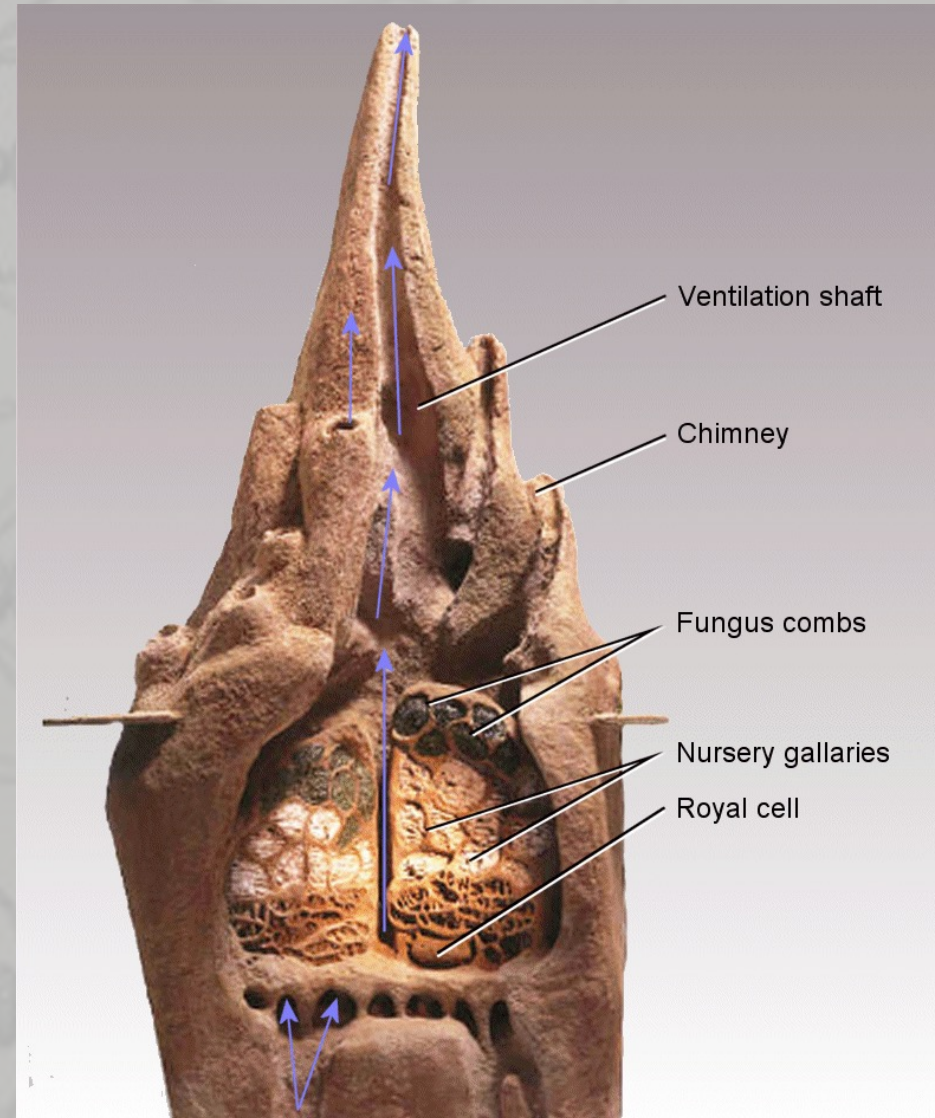
- Οι φωλιές έχουν ιδιαίτερα πολύπλοκη δομή και σε κάποια αφρικανικά είδη ο πύργος εξόδου ορθώνεται σε ύψος μέχρι και 7 μέτρων.
- Ανάλογα με την τροφή και τις ιδιαίτερες προτιμήσεις του κάθε είδους τροποποιείται κατάλληλα και η αρχιτεκτονική της φωλιάς.







- Εξασφαλίζεται η λειτουργία δικτύου αεραγωγών ενώ προβλέπονται και πλευρικές «καμινάδες» για την απαγωγή των τοξικών αερίων.
- Το βασιλικό δωμάτιο βρίσκεται στα βαθύτερα στρώματα ενώ οι κήποι των μυκήτων στα πιο ψηλά επίπεδα.



