



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πτυχιακή Εργασία

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές
και αντιμετώπιση.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
Γιώργος Κωστούλας

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Παπαδάκη Μαρία

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009

Περιεχόμενα

Πρόλογος

Κεφάλαιο Α΄

1. Εισαγωγή.....	5
2. Συστηματική κατάταξη και φυλές των μελισσών.....	7
2.1. <i>Apis mellifera</i> – Κοινή μέλισσα.....	9
2.2. <i>A. mellifera carnica</i> – Καρνιολική μέλισσα.....	10
2.3. <i>A. mellifera macedonica</i> – Μακεδονική μέλισσα.....	11
2.4. <i>A. mellifera cecropia</i> – Κεκρόπια μέλισσα.....	12
2.5. <i>A. mellifera adami</i> – Κρητική μέλισσα.....	12
2.6. <i>A. mellifera ligustica</i> – Κίτρινη ή Ιταλική μέλισσα.....	13
2.7. <i>A. mellifera cypria</i> – Κυπριακή μέλισσα.....	14
2.8. <i>A. mellifera syriaca</i> – Συριακή μέλισσα.....	15
3. Βιολογία της Μέλισσας.....	16
3.1. Βιολογικός Κύκλος.....	16
3.2. Διαφοροποίηση των τριών βιολογικών μορφών στη μέλισσα.....	18
3.3. Η βασίλισσα.....	19
3.4. Το γονίδιο που καθορίζει το φύλο στη μέλισσα.....	20
3.5. Η μεταβίβαση των κληρονομικών ιδιοτήτων μέσα στο μελισσοσμήνος.....	23
4. Σμηνουργία.....	24
4.1. Συνθήκες υπερπληθυσμού, τεχνητές συνθήκες σμηνουργίας.....	29
4.2. Μελισσοσμήνη που διαθέτουν πολλά πλαίσια με γόνο και με καλή εμφάνιση.....	32
4.3. Μελισσοσμήνη με μικρή τάση σμηνουργίας.....	32
4.4. Μελισσοσμήνη με τη μεγαλύτερη το δυνατόν διάθεση για συλλογή.....	33
4.5. Ήρεμα μελισσοσμήνη.....	34
4.6. Μελισσοσμήνη που αντέχουν στις ασθένειες.....	35

4.7. Μελισσοσμήνη που ξέρουν να αμύνονται καλύτερα στους εχθρούς τους.....	37
4.8. Μέλισσες με μεγαλύτερη προβοσκίδα για να συλλέγουν το νέκταρ από άνθη με βαθύ κάλυκα.....	37
4.9. Μελισσοσμήνη που συλλέγουν λιγότερη πρόπολη.....	39
4.10. Μελισσοσμήνη που συλλέγουν επιλεκτικά περισσότερο μέλι ή περισσότερη γύρη και επικονιάζουν καλύτερα τις καλλιέργειες.....	39

Κεφάλαιο Β΄

1. Εισαγωγή.....	40
2. Εξάπλωση.....	40
2.1. Ταξινόμηση.....	41
2.1.1. Οι υπόγειοι.....	41
2.1.2. Ξηρού ξύλου.....	41
2.1.3. Υγρού ξύλου.....	42
2.1.4. Θεριστές.....	43
2.2. Συστηματική κατάταξη και των τερμιτών.....	43
2.2.1. <i>Reticulitermes lucifugus</i> Οικογ. <i>Rhinotermitidae</i>	44
2.2.2. <i>Reticulitermes flavipes</i> Οικογ. <i>Rhinotermitidae</i>	44
2.2.3. <i>Kaloterms flavicolis</i> Οικογ. <i>Kalotermitidae</i>	45
3. Μορφολογία και Βιολογία.....	45
3.1. Αναπαραγωγικά.....	46
3.1.1. Πρωτεύοντα αναπαραγωγικά.....	46
3.1.2. Δευτερεύοντα αναπαραγωγικά.....	47
3.2. Εργάτες.....	47
3.2.1. Οπλίτες.....	48
3.3. Τροφικές προτιμήσεις.....	48
3.4. Φυσικές συνθήκες.....	50
3.5. Αποικία και κάστες.....	50
3.6. Σμηνοουργία.....	51
4. Πρόληψη των ζημιών, καταπολέμηση.....	52

4.1.Προληπτικά μέτρα.....	52
4.2.Καταπολέμηση.....	54
4.2.1.Μη χημικές μέθοδοι.....	54
4.2.2.Θερμότητα.....	54
4.2.3.Ψύξη.....	55
4.2.4.Ηλεκτροστατικό πεδίο.....	55
4.2.5.Μικροκύματα.....	55
4.2.6.Υπέρηχοι.....	56
4.2.7.Άζωτο.....	56
4.2.8.Βιολογικές μέθοδοι.....	56
4.3.Χημικές μέθοδοι.....	57
4.3.1.Τερμιτοκτόνα σκευάσματα.....	57
4.3.2.Υγρά εδάφους.....	58
4.3.3.Μη-αποθητικά.....	58
4.3.4.Εφαρμογή υγρών στο ξύλο.....	58
4.3.5.Βορικά (Borates).....	59
4.3.6.Δολώματα.....	59
4.3.7.Μέθοδος επενδύσεως (TTR).....	60

Κεφάλαιο Γ΄

1. Εισαγωγή.....	61
1.1. Ο υπαρκτός σοσιαλισμός πέτυχε στην κοινωνία των μυρμηγκιών.....	62
1.2. Και τα αρσενικά; Ζευγαρώνουν και πεθαίνουν.....	63
2. Εξάπλωση.....	64
2.1. Ταξινομικής και εξέλιξη.....	64
2.2. Η διανομή και η ποικιλομορφία.....	65
3. Περιγραφή.....	66
3.1. Μορφολογία.....	67
3.2. Άμυνας.....	68

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

4. Κοινωνικά έντομα.....	70
4.1. Αυτο-οργάνωση.....	70
4.2. Στιγμεργία.....	74
4.3. Ανάπτυξη και συγκομιδή τροφής στις αποικίες των μυρμηγκιών.....	76
5. Παρασκευές.....	80
5.1. Ιδιότητες και χρήσεις.....	81
6. Καταπολέμηση.....	82
Βιβλιογραφία.....	84

Πρόλογος

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να αναπτυχθεί ο κοινωνικός κόσμος κάποιων εντόμων που θα αναλύσουμε παρακάτω. Γραμμένα σε γλώσσα απλή περιλαμβάνει έντομα όπως την μέλισσα, το μυρμήγκι και τους τερμίτες που βρίσκονται σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Ανταρκτική και κάποια άλλα νησιά. Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα έντομα, αν οποιοσδήποτε οποιαδήποτε στιγμή έδειχνε λίγη προσοχή σε αυτά τα πλάσματα θα διέκρινε ότι το στυλ της ζωής τους διαφέρει σημαντικά από τις συνήθειες των άλλων μελών του ζωικού βασιλείου. Οι κοινωνίες τους είναι εξόχως συνεργατικές και συνεκτικές. Ταξινομούνται και περιγράφονται τα έντομα κάθε ένα ξεχωριστά και αναφέρονται : το επιστημονικό, τα κοινά ονόματα, η οικογένεια στην οποία ανήκει, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Στα πλαίσια της αναζήτησής μου για το θέμα της πτυχιακής εργασίας με βοήθησε η καθηγήτρια του τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης κ. Βασιλάκη Μαρία καθώς και την εισηγήτριά μου Δρ. Παπαδάκη Μαρία τις οποίες ευχαριστώ ιδιαίτερω για την πολύτιμη βοήθειά τους πώς να γράψω την εργασία αυτή καθώς και για τις διορθώσεις τους. Επίσης ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνάδελφους Ζαφύρη Πέτρο, Χατζηκαντή Στέργο και Νίκου Άννα για την συμπαράστασή τους με κάθε τρόπο, για την υπομονή τους όλο αυτό τον καιρό, την εμπιστοσύνη τους απέναντί μου και την ενθάρρυνσή τους στην προσπάθειά μου.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Κεφάλαιο Α΄



1. Εισαγωγή

Οι μέλισσες γενικά εμφανίστηκαν στη γη πριν από 80 εκατομμύρια χρόνια περίπου. Τα απολιθώματα που έχουν βρεθεί είναι σπάνια, και έτσι δεν μπορούν να μας δώσουν πολλές πληροφορίες για την εξέλιξή τους. Υποθέσεις που βασίζονται σε παλαιοντολογικά ευρήματα αναφέρουν ότι οι πρώτες μέλισσες εξελίχθηκαν από έντομα που έμοιαζαν με σφήκες. Την υπόθεση αυτή ενισχύει και η ύπαρξη μιας μικρής ομάδας σπάνιων, μοναχικών σφηκών της οικογένειας των *Masarinae*, οι οποίες βρίσκονται μόνο σε θερμές χώρες και τρέφονται αποκλειστικά με νέκταρ και γύρη, σε αντίθεση με τις άλλες σφήκες, που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τους σε πρωτεΐνη από ζωικής προέλευσης τροφές.

Η μέλισσα ανήκει στην ίδια ομάδα υπεροικογενειών (Κεντριοφόρα) με τα μυρμήγκια (*Formicidae*) και τις σφήκες (*Vespidae*), ενώ η οικογένεια *Apidae* περιλαμβάνει δύο υποοικογένειες τις: *Bombinae* και *Apinae*, τους βομβίνους και τις μέλισσες. Οι μέλισσες (*Apinae*) με τη σειρά τους, μπορούν να χωριστούν σ' αυτές που έχουν κεντρί (*Apini*) και σ' αυτές που δεν έχουν κεντρί (*Meliponini*).