Μέλισσες

- Όλες οι μέλισσες συνιστούν την υπεροικογένεια Apoidea.
- Η διάρκεια ζωής και ο βαθμος κοινωνικότητας εξαρτάται από το είδος και το γένος.
- Στο γένος *Bombus* ο κύκλος ζωής είναι ετήσιος με εξαίρεση τη βασίλισσα που διαχειμάζει.
- Οι βασίλισσες εκκρίνουν κερι από τους διαμεταμερικούς αδένες της κοιλιάς και με αυτό κατασκευάζουν τα πρώτα κελιά όπου, μαζί με σφαίρες γύρης, εναποτίθενται τα πρώτα αυγά.
- Οι πρώτες εργάτριες που γεννιούνται βοηθούν τη βασίλισσα να διευρύνει τη φωλιά και να φροντίσει τα νεογνά.

Οι κάστες είναι πιο σαφείς και απλές
με μόλις τρεις διακριτούς τύπους



Drone

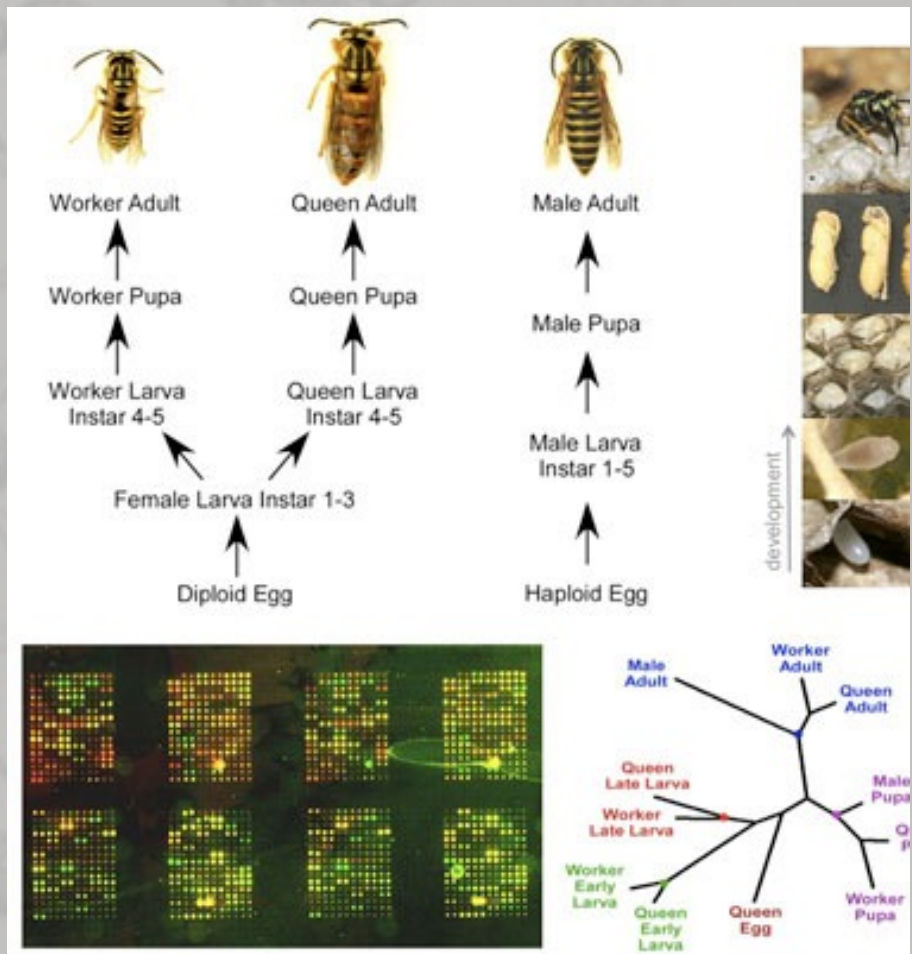


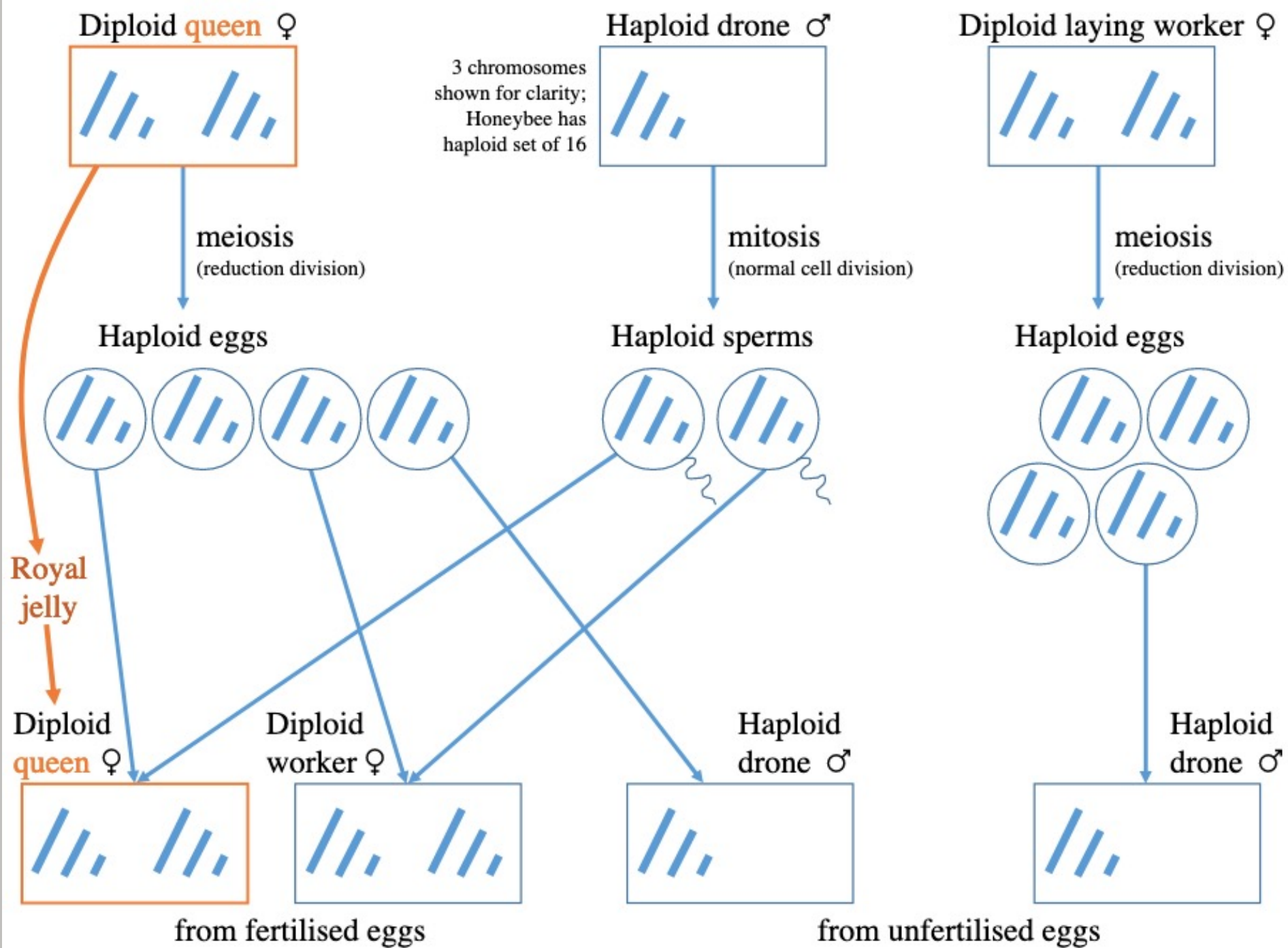
Queen



Worker

- Ο ρόλος και η θέση του κάθε ατόμου είναι γεννητικά προγραμματισμένα στις μέλισσες.





Κυψέλη

- Αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση φωλιάς στα κοινωνικά έντομα καθώς χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά υλικά που παράγονται από το ίδιο το σώμα των μελισσών.