Η κατάταξη αυτή των μελισσών βασίζεται εκτός από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και στην εξέλιξη της κοινωνικής μορφής ζωής αυτών. Έτσι τα φυλογενετικά παλαιότερα είδη μελισσών ζουν μοναχικά. Σ' αυτά το γονιμοποιημένο θήλυ κατασκευάζει μόνο του τη φωλιά του, η οποία αποτελείται από ξεχωριστά "δωμάτια". Σε κάθε "δωμάτιο" αποθηκεύει τόση τροφή, όση χρειάζεται για την ανάπτυξη της προνύμφης, και πάνω σ' αυτήν ωτοκεί ένα ωό. Συνήθως η "μητέρα" δεν έχει πια καμία επαφή με το γόνιο, ενώ τις περισσότερες φορές πεθαίνει πριν καν εμφανισθούν τα νέα ακμαία άτομα. Οι μοναχικές μέλισσες αντιπροσωπεύονται από τα γένη *Adrena* και *Megachile*. Στο γένος *Adrena* η μέλισσα κατασκευάζει μέσα στο έδαφος μια κατακόρυφη στοά, η οποία διακλαδίζεται σχηματίζοντας μικρούς χώρους ("δωμάτια"), όπου τοποθετεί από ένα ωό. Η *Megachile* ή φυλλοκόφτρα μέλισσα, όπως λέγεται, κάνει τη φωλιά της μέσα σε κούφια κλαδιά δέντρων. Τα κελιά, στα οποία τοποθετεί τα ωά, έχουν σχήμα δακτυλήθρας και κατασκευάζονται από κυκλικά κομμάτια φύλλου. Στη δεύτερη βαθμίδα φυλογενετικής εξέλιξης ανήκουν τα ημικοινωνικά έντομα, τα οποία αντιπροσωπεύονται από τους βομβίνους (γένος: *Bombus*). Σ' αυτούς τον πρώτο μήνα της

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

άνοιξης το γονιμοποιημένο θήλυ, που βγαίνει από το χειμέριο λήθαργό του, κατασκευάζει μόνο του τη φωλιά του στο χώμα, επιφανειακά ή υπόγεια, όπως και τα κελιά με κερί που εκκρίνει το ίδιο. Τα κελιά ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν είναι κυλινδρικά ή σφαιρικά. Στα κυλινδρικά αποθηκεύεται το νέκταρ, που συλλέγεται, ενώ στα σφαιρικά τοποθετούνται περισσότερα από ένα ωά ανά κελί, τα οποία αφού εφοδιαστούν και με γύρη, σφραγίζονται. Έως ότου ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους οι νέοι βομβίνοι το θήλυ παραμένει στη φωλιά ανοίγοντας κατά διαστήματα τα κελιά και εφοδιάζοντας το γόνιο με τροφή, διευρύνοντας συγχρόνως και το χώρο του κελιού ανάλογα με τις ανάγκες των αναπτυσσόμενων βομβίνων. Με την εμφάνιση αυτών, τα οποία είναι στείρα θήλεα άτομα, η "μητέρα" περιορίζεται σταδιακά στην κύρια αποστολή της, την ωοτοκία. Η νέα κοινωνία μεγαλώνει και προς το τέλος του καλοκαιριού εμφανίζονται τα σεξουαλικά ώριμα άτομα, οι νέες βασίλισσες και οι κηφήνες, που θα τις γονιμοποιήσουν. Κατά το φθινόπωρο όλα τα άτομα της κοινωνίας πεθαίνουν εκτός το νέο γονιμοποιημένο θήλυ, το οποίο θα διαχειμάσει σε κατάλληλα προφυλαγμένο μέρος, έτσι ώστε την επόμενη άνοιξη να δημιουργήσει μια νέα κοινωνία.

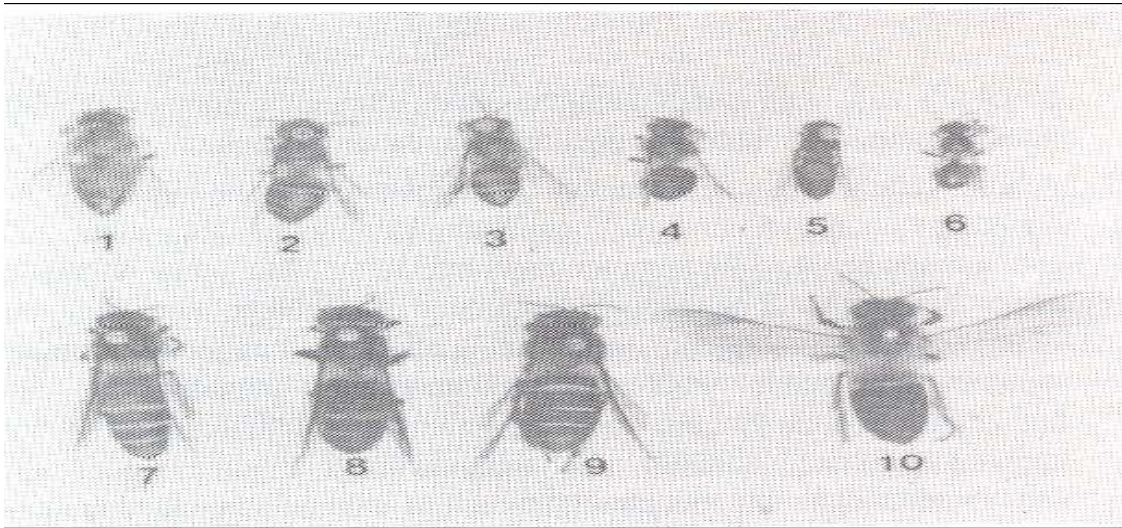
2. Συστηματική κατάταξη και φυλές των μελισσών.

Η κοινή μέλισσα *Apis mellifera* (ή *mellifica*) είναι έντομο και η συστηματική της τοποθέτησης φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Συστηματική κατάταξη της μέλισσας.

Βασίλειο	<i>Animalia</i>
Φύλο	<i>Arthropoda</i>
Κλάση	<i>Insecta</i>
Τάξη	<i>Hymenoptera</i>
Οικογένεια	<i>Apidae</i>
Γένος	<i>Apis</i>
Είδος	<i>A. mellifera Linnaeus</i>

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία στο γένος *Apis* υπάρχουν 9 είδη (Εικ. 1).



Εικόνα 1. Όλα τα αναγνωρισμένα είδη ή πιθανά είδη του γένους *Apis*. 1. *Apis mellifera*, 2. *A. koschevnikovi* (Βόρειο Βόρνεο), 3. *A. cerana* (Ινδία), 4. *A. cerana* (Μαλαϊκή Χερσόνησος), 5. *A. florum* (N. Ινδία), 6. *A. adreniformis* (Μαλαϊκή Χερσόνησος), 7. *A. dorsata* (Μαλαϊκή Χερσόνησος), 8. *A. binghami* (Νησιά Σούλα Ινδονησίας), 9. *A. breviligula* (Φιλιππίνες), 10. *A. laboriosa* (Βορειοανατολική Ινδία) (Από Otis, 1991).

***Apis dorsata* Fabricius (γιγάντια μέλισσα).**

Απαντάται σ' όλη την Ινδία και νοτιοανατολική Ασία. Δημιουργεί μεγάλο μελισσοσμήνος κα ανοικτή φωλιά και σε υψόμετρο μικρότερο από 1250m. Συζευγνύεται μετά τη δύση του ηλίου.

***Apis laboriosa* F. Smith (γιγάντια μέλισσα).**

Είναι η μεγαλύτερη μέλισσα στον κόσμο. Ζει σε μεγάλο υψόμετρο μεταξύ 1200 και 4100m στο Νεπάλ. Το μεγάλο της μέγεθος ο σκοτεινός χρωματισμός και το μακρύ τρίχωμα είναι προσαρμογές για να μπορεί να επιζήσει στο μεγάλο υψόμετρο των Ιμαλαίων (Sakagami και συνεργάτες 1980). Η ικανότητα της να μπορεί να ρυθμίσει τη θερμοκρασία στην ανοικτή φωλιά της είναι άξια θαυμασμού.

***Apis binghami* Cockerell (γιγάντια μέλισσα).**

Απαντάται στα νησιά Σούλα και Μπούντουνγκ της Ινδονησίας. Είναι μαύρη μέλισσα με ευκρινείς λευκές ζώνες στην κοιλιά. Οι συλλέκτριες της *A. binghami* Cockerell εκτελούν πτήση βραδινές ώρες.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

***Apis breviligula* Maa (γγάνιτα μέλισσα).**

Απαντάται στις Φιλιππίνες, είναι παρόμοια με την *A. binghami* όμως με ελαφρά κοντύτερο σώμα, φαρδύτερο θώρακα και σημαντικά κοντύτερα στοματικά μόρια. Υπάρχουν ακόμα αντιρρήσεις για το αν η *A. binghami* και *A. breviligula* αποτελούν ξεχωριστά είδη από εκείνης της *A. dorsata* γιατί δεν υπάρχουν στοιχεία για την αναπαραγωγική της απομόνωση η οποία αποτελεί το βασικό κριτήριο για τον καθορισμό του είδους.

***Apis mellifera* L. (Κοινή ή δυτική μέλισσα).**

Απαντάται σε όλες τις ηπείρους.

***Apis cerara* (ή *A. Indica*) *Fabricius* (Ινδική μέλισσα).**

Απαντάται στη Νότιο ανατολική Ασία. Είναι μέλισσα παρόμοια με την *A. mellifera* αλλά λίγο μικρότερη στο μέγεθος. Την εκμεταλλεύονται εμπορικά στην Ινδία και άλλα μέρη της Ασίας. Το μελισσοσμήνος μικρό σε μέγεθος σπάνια αποθηκεύει περισσότερο από 5-8kgρ μέλι το χρόνο.

***Apis koschevnikoyi* *Buttel – Reepen* (Κόκκινη μέλισσα).**

Απαντάται στα νησιά Βόρνεο και Σουμάτρα. Έχει χρώμα κόκκινο – κίτρινο και δημιουργεί φωλιές σε κοιλώματα.

***Apis florea* *Fabricius* (Νάνος μέλισσα).**

Απαντάται στην Ταϊλάνδη, Μαλαισία, και όλη την Ινδοκίνα. Κτίζει τη φωλιά της στο ύπαιθρο (ανοικτό χώρο).

***Apis adreniformis* *Smith* (Νάνος μέλισσα).**

Απαντάται στη Σουμάτρα, Ιάβα, Βόρνεο και σε όλη την Ινδοκίνα (Χαριζάνης Π., 1996).

2.1. *Apis mellifera* (Linnaeus 1758) – Κοινή μέλισσα

Το είδος αυτό του γένους *Apis* είναι το πολυπληθέστερο και πιο εξαπλωμένο είδος μέλισσας. Ευρώπη, Αμερική, Αυστραλία, Αφρική και Εγγύς Ανατολή είναι οι περιοχές εξάπλωσης της *A. mellifera*.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Εάν θεωρηθεί δεδομένο ότι όλα τα είδη μελισσών έχουν τροπική καταγωγή για να μπορέσουν να επιβιώσουν και επεκταθούν στην εύκρατη ζώνη θα έπρεπε να προσαρμόσουν ανάλογα το βιολογικό τους κύκλο.

Έτσι μειώθηκε πρώτα από όλα η τάση εγκατάλειψης της φωλιάς, περιορίστηκε η περίοδος σμηνουργίας μόνο κατά την Άνοιξη, όπως και ο αριθμός των «αφεσμών», η κοινωνία έγινε πολυπληθέστερη και άρχισε να αποθηκεύει μεγαλύτερες ποσότητες τροφών.

Κατά τη διάρκεια αυτής της εξελικτικής προσαρμογής δημιουργήθηκε ένας μεγάλος αριθμός από φυλές, οι οποίες αναπτύσσοντας συγκεκριμένες συνήθειες, εγκλιματίστηκαν αλλά και επικράτησαν στην εύκρατη και τροπική ζώνη. Οι φυλές αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε 3 μεγάλες ομάδες, την ομάδα της Εγγύς Ανατολής, της Τροπικής Αφρικής και της Μεσογείου.

Παρακάτω αναφέρονται στοιχεία για τις φυλές της *A. mellifera* οι οποίες έχουν απομονωθεί στην Ελλάδα και στις γειτονικές μ' αυτήν χώρες.

2.2.A.mellifera carnica (Pollman, 1879) – Καρνιολική μέλισσα.

Απαντάται στη Ρωσία (Καρπάθια), Αυστρία, Γιουγκοσλαβία, Δαλματικές ακτές, Ουγγαρία, Αλβανία και Ιόνια Νησιά.

Είναι μαύρη μέλισσα με κοντές τρίχες, οι οποίες είναι γκρίζες στους κηφίνες. Υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία ανάμεσα στα άτομα της φυλής, διαμορφώνοντας έτσι γεωγραφικής σημασίας οικότυπους με ξεχωριστά χαρακτηριστικά (Άλπεις, Δαλματία, Ιόνιο). Θεωρείται από τις μεγαλύτερες σε μέγεθος μέλισσες, μαζί με την *A. mellifera mellifera*, ενώ το μήκος της προβοςκίδας της φτάνει τα 6,4 - 6,8 χιλ. (Εικ. 2).



Εικόνα 2. Εργάτρια μέλισσα της *A.mellifera carnica* (Φωτ. του H. Maag).

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Είναι προσαρμοσμένη να ζει σε περιοχές με μεγάλης διάρκειας και βαρείς χειμώνες οι οποίοι εναλλάσσονται απότομα με ξηρά και ζεστά καλοκαίρια. Στις περισσότερες περιοχές ο γόνος σταματά από τέλη Σεπτεμβρίου μέχρι το Φεβρουάριο – Μάρτιο. Η ανάπτυξη την άνοιξη είναι πολύ γρήγορη («ανοιξιάτικη μέλισσα»). Το καλοκαίρι η ποσότητα του γόνου που εκτρέφεται είναι ανάλογη με τις διαθέσιμες πηγές γύρης και νέκταρος. Η χρησιμοποίηση της πρόπολης είναι ελάχιστη όπως και η παραπλάνηση της. Έχει μεγάλη ικανότητα στον εντοπισμό της ακριβούς θέσης ενός αντικειμένου. Έχει έντονη την τάση για σμηνοργία, τάση όμως η οποία μπορεί να ελεγχθεί γενετικά. Αντίθετα η τάση για λεηλασία είναι σχεδόν ανύπαρκτη.

Η καρνιολική μέλισσα παρουσιάζει ανθεκτικότητα στις ασθένειες του γόνου. Εξαιτίας των καλών χαρακτηριστικών της *A.mellifera carnica* έχει αντικαταστήσει την *A.mellifera mellifera* στην Κ. Ευρώπη.

2.3.4. *A. mellifera macedonica* (spp. Nova) – Μακεδονική μέλισσα

Απαντάται στη Β. Ελλάδα, Θράκη, Βουλγαρία, Ν. Γιουγκοσλαβία, Ρουμανία και Ρωσία.

Σε σχέση με την καρνιολική μέλισσα είναι μικρότερου μεγέθους με κοντό επίσης τρίχωμα, αλλά μεγαλύτερο μήκος προβοσκίδας. Ο χρωματισμός είναι επίσης σκούρος. Η βασίλισσα της *A. mellifera macedonica* φαίνεται στην Εικόνα 3 και ο κηφήνας της *A. mellifera macedonica* φαίνεται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 3. Βασίλισσα Μακεδονικής φυλής **Εικόνα 4.** Κηφήνας Μακεδονικής φυλής

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Μέλισσα η οποία διατηρεί μεγάλους πληθυσμούς και κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η ανάπτυξη της είναι αργή την άνοιξη, ενώ ο γόνος μειώνεται αργά το καλοκαίρι. Συλλέγει μεγάλες ποσότητες πρόπολης, δεν παρουσιάζει έντονη τάση για σμηνουργία, και θεωρείται η πιο «ευγενική» μέλισσα. Παρουσιάζει ευαισθησία στην προσβολή από νοσεμίαση. Έτσι μελισσοσμήνη μακεδονικής φυλής που μεταφέρθηκαν στην Ευρώπη διέρχονται το χειμώνα με επιτυχία στην Αγγλία, ενώ αντίθετα στη Γερμανία και Αυστρία χάθηκαν από νοσεμίαση.

2.4. *Apis mellifera cecropia* (Kiesenwetter, 1869) – Κεκρόπια μέλισσα

Η κεκρόπια μέλισσα απαντάται στην Ελλάδα προς βορρά έως τα Ιωάννινα, Μέτσοβο και Καλαμπάκα ενώ προς νότο έως την Πελοπόννησο.

Είναι μεγαλύτερη μέλισσα σε μέγεθος και από την καρνιολική και από τη μακεδονική μέλισσα όπως έχει και μεγαλύτερη προβοσκίδα. Ο χρωματισμός της είναι ανοικτότερος από τις παραπάνω.

Δεν υπάρχουν βιβλιογραφικά στοιχεία για τη βιολογία της κεκρόπιας μέλισσας αλλά δυστυχώς ούτε και αποτελέσματα έρευνας από Έλληνες επιστήμονες.

2.5. *Apis mellifera adami* (Ruttner, 1975) – Κρητική μέλισσα

Περιοχή εξάπλωσης είναι η Κρήτη. Σε δείγματα που συλλέχθηκαν από τον Br. Adam το 1952 διαπιστώθηκε ότι η Κρητική μέλισσα δεν παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά με τις μέλισσες της Ηπειρωτικής Ελλάδας αλλά με τις μέλισσες της Ανατολικής και κυρίως με την *A. mellifera syriaca*.

Οι εργάτριες μέλισσες αυτής της φυλής είναι δευτερες σε μέγεθος μετά τις εργάτριες της *A. mellifera caucasica*. Έτσι είναι μεγαλύτερη σε μέγεθος (αλλά μικρότερα φτερά) και πιο σκοτεινό χρωματισμό σώματος από την *A. mellifera ligustica*, αν και ζει πιο νότια απ' αυτή. Γενικά ο χρωματισμός του σώματος ποικίλλει με σταθερό όμως χαρακτηριστικό το σκοτεινό θώρακα. Οι κηφήνες είναι χαρακτηριστικά μικρού μεγέθους με χρωματισμό σώματος ομοιόμορφα σκοτεινό.

Διέρχεται το χειμώνα με επιτυχία ακόμα και σε ψυχρά εύκρατα κλίματα. Η εκτροφή του γόνου συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα ενώ παρουσιάζει έντονη

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

ανάπτυξη από το Φεβρουάριο και μετά φτάνοντας κατά το Μάιο σε 14-18 πλαίσια γόνου. Η τάση σημιουργίας είναι έντονη (60-200 βασιλικά κελιά ανά μελισσοσμήνος).

Αν και κάτω από φυσιολογικές συνθήκες παραμένει σχετικά ήρεμη κατά την επιθεώρηση, γίνεται ιδιαίτερα επιθετική όταν οι συνθήκες γίνουν δυσμενείς (π.χ. στο ψυχρό κλίμα της Αγγλίας ή εξαιτίας της παρουσίας εχθρού).

2.6. *Apis mellifera ligustica* (Spinola, 1806) – Κίτρινη ή Ιταλική μέλισσα.

Η «κίτρινη» μέλισσα είναι η πιο διαδεδομένη φυλή μέλισσας στον κόσμο. Περιοχές εξάπλωσης είναι κυρίως Ιταλία, Αμερική και Ιόνια νησιά.

Είναι μικρότερη σε μέγεθος από την μαύρη μέλισσα ενώ μοιάζει ιδιαίτερα με την καρνιολική. Στο χρωματισμό του σώματος της υπερτερεί το κίτρινο, έχει μακριά προβοσκίδα (6,3-6,6mm) τρίχωμα πιο κοντό και κοντή και πλατιά κοιλιά.

Η βασίλισσα της *A.mellifera ligustica* φαίνεται στην Εικόνα 5.



Εικόνα

5.

Βασίλισσα

Ιταλικής

φυλής.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Παρουσιάζει ικανοποιητική προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος, παραμένει ήσυχη επάνω στο πλαίσιο, ενώ δεν θεωρείται επιθετική μέλισσα. Έχει την τάση να αναπτύσσει μεγάλους πληθυσμούς και να αποθηκεύει πολύ μέλι. Δεν σμηνουργεί εύκολα και ο ρυθμός ωοτοκίας αρχίζει να αυξάνεται σιγά σιγά την άνοιξη, φτάνοντας στο υψηλότερο σημείο του κατά το Μάιο. Από εκεί και πέρα διατηρείται επίσης σε υψηλά επίπεδα έως και το φθινόπωρο ενώ διέρχεται το χειμώνα εύκολα διατηρώντας το γόνο. Η ωοτοκία σταματά για ένα μικρό χρονικό διάστημα μόνο κατά το τέλος του χρόνου (Δεκέμβριο – Ιανουάριο).

Συλλέγει μικρή ποσότητα πρόπολης. Ο χορός επικοινωνίας διαφέρει από τον αντίστοιχο άλλων φυλών μελισσών έχοντας σχήμα «δρεπανιού» και θεωρείται ενδιάμεσος μεταξύ κυκλικού και μεικτού χορού. Δίνει πληροφορίες για ανθοφορίες που δεν βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από την κυψέλη. Γενικά η Ιταλική μέλισσα δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί μεγάλης ακτίνας περιοχή συλλογής (είναι μέλισσα μικρών αποστάσεων σε αντίθεση με την *A. mellifera carnica*). Σαν κύρια πληροφορία για την συλλογή χρησιμοποιεί το χρώμα και όχι το σχήμα ή τη θέση της τροφής σε σχέση με την κυψέλη. Παραπλανάται εύκολα.