Η κοινή μέλισσα (*Apis mellifera*)

Παρουσιάζει πολλά μοναδικά χαρακτηριστικά:

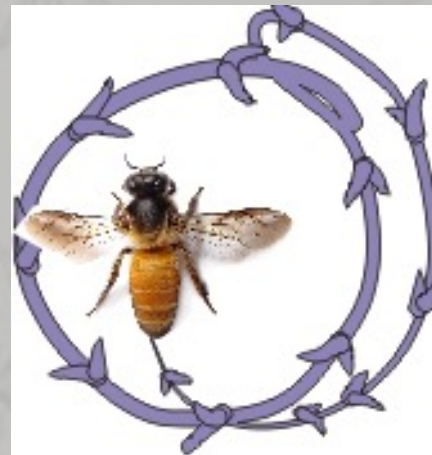
- Αλτρουιστική συμπεριφορά
- Περιοδικότητα παραγωγής αρσενικών
- Πολυπλοκότητα χημικής επικοινωνίας
- Ρύθμιση θερμοκρασίας της φωλιάς
- Τρομώδης χορός

Η παραγωγή μελιού δεν είναι βέβαια αποκλειστικός χαρακτήρας του είδους. Πρόκειται όμως για το πλέον «εξημερωμένο» είδος

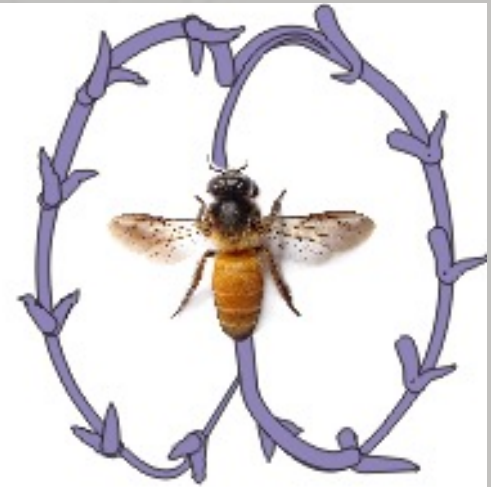


Επικοινωνία (χορός της μέλισσας)

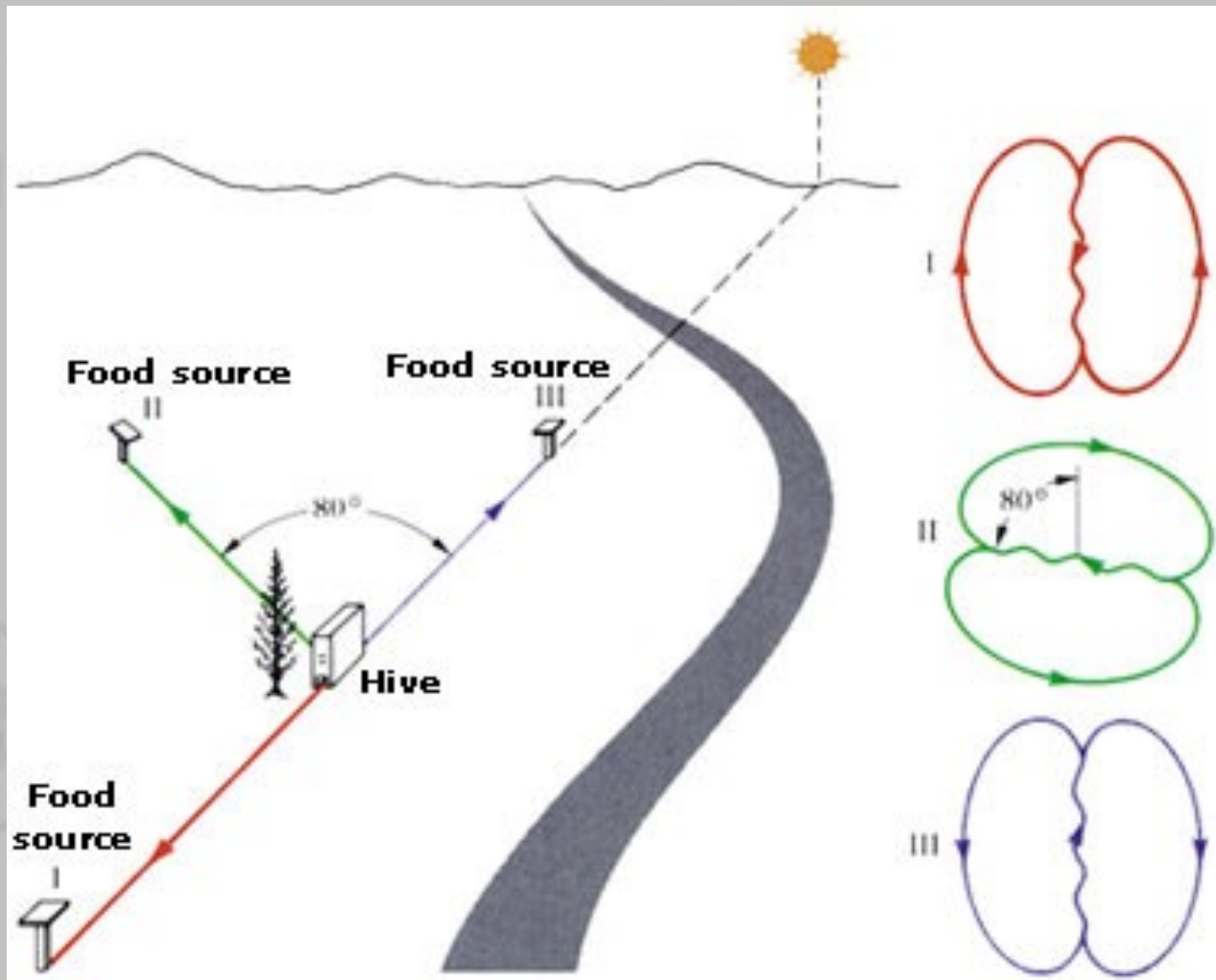
- Πέραν της χημικής επικοινωνίας, η ιδιαίτερη χορογραφία των μελισσών που αποκρυπτογραφήθηκε στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, παρέχει διεξοδικές πληροφορίες για την εύρεση της πηγής τροφής.
- Οι οδηγίες αφορούν την θέση, την ποιότητα, την ποσότητα, την απόσταση και το χρόνο!