2.7.A. *mellifera cypria* (Pollman, 1879) – Κυπριακή μέλισσα

Περιοχή εξάπλωσης είναι η Κύπρος.

Η εμφάνισή της θα μπορούσε να χαρακτηριστεί εξωτική. Μορφολογικά μοιάζει με τις γειτονικές φυλές μελισσών *A. mellifera syriaca* και *A. mellifera anatoliaca*.

Αν και μικρότερη σε μέγεθος απ' αυτές έχει μεγαλύτερα πόδια και προβοσκίδα. Όσον αφορά το χρωματισμό ζώνες κίτρινες και καροτοπορτοκαλί εναλλάσσονται στο θώρακα και στην κοιλιά, τόσο των εργατριών όσο και των κηφήνων. Αν και ζει σε υποτροπικό κλίμα μπορεί να συναγωνιστεί στην επιτυχία κατά τη διέλευση του χειμώνα πολλές άλλες φυλές μελισσών ευκράτων κλιμάτων. Η εκτροφή του γόνου διατηρείται σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα μέχρι το φθινόπωρο, ενώ συλλέγει μεγάλες ποσότητες μελιού, πολύ από το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτροφή αυτού του γόνου. Παρουσιάζει έντονη τάση για σμηνουργία (περισσότερα από 40 βασιλικά κελιά ανά μελισσοσμήνος).

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Είναι πολύ επιθετική ακόμα και όταν χρησιμοποιείται καπνός, γεγονός που αποτελεί και τον περιοριστικό παράγοντα στην διάδοσή της.

2.8.A.mellifera syriaca (Butte – Reepen, 1906) – Συριακή μέλισσα.

Απαντάτε στις χώρες Ισραήλ, Ιορδανία, Λίβανος, Συρία.

Είναι η μικρότερη σε μέγεθος μέλισσα από όσες έχουν αναφερθεί. Μόνο στην Αφρική υπάρχουν φυλές μελισσών μικρότερες από αυτή. Το μικρό μέγεθος της Συριακής μέλισσας εκφράζεται και από τον αριθμό εργατικών κελιών που κτίζει ανά τετραγωνική παλάμη ο οποίος ανέρχεται σε 484 εργατικά κελιά /dm³ σε αντίθεση με 427 εργατικά κελιά /dm³ των Ευρωπαϊκών μελισσών.

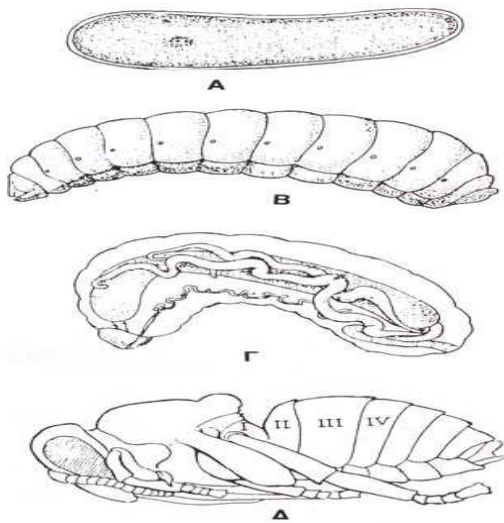
Όπως είναι φυσικό δεν είναι ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες. Συλλέγει μεγάλες ποσότητες μελιού και έχει έντονη τάση για σμηνουργία (200-300 βασιλικά κελιά) ανά μελισσοσμήνος. Δεν συλλέγει ούτε χρησιμοποιεί πολύ πρόπολη. Έχει αναπτύξει επιτυχείς μηχανισμούς άμυνας (μείωση ως τέλεια απουσία πτήσεων συλλογής) για την αντιμετώπιση της σφήκας *Vespa orientalis*. Είναι ιδιαίτερα επιθετική, ακολουθεί το αίτιο της ενόχλησης (π.χ. άνθρωπο) έως και 500m μακριά από την κυψέλη και μπορεί επίσης να επιτεθεί και σε μεγάλα ζώα και να τα σκοτώσει.

Το χαρακτηριστικό που κάνει μοναδική τη Συριακή μέλισσα είναι ότι κατά την αντικατάσταση της βασίλισσας στο μελισσοσμήνος, ζουν πολλές μη συζευγμένες βασίλισσες έως ότου κάποια από αυτές γονιμοποιηθεί επιτυχώς και αρχίσει την ωοτοκία. Με δεδομένο ότι στις Ευρωπαϊκές κυρίως φυλές μελισσών, κατά την αντικατάσταση των βασιλισσών, ένα ποσοστό 30% αυτών χάνεται κατά την «γαμήλια πτήση» με αποτέλεσμα το μελισσοσμήνος να μένει ορφανό, χωρίς τη δυνατότητα παραγωγής άλλων βασιλικών κελιών, το χαρακτηριστικό αυτό της Συριακής μέλισσας αποκτά ιδιαίτερη και μοναδική σημασία. Έτσι λοιπόν από το 1906 έχει εισαχθεί η Συριακή μέλισσα στις ΗΠΑ και χρησιμοποιούνται σε ερευνητικά προγράμματα, τα οποία σκοπό έχουν να κατανοήσουν οι επιστήμονες και να εντοπίσουν το μηχανισμό που οδηγεί σ' αυτή τη συμπεριφορά, έτσι ώστε ίσως να γίνει δυνατή η μεταφορά του και σε άλλες φυλές μελισσών. (Γούναρη Σ., 1995).

3.Βιολογία της Μέλισσας.

3.1 Βιολογικός Κύκλος.

Η μέλισσα για να ολοκληρώσει την ανάπτυξη της και να γίνει ενήλικη (imago) διέρχεται πρώτα από 3 άλλα στάδια : του αυγού, της προνύμφης (larva) και της νύμφης ή πλαγγόνας (pupa) (Εικ. 6).



Εικόνα 6. Τα ανήλικα στάδια της μέλισσας. Α, αυγό. Β και Γ, προνύμφη. Δ, πλαγγόνα (νύμφη) (Από Snodgrass, 1975).

Η βασίλισσα ωοτοκεί σε βασιλικά κελιά, σε κελιά εργατριών ή κηφήνων. Τα γονιμοποιημένα αυγά αναπτύσσονται είτε σε εργάτριες είτε σε βασίλισσες ενώ τα αγονιμοποίητα αυγά σε κηφήνες. Κατά το στάδιο της προνύμφης η μέλισσα τρέφεται γι αυτό σ' αυτό το στάδιο αναπτύσσεται πολύ γρήγορα και αποκτά μεγάλο βάρος. Αυτές οι αλλαγές συμβαίνουν όταν τα κελιά είναι ασφράγιστα ενώ μετά το σφράγισμα των κελιών ακολουθεί η ανάπτυξη της προνύμφης και η μεταμόρφωση σε νύμφη. Όταν η ανάπτυξη ολοκληρωθεί τότε η μέλισσα μέσα από το κελί ανοίγει το σφράγισμα και εξέρχεται. Για να ολοκληρωθεί η ανάπτυξη της μέλισσας από αυγό μέχρι το ενήλικο απαιτούνται για τη βασίλισσα 16 ημέρες, για την εργάτρια 21 ημέρες, ενώ για τον κηφήνα 24 μέρες. Ο ακριβής χρόνος ανάπτυξης, καθώς και η ποιότητα της εκκολαπτόμενης μέλισσας εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη θρέψη και τη φυλή της. Ο βιολογικός κύκλος της μέλισσας φαίνεται συνοπτικά στον Πίνακα II. (Χαριζάνης Π., 1996).

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.



Εικόνα 7. Το ανήλικο στάδιο της μέλισσας, πλαγγόνα (νύμφη).



Εικόνα 8. Το τελικό στάδιο της μέλισσας (ακμαίο).

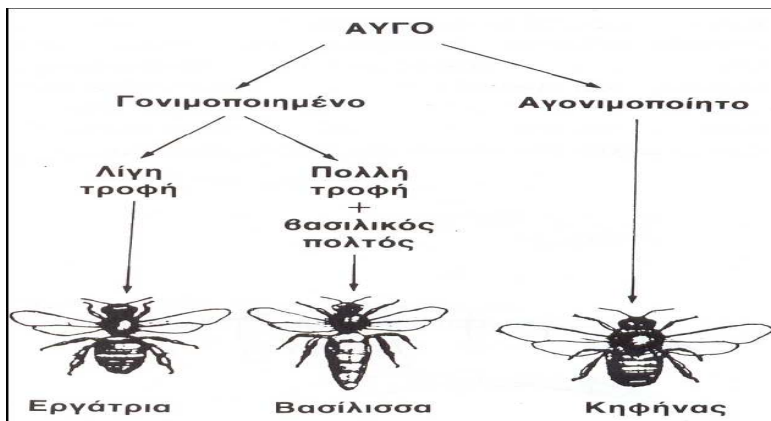
Πίνακας 2. Χρόνος (μέρες) που απαιτείται για την ανάπτυξη κάθε ατελούς σταδίου στη μέλισσα (Από Morse και Flottum, 1985).

Αυγό	Προνύμφη		Νύμφη	Σύνολο
Βασίλισσα	3	5,5	7,5	16
Εργάτρια	3	6	12	21
Κηφήνας	3	6,5	14,5	24

3.2. Διαφοροποίηση των τριών βιολογικών μορφών στη μέλισσα.

Η διαφοροποίηση στη μέλισσα μπορεί να εκφραστεί απλά: από αγονιμοποίητο αυγό προέρχεται ο κηφήνας, ενώ από γονιμοποιημένο αυγό εργάτρια ή βασίλισσα (Εικ. 9). Αυτό εξαρτάται από τον τύπο του κελιού στο οποίο έχει ωτοκηθεί το αυγό και από διάφορους παράγοντες θρέψης της προνύμφης.

Ένα αυγό που ωτοκείτε σε εργατικό κελί μπορεί να μεταφερθεί σε βασιλικό κελί και με κατάλληλες συνθήκες να αναπτυχθεί σε βασίλισσα και αντιθέτως, ένα αυγό που ωτοκήθηκε σε βασιλικό κελί μπορεί να μεταφερθεί σε εργατικό κελί και εκεί να αναπτυχθεί σε εργάτρια. Όμως ενώ ο τύπος του κελιού είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη εργατριών ή βασιλισσών, από μόνος του δεν μπορεί να εξηγήσει το μηχανισμό που καθορίζει εάν θα αναπτυχθεί ένα γονιμοποιημένο αυγό σε εργάτρια ή βασίλισσα. Ίσως η ποιότητα και η ποσότητα της τροφής που δίδεται στην αναπτυσσόμενη προνύμφη καθορίζει τη μορφή και οι παράγοντες θρέψης ενεργούν μέσω συστήματος ορμονών της προνύμφης.



Εικόνα 9. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαφοροποίηση ενός αυγού που ωτοκείτε από μια βασίλισσα (Από Winston, 1987).

Ο βασιλικός πολτός διαφέρει από τον εργατικό πολτό επειδή περιέχει περισσότερες εκκρίσεις του σαγονικού αδένου. Από χημικές αναλύσεις που έγιναν βρέθηκε ότι ο βασιλικός πολτός περιέχει 10 φορές περισσότερο παντοθενικό οξύ και 18 φορές περισσότερη βιοπτερίνη απ' ό,τι ο εργατικός πολτός. Επομένως υπάρχουν οι ίδιες πιθανότητες από το ίδιο αυγό να προέλθει εργάτρια ή βασίλισσα, ενώ η θρέψη με τη μεσολάβηση της νεανικής ορμόνης (juvenile hormone) αποφασίζει ποια μορφή θα

αναπτυχθεί. Τα άτομα που πρόκειται να γίνουν βασίλισσες τρέφονται με βασιλικό πολτό, ο οποίος είναι ειδικά πλούσιος σε προϊόντα του σιαγονικού αδένου και ζάχαρα, τα οποία είναι φαγοδιεγερτικά. Η ποιότητα της τροφής καθώς και η ποσότητα που καταναλώνεται επηρεάζουν την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων νεανικής ορμόνης, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της προνύμφης που είναι το κρίσιμο σημείο και που έχει σαν αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της προνύμφης σε βασίλισσα. Οι προνύμφες εργατριών εκτρέφονται με εκκρίσεις του υποφαρυγγικού αδένου κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών του προνυμφικού σταδίου, ενώ κατά τη διάρκεια των επομένων ημερών της διατροφής προστίθεται περισσότερο μέλι και γύρη και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παράγονται λιγότερες ποσότητες νεανικής ορμόνης (J. H.) όταν η προνύμφη είναι ηλικίας 3-5 ημερών με αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της προνύμφης σε εργάτρια. Προνύμφες που μεταφέρονται από ένα κελί σε άλλο, όταν είναι ηλικίας 3 μέχρι 4 ημερών αναπτύσσονται σε ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ βασίλισσας και εργατριάς (intercasts).

Αυτά τα άτομα είναι εργάτριες που μοιάζουν με βασίλισσες ή βασίλισσες που μοιάζουν με εργάτριες. Για παράδειγμα προνύμφες που μεταφέρονται από τα εργατικά σε βασιλικά κελιά κατά τη διάρκεια αυτής της ηλικίας μπορεί να αναπτυχθούν ενήλικα που μοιάζουν με βασίλισσες αλλά έχουν και χαρακτηριστικά εργατριών, όπως καλαθάκια γύρης κεντρί με άγκιστρα και σαγόνια εργατριάς. Συγχρόνως τα χαρακτηριστικά της βασίλισσας μειώνονται, δηλαδή έχει μικρότερο αριθμό οβαριολών, μικρότερη σε μέγεθος σπερματοθήκη και ζυγίζει λιγότερο, από μια κανονική βασίλισσα (Χαριζάνης Π., 1996)

3.3.Η βασίλισσα

Η βασίλισσα (Εικ. 10) διακρίνεται εύκολα από τους κηφήνες και τις εργάτριες, γιατί είναι πιο μεγαλόσωμη από τις άλλες μορφές (Εικ. 11). Έχει μακριά κοιλιά, κοντά φτερά, κοντή προβοσκίδα, έχει κεντρί, δεν έχει αδένες παραγωγής κεριού και όργανα συλλογής και μεταφοράς νέκταρος και γύρης, ενώ μπορεί να ζήσει έως και 5 χρόνια. Ωτοκεί κατά μέσο όρο 1500 αυγά την ημέρα, την άνοιξη και το καλοκαίρι και μέχρι 200.000 αυγά περίπου ετησίως (Winston 1987).

Δεν συλλέγει τροφή, ούτε ασχολείται με άλλες εργασίες στο μελισσοσμήνος, και ακολουθείται πάντα από ένα αριθμό εργατριών που τη φροντίζουν. Παράγει χημικές

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

ουσίες (φερομόνες), με τις οποίες κρατά σε συνοχή το μελισσοσμήνος, ενώ διατηρεί τη χαρακτηριστική οργάνωση του μελισσοσμήνους και ρυθμίζει τη λειτουργία του. Χαρακτηριστικά του μελισσοσμήνους όπως η επιθετικότητα, η παραγωγικότητα, η προδιάθεση για ασθένειες και η τάση για σμηνουργία εξαρτώνται από τη γενετική του σύσταση. Είναι το μόνο θηλυκό άτομο που συζευγνύεται συνήθως με 8-12 κηφήνες και φέρει ειδικό όργανο αποθήκευσης του σπέρματος (σπερματοθήκη).

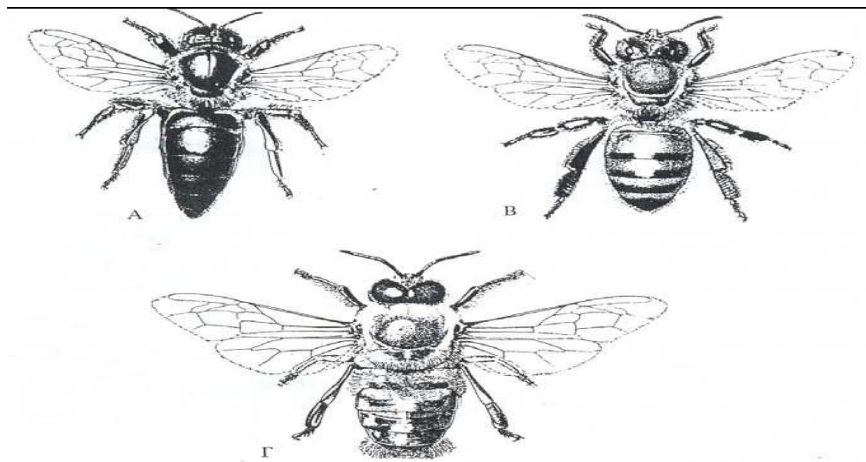
Ο αριθμός των αυγών που ωοτοκεί η βασίλισσα εξαρτάται από την ηλικία της. Οι εργάτριες συνήθως την αντικαθιστούν κάθε 3-5 χρόνια ενώ ο μελισσοκόμος κάθε 1-2 χρόνια. (Θρασυβούλου Α., 1998)



Εικόνα 10. Νέα βασίλισσα .

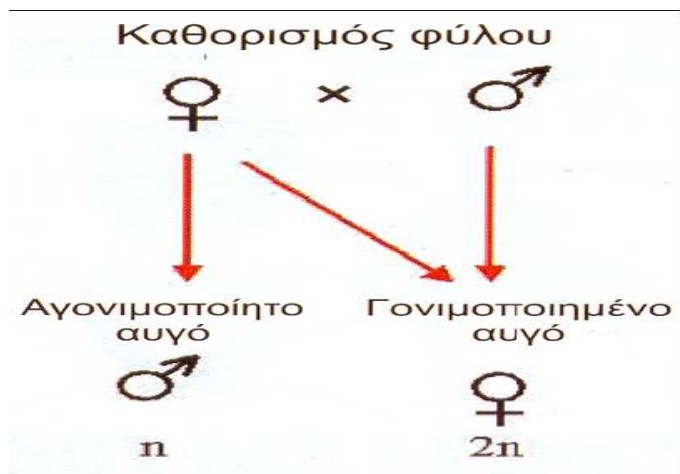
3.4. Το γονίδιο που καθορίζει το φύλο στη μέλισσα.

Γενικότερα στις μέλισσες, τις σφήκες και τα μυρμήγκια σε έντομα δηλαδή που ανήκουν στην τάξη των Υμενοπτέρων, το γονιμοποιημένο αυγό εξελίσσεται σε θηλυκό άτομο ενώ το αγονιμοποίητο σε αρσενικό. Αυτός ο τρόπος αναπαραγωγής διακρίνει το 20% των ζωικών οργανισμών.



Εικόνα 11. Οι τρεις βιολογικές μορφές σε μια κοινωνία μελισσών: Α βασίλισσα, Β εργάτρια, Γ κηφήνας (Από Dade, 1985).

Από τα δεδομένα που υπάρχουν προκύπτει το εξής: τα θηλυκά άτομα παίρνουν μια σειρά γονιδίων (είναι τα τμήματα του DNA που ελέγχουν τα διάφορα γνωρίσματα) από το θηλυκό γονέα και μια σειρά γονιδίων από τον αρσενικό γονέα (Εικ. 12).



Εικόνα 12. Τα θηλυκά άτομα έχουν μια σειρά γονιδίων από τον θηλυκό γονέα και μια σειρά από τον αρσενικό γονέα (2n). Τα αρσενικά άτομα μία μόνο σειρά από τη μητέρα τους (n).

Δηλαδή εάν υπάρχει μια ή δύο σειρές γονιδίων καθορίζει αν το άτομο είναι θηλυκό ή αρσενικό.

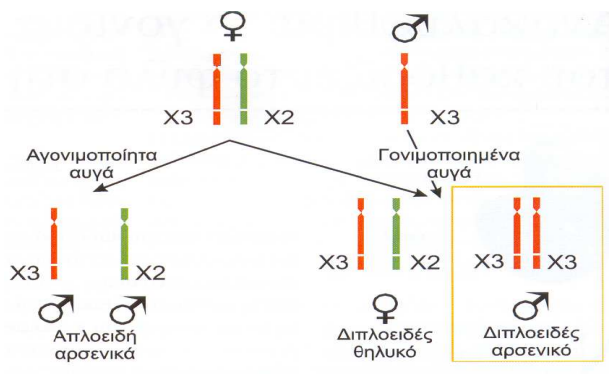
Σε πολλά από τα Υμενόπτερα, η περίπλοκη κοινωνική ζωή τους οφείλεται σε ένα «γονίδιο» το *csd* (complementary sex determiner – συμπληρωματικός καθοριστής του φύλου). Στις μέλισσες αυτό το γονίδιο λειτουργεί ως πρωτεύων σήμα για τον καθορισμό του φύλου. Έτσι για να εξελιχθεί ένα άτομο σε θηλυκό χρειάζεται δύο διαφορετικές «εκδοχές» του γονιδίου αυτού, ενώ το γόνιμο αρσενικό άτομο έχει ένα μόνο αντίγραφο.