round dance



waggle dance



<https://www.youtube.com/watch?v=bFDGPgXtK-U>

Σφήκες

- Παρότι οι κοινωνικές σφήκες περιλαμβάνουν μόλις 725 είδη (και όλα ανήκουν στην οικ. *Vespidae*), αποτελούν μια σημαντική ομάδα για τη μελέτη συμπεριφορά των κοινωνικών εντόμων.
- Εξαπλώνονται τόσο στους τροπικούς όσο και στα εύκρατα κλίματα και είναι γενικά πολύ ανθεκτική ομάδα.
- Οι γονιμοποιημένες βασίλισσες εγκαθίστανται σε παλαιές φωλιές ή σε νέες θέσεις και αναπτύσσουν επιθετικότητα απέναντι στα υπόλοιπα θηλυκά που πλησιάζουν.
- Σε πολλές φωλιές πέραν την πρωτεύουσας βασίλισσας υπάρχουν και αρκετές υποδέεστερες που υπηρετούν και επικουρούν την κύρια βασίλισσα.
- Οι αποικίες είναι σαφώς πιο ολιγομελείς σε σχέση με άλλα κοινωνικά έντομα.

- Τα πρώτα αυγά που εκκολάπτονται δίνουν γέννηση σε εργάτριες που ασχολούνται με την σύλληψη λείας, τη συλλογή νέκταρος και πολτού ξύλου για την κατασκευή της φωλιάς και τη φροντίδα των νεογνών.
- Πολύ αργότερα εμφανίζονται τα αρσενικά και οι βασίλισσες. Αυτές οι καθαρά αναπαραγωγικές μορφές θα αντικαταστήσουν τις εργάτριες το φθινόπωρο.



B1.15 Eumeninae (Mason Wasps)



B1.16 Masarinae (Pollen Wasps)



B1.17 Polistinae (Paper Wasps)



B1.18 Vespinae (Yellowjackets)

- Το ζευγάρωμα γίνεται σε ηλιόλουστες θέσεις.
- Με τον ερχομό του φθινοπώρου τα αρσενικά πεθαίνουν και οι βασίλισσες προετοιμάζονται για διαχείμανση.
- Οι νέες αποικίες θα ιδρυθούν είτε από μοναχικά θηλυκά (εύκρατα κλίματα) είτε από σμήνος συνιδρυτριών (τροπικά κλίματα)