Περιστασιακά όταν προκύπτει από γονιμοποιημένο αυγό αρσενικό άτομο έχει δύο αντίγραφα αλλά της ίδιας «εκδοχής» αυτού του γονιδίου και είναι στείρο.

Εδώ προκύπτει το ερώτημα γιατί υπάρχει αυτός ο τρόπος αναπαραγωγής που δίνει χωρίς γονιμοποίηση αρσενικά άτομα;

Ενδεχομένως ευνοούνται τα θηλυκά άτομα που δεν βρίσκουν αρσενικά και έτσι ωοτοκούν αρσενικά χωρίς γονιμοποίηση για να γονιμοποιηθούν μαζί τους.

Το γεγονός όμως αυτό έχει το αντίτιμο του. Δηλαδή εάν η βασίλισσα συζευχθεί με τον αρσενικό απόγονό της ή πρόγονο, που έχει την ίδια εκδοχή του γονιδίου *csd*, οι μισοί μετέπειτα απόγονοι της θα εξελιχθούν σε στείρα αρσενικά τα οποία οι εργάτριες θα καταστρέψουν (Εικ.13). Είναι άγνωστο γιατί δύο αντίγραφα της ίδιας εκδοχής του γονιδίου *csd* δεν μπορούν να συνυπάρξουν.



Εικόνα 13. Τα γόνιμα θηλυκά άτομα έχουν δυο διαφορετικά χρωμοσώματα (X3, X2) που το κάθε ένα φέρει διαφορετική εκδοχή του γονιδίου *csd*. Τα αρσενικά που προκύπτουν με δυο ίδια χρωμοσώματα X3 (ένα από τον θηλυκό γονέα και ένα από τον αρσενικό) έχουν δυο φορές την ίδια εκδοχή του γονιδίου *csd*, είναι στείρα άτομα και καταστρέφονται από τις εργάτριες.

Το πρόβλημα αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τις διασταυρώσεις που γίνονται ελεγχόμενα. Η φύση έχει προνοήσει έτσι ώστε η βασίλισσα να συζευγνύεται με πολλούς κηφίνες και η πιθανότητα, δεδομένου ότι υπάρχουν 19 μορφές *csd*, να βρεθούν δύο αντίγραφα της ίδιας «εκδοχής» ελαττώνεται.

Σε διασταυρώσεις λοιπόν που έχουν στόχο τη γενετική βελτίωση θα πρέπει να γονιμοποιείται η βασίλισσα με «ξένους» κηφίνες (Μπουγά Μ., 2004).

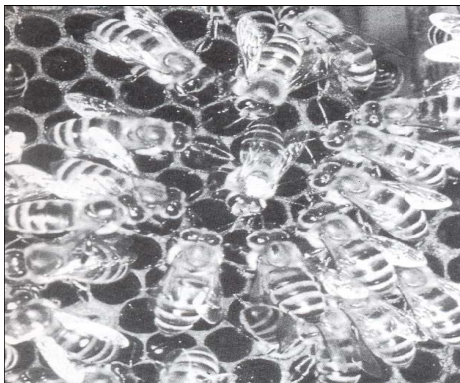
3.5.Η μεταβίβαση των κληρονομικών ιδιοτήτων μέσα στο μελισσοσμήνος.

Η μεταβίβαση των κληρονομικών ιδιοτήτων (γονιδίων) στην περίπτωση του είδους της *A. mellifera* και σε επίπεδο πολυκύτταρου οργανισμού συντελείται με τα θηλυκά και τα αρσενικά γαμετικά κύτταρα (ωάρια και σπέρμια).

Η μεταβίβαση αυτή γίνεται αφενός προς τους θηλυκούς απογόνους (εργάτριες και νέες βασίλισσες), με συμμετοχή της βασίλισσας και των κηφήνων με τους οποίους αυτή είχε συζευχθεί και αφετέρου προς τους αρσενικούς απογόνους (κηφήνες) αλλά μόνο από τη βασίλισσα.

Αυτό σημαίνει ότι οι κηφήνες απόγονοι της βασίλισσας, δεν κληρονομούν καμία απολύτως ιδιότητα από τους κηφήνες με τους οποίους έχει συζευχθεί η βασίλισσα.

Σε ότι αφορά τη μεταβίβαση των κληρονομικών ιδιοτήτων από τις ωοτόκες εργάτριες, αυτή συντελείται αναγκαστικά και μόνο με τα θηλυκά γαμετικά κύτταρα (ωάρια) κατ' αποκλειστικότητα προς τους κηφήνες απογόνους τους, καθώς οι εργάτριες του μελισσοσμήνους, απόγονοι μίας συγκεκριμένης κάθε φορά βασίλισσας, έχουν κληρονομικές ιδιότητες επιπλέον και από τους κηφήνες με τους οποίους είχε συζευχθεί η βασίλισσα. Στο σύνολο του ο πληθυσμός των κηφήνων του μελισσοσμήνους, από ωοτόκες εργάτριες (Εικ. 14) εκφράζει τις κληρονομικές ιδιότητες του μελισσοσμήνους, δηλαδή και αυτές της γονέα βασίλισσας και των επί μέρους γονέων κηφήνων, το σπέρμα των οποίων φέρει η συζευγμένη βασίλισσα στη σπερματοθήκη της. (Υφαντίδης Μ., 2004).



Εικόνα 14. Ωοτόκος εργάτρια (ψευδοβασίλισσα) της *A. mellifera capensis* με λευκό χρώμα στο θώρακα της, ανάμεσα στη συνοδεία της από άλλες εργάτριες (Φωτογραφία από Ruttner, 1988).

4.Σμηνουργία

Η σμηνουργία είναι ο μοναδικός τρόπος φυσικού πολλαπλασιασμού του μελισσοσμηνούς. Είναι ένστικτο το οποίο επηρεάζεται από εσωτερικούς παράγοντες όπως η φυλή των μελισσών, η ηλικία της βασίλισσας, η επάρκεια ή μη χώρου και η θερμοκρασία του μελισσοσμηνούς. Επηρεάζεται επίσης σημαντικά από εξωτερικούς παράγοντες όπως η τοποθεσία του μελισσοκομείου η διάρκεια και η ένταση της μελιτοφορίας και οι παρεμβάσεις του μελισσοκόμου. Αν οι εξωτερικοί παράγοντες είναι υπερβολικά ευνοϊκοί όπως έντονη και επιμηκυμένη μελιτοφορία και υψηλές θερμοκρασίες, οι σμηνουργίες είναι αναπόφευκτες.

Ακόμα και σε μελισσοκομεία που έχουν παρθεί όλα τα μέτρα πρόληψης, ο μελισσοκόμος θα βρεθεί στην ανάγκη να συλλάβει αφεσμούς. Για ένα μεγάλο αριθμό παλαιών κυρίως μελισσοκόμων η σμηνουργία αποτελεί το βασικότερο τρόπο αύξησης των μελισσοσμηνών τους

Τα σημάδια που παρατηρούν οι μελισσοκόμοι και προβλέπουν το φαινόμενο της σμηνουργίας είναι:

α. Η δημιουργία μιας μελισσόσφαιρας μικρής έξω από την κυψέλη «πουλί» ή «Γένι» (Εικ. 15).



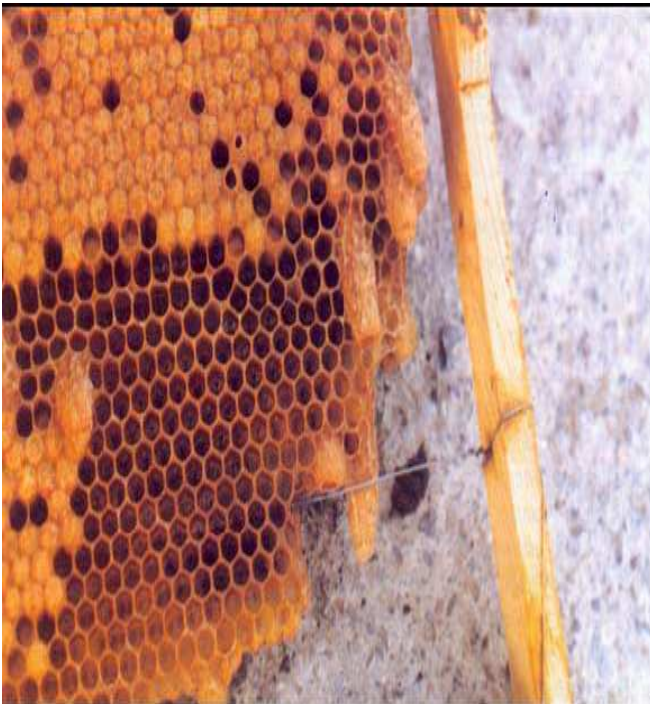
Εικόνα 15. Το γένη μελισσών αποτελεί μια από τις ενδείξεις πιθανής σμηνουργίας.

β. Η παντελής σχεδόν έλλειψη πτήσης στην είσοδο μιας κυψέλης, ενώ υπάρχει έντονη πτήση στις γύρω κυψέλες, είναι σημάδι σμηνουργίας.

γ. Η συγκέντρωση μπροστά από την κυψέλη ηλικιωμένων συλλεκτριών ενώ υπάρχει μελιτοφορία και οι άλλες μέλισσες «δουλεύουν».

δ. Η απουσία του χαρακτηριστικού «παιχνιδιού» της πτήσης προσανατολισμού στην είσοδο της κυψέλης, ενώ αυτό παρατηρείται στις γύρω κυψέλες.

ε. Αύξηση του αριθμού των βασιλικών κελιών στην περίμετρο της κηρήθρας, καθώς επίσης και στις ανώμαλες επιφάνειες (Εικ. 16) (Λιάκος Β., 1993).



Εικόνα 16. Βασιλικά σημιουργία κατασκευασμένα στην περίμετρο της κηρήθρας.

Τα περισσότερα αυγά ωτοκούνται από τη βασίλισσα μέσα στις βάσεις των βασιλικών κελιών, αλλά οι εργάτριες μπορούν και μεταφέρουν ένα μικρό αριθμό γονιμοποιημένων αυγών ή πολύ μικρών προνυμφών, από εργατικά κελιά μέσα στα βασιλικά. Από τη στιγμή που θα εκκολαφθούν τα αυγά τότε οι μικρές προνύμφες εκτρέφονται με μεγάλη ποσότητα βασιλικού πολτού από τις παραμάνες μέλισσες.

Πριν από την σημιουργία η συμπεριφορά των εργατριών και της βασίλισσας αλλάζουν. Η βασίλισσα τρέφεται πολύ συχνά και ωτοκεί περισσότερα αυγά ανά ημέρα μέχρι περίπου μια εβδομάδα πριν από τη σημιουργία, οπότε στη συνέχεια οι εργάτριες της παρέχουν τροφή πολύ λιγότερη και η παραγωγή αυγών ελαττώνεται ενώ συγχρόνως η βασίλισσα χάνει βάρος, έτσι ώστε να μπορέσει να εκτελέσει πτήση κατά τη διάρκεια της σημιουργίας. Οι εργάτριες σπρώχνουν και δαγκώνουν την βασίλισσα και γενικά της

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

φέρονται σκληρά αναγκάζοντας την να κινείται συνεχώς. Οι εργάτριες είναι ήρεμες λίγες μέρες πριν από τη σμηνουργία.

Η ηρεμία και η γαλήνη που επικρατεί στο μελισσοσμήνος πριν από τη σμηνουργία αλλάζει δραματικά την ημέρα της σμηνουργίας, όταν η δραστηριότητα των μελισσών της κυψέλης αυξάνεται και οδηγεί στη σμηνουργία. Τα σμήνη γενικά σμηνουργούν μεσημβρινές ώρες. Λίγες ώρες πριν από τη σμηνουργία οι εργάτριες αλλάζουν συμπεριφορά και κυνηγούν τη βασίλισσα, τη δαγκώνουν και την τραβούν έξω από τη κυψέλη.

Ξαφνικά ένας χείμαρρος από εργάτριες εξέρχεται έξω από την είσοδο της κυψέλης συνήθως ακολουθούμενος από τη βασίλισσα. (Εικ. 17)



Εικόνα 17. Τη στιγμή της σμηνουργίας, πριν σχηματισθεί σε κάποιο κλαδί ο αφεσμός ο ουρανός γεμίζει με μέλισσες.

Οι εργάτριες μαζί με τη βασίλισσα κατευθύνονται και σχηματίζουν μια μελισσόσφαιρα «τσαμπί» σε κάποιο δέντρο γύρω από την κυψέλη (Εικ. 18) (Χαριζάνης Π., 1996)



Εικόνα 18. Σμήνος σε κλαδί δέντρου (από Morse & Hooper, 1985)

Ένα δυνατό μελισσοσμήνος όταν σμηνουργεί κατασκευάζει 30-50 ή και περισσότερα βασιλικά κελιά. Μια εβδομάδα πριν εκκολαφθεί η νέα βασίλισσα σμηνουργεί ο πρώτος αφεσμός τον οποίο πολλές φορές ακολουθούν κι άλλοι.

Όταν η σμηνουργία συνεχίζεται οι βασίλισσες που εκκολάπτονται δεν αλληλοεξοντώνονται αλλά ακολουθούν τους αφεσμούς. Τελικά από τις βασίλισσες που εκτρέφονται σ' ένα τέτοιο μελισσοσμήνος σώζονται πολύ λίγες ίσως 3-4 εφόσον συλληφθούν οι αφεσμοί.

Σώζονται μια βασίλισσα στο αρχικό μελισσοσμήνος και από μια σε κάθε ένα αφεσμό μετά την εγκατάστασή τους σε κυψέλες. Πολλοί μελισσοκόμοι για να μη χάσουν τόσες βασίλισσες που δημιουργούνται σε ένα μελισσοσμήνος που είναι έτοιμο να σμηνουργήσει, πριν εκκολαφθούν κόβονται τα βασιλικά κελιά και τοποθετούνται σε κυψελίδια σύζευξης.

Με ένα κοφτερό μαχαίρι κόβεται προσεκτικά το ώριμο σφραγισμένο βασιλοκύτταρο μαζί με ένα κομμάτι κηρήθρας, για να είναι εύκολη η στερέωση του στην κηρήθρα του

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

κυψελιδίου ή ορφανής κυψέλης, χωρίς να προκαλείται ζημιά στην προνύμφη που υπάρχει μέσα

Σε δύο περίπου εβδομάδες από την τοποθέτηση του βασιλοκυττάρου, θα πρέπει η βασίλισσα να έχει συζευχθεί και να έχει αρχίσει την ωοτοκία (Σχεδιάγραμμα 1).

Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα της δομής και λειτουργίας των εντόμων είναι ο τρόπος με τον οποίο πετούν και επικοινωνούν οι μέλισσες. Έχει αποδειχθεί ότι οι μέλισσες καθορίζουν την ταχύτητά τους και μετρούν την απόσταση που έχουν διανύσει ανάλογα με την «οπτική ροή» των πληροφοριών στον αμφιβληστροειδή: πχ πετώντας χαμηλά και διανύοντας μικρή απόσταση δημιουργείται η ίδια ροή πληροφοριών με πετώντας ψηλά και διανύοντας μεγάλη απόσταση. Χρησιμοποιώντας τον ίδιο μηχανισμό και συνδυάζοντας το ρυθμό καθόδου τους με την πρόσω ταχύτητά τους καταφέρνουν να επιτυγχάνουν πάντα ομαλές προσγειώσεις σε οριζόντια επίπεδα χωρίς να έχουν σαφή γνώση τόσο του ύψους τους όσο και της ταχύτητάς τους.

Τέλος, είναι γνωστό ότι η επικοινωνία μεταξύ των μελισσών επιτυγχάνεται μέσω του περίφημου χορού των μελισσών (*waggle dance of honeybees*) ο οποίος κωδικοποιεί την απόσταση και τη διεύθυνση της θέσης της τροφής.

Πλεονεκτήματα της φυσικής σημνουργίας:

α. Είναι πολύ απλός και εύκολος τρόπος για έναν ερασιτέχνη μελισσοκόμο να αντικαταστήσει τις βασίλισσες του ή να δημιουργήσει νέα μελισσοσμήνη.

β. Οι βασίλισσες είναι καλής ποιότητας, όταν προέρχονται φυσικά από καλά και κατάλληλα για αναπαραγωγή μελισσοσμήνη. Κι αυτό γιατί δημιουργούνται με τον πιο φυσικό τρόπο, την πιο καλή περίοδο του έτους.

Μειονεκτήματα:

- Υπάρχει εξάρτηση από τις μέλισσες σχετικά με το πότε θα κατασκευάσουν βασιλικά κελιά, με αποτέλεσμα πολλές φορές να μην υπάρχουν στη διάθεση των μελισσοκόμων όταν είναι απαραίτητα.

- Οι βασίλισσες έχουν την τάση της σημνουργίας γιατί προέρχονται από βασιλικά κελιά σημνουργίας και υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα παραγωγής βασιλισσών από βελτιωμένα μελισσοσμήνη.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

1

- Το μελισσοσμήνος σμηνουργεί και συνήθως χάνεται ο πρώτος αφεσμός. (Χαριζάνης Π., 1996).

1	• Επιλογή ενός δυνατού μελισσοσμήνου
1	• Κατασκευή 30-50 βασιλικών κελιών σμηνουργίας
	10 ημέρες
	Αφαίρεση σφραγισμένων βασιλοκυττάρου και τοποθέτηση σε κυψελίδα σύζευξης.
	1-2 ημέρες

2

Σύζευξη	3
βασιλισσών	4
2-3 ημέρες	5
Ωοτοκία	6
βασιλίσσας	7
	8

Σχεδιάγραμμα 1. Σχεδιάγραμμα που φαίνονται τα στάδια παραγωγής βασιλισσών φυσικής σμηνουργίας .

4.1.Συνθήκες υπερπληθυσμού, τεχνητές συνθήκες σμηνουργίας.

Ο συνωστισμός είναι η πρώτη αιτία της σμηνουργίας. Σε κάθε μελισσοκομική περιοχή υπάρχει μια περίοδος σμηνουργίας, που στις βόρειες περιοχές είναι 15/5 – 15/7 με αποκορύφωμα περί τα μέσα ή αρχές Ιουνίου, ενώ στα νησιά η περίοδος προϋμίζει αρκετά από 15/4-15/6 με αποκορύφωμα περί τα μέσα ή αρχές Μαΐου.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Για την παραγωγή λίγων βασιλισσών, επιλέγεται ένα μελισσοσμήνος με καλή βασίλισσα κατά προτίμηση ηλικίας μεγαλύτερης του ενός έτους.

Μπορούν να δημιουργηθούν συνθήκες συνωστισμού με τους ακόλουθους τρόπους:

α. Εάν δεν προστεθεί σε ένα δυνατό μελισσοσμήνος δεύτερο πάτωμα.

β. Μπορεί να αυξηθεί κατά πολύ ο πληθυσμός σ' ένα μελισσοσμήνος μειώνοντας το χώρο της κυψέλης.

γ. Επίσης οι συνθήκες συνωστισμού επιτυγχάνονται τροφοδοτώντας το μελισσοσμήνος συστηματικά και δίνοντας επιπλέον πλαίσια με σφραγισμένο γόνο.

Έτσι το μελισσοσμήνος ενδυναμώνεται τόσο ώστε υπάρχει μεγάλη στενότητα μέσα στην κυψέλη και αυτό το οδηγεί στην κατασκευή ή μετασκευή εργατικών σε βασιλικά κελιά για να σμηνουργήσει.

Στο σχεδιάγραμμα 2 φαίνονται τα στάδια της παραγωγής βασιλικών κελιών με τη μέθοδο της τεχνητής σμηνουργίας. Ακολούθως υπάρχουν οι εξής δυνατότητες:

α. Να αφαιρεθούν τα βασιλικά κελιά και να τοποθετηθούν σε ορφανά μελισσοσμήνη ή σε κυψελίδια σύζευξης.

β. Να παραμείνει ένα βασιλικό κελί στο μελισσοσμήνος για την απόκτηση νέας βασίλισσας και να αφαιρεθεί η παλιά μια μέρα πριν την εκκόλαψη της νέας.

γ. Να χρησιμοποιηθούν τα βασιλικά κελιά για την αντικατάσταση παλαιών βασιλισσών του μελισσοκομείου.

Άριστα βασιλικά κελιά θα κατασκευαστούν εάν εφαρμοστεί η παραπάνω μέθοδος, την περίοδο της σμηνουργίας όταν δηλ. υπάρχει νεκταροροή σε εξέλιξη.