Ένα αποικιακό θηλαστικό

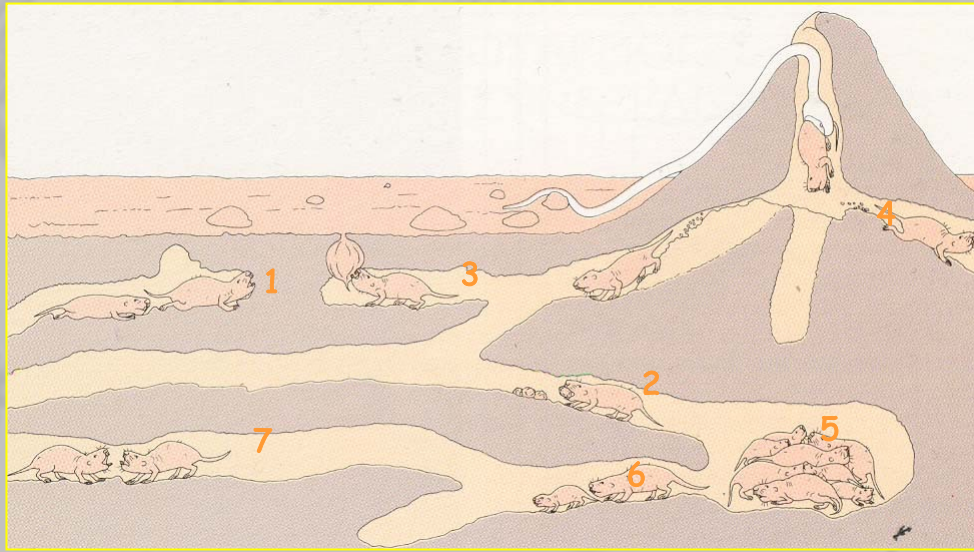
- Οι άτριχοι τυφλοπόντικες *Heterocephalus glaber*, ζούνε σε αποικίες που καταλαμβάνουν εκτενή δίκτυα υπογείων σηράγγων που βρίσκονται κάτω από το ηλιοψημένο έδαφος τμημάτων της Αν. Αφρικής.
- Κατασκευάζουν σκάβοντας ένα τεράστιο δίκτυο σηράγγων, με σκοπό να φτάσουν τους υπόγειους κονδύλους που αποτελούν την τροφή τους.
- Το δίκτυο μπορεί να είναι εκτεταμένο. Έχουν ανακαλυφθεί μερικά δίκτυα που έχουν μήκος περίπου τρία χιλιόμετρα.



- Οι σήραγγες αυτές κατασκευάζονται από τους εργάτες της αποικίας. Μερικοί από αυτούς σκάβουν, ενώ άλλοι μεταφέρουν τα χώματα σε ένα άνοιγμα στην επιφάνεια του εδάφους.
- Επίσης, όπως και τα έντομα εργάτες, υπερασπίζονται την αποικία και φροντίζουν τους νεαρούς απογόνους της βασίλισσας.
- Οι απόγονοι αυτοί θα είναι αδέρφια των εργατών της αποικίας, επομένως τα γονίδιά τους θα είναι κοινά.



Σ' αυτήν την αποικία οι εργάτες **(1)** κατασκευάζουν σήραγγες και **(2)** καθαρίζουν τους διαδρόμους από τα τοιχώματα και τις πέτρες, ενώ **(3)** άλλοι τυφλοπόντικες ροκανίζουν ένα βολβό. Άλλοι εργάτες **(4)** προσπαθούν να αποκλείσουν μια σήραγγα στην οποία εισέβαλλε ένα φίδι.



Η βασίλισσα βρίσκεται στο θάλαμό της περιτριγυρισμένη από τους απογόνους της **(5)**. Υπάρχει ένας ειδικός χώρος αφόδευσης, όπου οδηγεί ένας εργάτης ένα νεαρό άτομο **(6)**. Πάντως, η ζωή της αποικίας δεν είναι πάντα συνεργατική και συχνά ξεσπούν καβγάδες μεταξύ των μελών της **(7)**.

- Σε κάθε γέννα παράγονται κατά μέσο όρο 14 μικρά, αλλά μπορεί να παραχθούν και περισσότερα από 20.
- Η αναπαραγόμενη βασίλισσα διαθέτει μια ειδική προσαρμογή που της επιτρέπει να γεννά μεγάλο αριθμό απογόνων κάθε φορά.
- Όταν αρχίσει να αναπαράγεται, επιμηκύνεται το σώμα της—οι σπόνδυλοι απομακρύνονται ο ένας από τον άλλο.
- Αυτό της επιτρέπει να φέρει πολλά έμβρυα στο σώμα της, χωρίς όμως να μεγαλώνει ο όγκος της τόσο που να δυσχεραίνει τη μετακίνησή της μέσα στις σήραγγες



LA CITADELLE ASSIÉGÉE