Η συγκεκριμένη μέθοδος βασιλοτροφίας έχει πρόδηλα μειονεκτήματα, με κυριότερο ότι δεν είναι γνωστή ποτέ η ηλικία των βασιλικών κελιών.

Από το σφράγισμα του βασιλικού κελιού έως την προηγούμενη ημέρα από την έξοδο της βασίλισσας, πρέπει οι χειρισμοί των βασιλικών κελιών να είναι πολύ προσεκτικοί. Πρέπει να διατηρούνται στην κανονική τους θέση – φορά όχι πλάγια ή ανάποδα και δεν πρέπει να κουνιούνται ή να τραντάζονται. Αν τα κελιά με τις προνύμφες που αναπτύσσονται κουνηθούν έστω και λίγο, τότε η κανονική ανάπτυξη των ποδιών, φτερών και ειδικά των κεραιών ίσως εμποδιστεί. Συχνά ακόμα και ένα ελάχιστο τράνταγμα κελιού ανώριμης βασίλισσας μπορεί να θανατώσει την προνύμφη που

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

εξελίσσεται. Γι αυτό το λόγο είναι σπουδαίο για το μελισσοκόμο να γνωρίζει την ηλικία των βασιλικών κελιών.

Με τη μέθοδο της αναγκαστικής σμηνουργίας, εκτρέφονται βασίλισσες καλής ποιότητας, γιατί προέρχονται από μελισσοσμήνη πολύ δυνατά.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Περνάει αρκετός καιρός από την ημέρα που αρχίζει η διεγερτική τροφοδότηση έως την ημέρα που σμηνουργεί το μελισσοσμήνος.

- Υπάρχει κίνδυνος να καθυστερήσει να αφαιρεθεί η πρώτη βασίλισσα και κατά συνέπεια να χαθεί ο πρώτος αφεσμός (Roger A. Morse, 1981)

1 • Επιλογή ενός δυνατού μελισσοσμήνους

1 • Δημιουργία συνθηκών υπερπληθυσμού και μεγάλης στενότητας χώρου

1 • Ενίσχυση με τροφοδοτήσεις

Κατασκευή βασιλικών κελιών σμηνουργίας ή μετασκευή από εργατικά σε βασιλικά κελιά

9-10 ημ.

Μεταφορά των ώριμων σφραγισμένων βασιλικών κελιών σε κυψελίδια

Έξοδος βασιλισσών από τα βασιλικά κελιά
5-21 ημ.
Σύζευξη βασιλισσών
2-3 ημ.

Σχεδιάγραμμα 2. Σχεδιάγραμμα που φαίνονται τα στάδια παραγωγής βασιλισσών με τη μέθοδο της τεχνητής σμηνουργίας.

4.2.Μελισσοσμήνη που διαθέτουν πολλά πλαίσια με γόνο και με καλή εμφάνιση.

Πολλά πλαίσια γόνου συνεπάγεται μεγάλος πληθυσμός μελισσών μελλοντικά. Με τον όρο εμφάνιση του γόνου εννοείται αν ο σφραγισμένος γόνος είναι συμπαγής ή έχει πολλά άδεια κελιά. Το μεγάλο ποσοστό άδειων κελιών μπορεί να προέρχεται, είτε από το θάνατο προνυμφών εξαιτίας κάποιας αρρώστιας, είτε από κανιβαλισμό των προνυμφών από τις εργάτριες (Παππάς Ν., 2003).

Το φαινόμενο αυτό στην περίπτωση του κανιβαλισμού συμβαίνει όταν η βασίλισσα του μελισσοσμηνούς προκύπτει από κλειστή συγγενική αναπαραγωγή. Η βασίλισσα παράγει γόνο διπλοειδών κηφήνων (αλληλόμορφα γονίδια φύλου σε ομοζύγωτη κατάσταση), που δεν προλαβαίνει να σφραγιστεί γιατί τον κανιβαλίζουν οι εργάτριες (Τσέλιος Δ., 1995).

Από όσα αναφέρθηκαν μέχρι τώρα γίνεται φανερό ότι η επιλογή δεν είναι πανάκεια, που μπορεί να μεταβάλλει τα μελισσοσμήνη σε μηχανές συλλογής μελιού. Ορισμένες ιδιότητες μόνο μπορούν να μεταβληθούν και δεν είναι σίγουρο ότι αυτή η μεταβολή θα οδηγήσει πάντοτε προς το καλύτερο.

Για ορισμένες από αυτές τις ιδιότητες δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι βοηθούν το μελισσοκόμο να έχει περισσότερο ευκολοχείριστα, υγιέστερα και δυνατότερα μελισσοσμήνη και να εξασφαλίζει μεγαλύτερη παραγωγή (Λιάκος Β., 2001).

4.3.Μελισσοσμήνη με μικρή τάση σμηνουργίας.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Η σμηνουργία είναι ο φυσικός τρόπος με τον οποίο οι μέλισσες εξασφαλίζουν τη διαίωηση του είδους τους. Είναι η φυσική μορφή του πολλαπλασιασμού τους. Όλες οι φυλές των μελισσιών έχουν ανεπτυγμένο το ένστικτο της σμηνουργίας, το οποίο όμως εκδηλώνεται με διαφορετική ένταση, τόσο μεταξύ των φυλών όσο και μεταξύ των μελισσιών της ίδιας φυλής.

Η ικανοποίηση του ενστίκτου αυτού έχει σοβαρότατες επιπτώσεις στην παραγωγή του μελιού. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί και πολυάριθμοι μέθοδοι πρόληψης της. Έχει διατυπωθεί εδώ και αρκετά χρόνια η άποψη ότι ο πολλαπλασιασμός των μελισσών με φυσικό τρόπο διατηρεί στους απογόνους το ένστικτο, ενώ ο πολλαπλασιασμός με παραφυάδες από μελισσοσμήνη που έχουν σε μικρότερο βαθμό αυτή την τάση, το ελαττώνει.

Η πράξη όμως διαψεύδει καθημερινά αυτή την εντελώς αβασάνιστη θεωρία. Παρά τον πολυετή αποκλεισμό της σμηνουργίας απ' όλα τα επαγγελματικά μελισσοκομεία της Βόρειας Αμερικής, τα μελισσοσμήνη συνεχίζουν να σμηνουργούν όπως και πριν πενήντα ή εκατό χρόνια, αν δεν παρέμβει προληπτικά ο μελισσοκόμος.

Η δημιουργία μελισσοσμηνών με μικρή τάση σμηνουργίας είναι ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα της γενετικής και δεν φαίνεται να βρίσκει λύση τουλάχιστον στο κοντινό μέλλον. Η καλή γνώση της ανάπτυξης των μελισσοσμηνών στην κάθε περιοχή και η επιλογή τεχνικών πρόληψης της σμηνουργίας, που προσαρμόζονται στις επιδιώξεις του κάθε μελισσοκόμου είναι τα μέσα που θα δώσουν τη σωστή λύση στο πραγματικά δύσκολο πρόβλημα της σμηνουργίας (Λιάκος Β., 2001).

4.4.Μελισσοσμήνη με τη μεγαλύτερη το δυνατόν διάθεση για συλλογή.

Η εργατικότητα και η διάθεση των μελισσών για συλλογή, έχει να κάνει περισσότερο με τις ανάγκες του μελισσοσμήνους για γύρη ή μέλι και με τις ανθοφορίες που υπάρχουν στην περιοχή και λιγότερο με το ένστικτο. Η ίδια η φύση κάνει επιλογή και αποκλείει από τη ζωή τα νωθρά και τα ανίκανα άτομα.

Η διάθεση για συλλογή επηρεάζεται έντονα από το μελισσοκόμο. Έχουν γραφτεί αρκετά άρθρα, για την ανάγκη της ισορροπίας στη διατροφή και για την παρουσία γύρης, για τη δραστηριοποίηση του ενστίκτου της συλλογής μελιού. Τα «πικρά» μελισσοσμήνη, αυτά που προέρχονται από γυρεοσυλλογή είναι αυτά που έχουν διάθεση για έντονη

συλλογή μελιτωμάτων στο πεύκο. Αντίθετα τα «γλυκά» αυτά δηλαδή που προέρχονται από μελιτοσυλλογή δεν έχουν διάθεση για συλλογή μελιτωμάτων. Στα μελισσοσμήνη που έχει γίνει η συλλογή μελιού, οι μέλισσες έχουν ανάγκη από τροφή και έχουν αυξημένη διάθεση να συλλέξουν, αντίθετα στα μελισσοσμήνη που δεν έχει γίνει συλλογή μελιού, υπάρχει άφθονη τροφή και δεν έχουν διάθεση, αφού οι τροφές που έχουν αποθηκευμένες αρκούν για τις ανάγκες τους. Ο μελισσοκόμος με τις τεχνικές του είναι αυτός που αυξάνει τη διάθεση συλλογής των μελισσοσμηνών του και όχι η επιλογή (Λιάκος Β.,2001).

4.5. Ήρεμα μελισσοσμήνη.

Η επιθετικότητα των μελισσών (Εικ.19) είναι ιδιότητα που κληρονομείται από τους γονείς στους απογόνους, αλλά επηρεάζεται έντονα και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Μελισσοσμήνη ελάχιστα είναι δυνατόν κάτω από ειδικές συνθήκες να μεταβληθούν σε επιθετικά.

Αντίθετα μελισσοσμήνη επιθετικά, με ειδικούς χειρισμούς, εκδηλώνουν μικρότερη τάση επιθετικότητας. Τα μελισσοσμήνη των ξηροθερμικών περιοχών, όπου οι συνθήκες μελιτοφορίας είναι περιορισμένες, είναι σε γενικές γραμμές επιθετικά. Η μεγάλη επιθετικότητα είναι ανασταλτικός παράγοντας στην ανάπτυξη και στη σωστή άσκηση της μελισσοκομίας. Σε πολλά νησιά που τα μελισσοσμήνη ήταν επιθετικά, έγιναν προσπάθειες αντικατάστασης της επιθετικής φυλής με εισαγωγή λιγότερο επιθετικών μελισσών.



Εικόνα19. Χαρακτηριστική στάση φρουρού εργάτριας που εκκρίνει την επιθετική φερομόνη 2-επτανόνη (από Free 1987).

Μετά από λίγα χρόνια τα ήρεμα μελισσοσμήνη έγιναν και αυτά επιθετικά, λιγότερο βέβαια από τα τοπικά, αλλά επιθετικά. Οι μέλισσες όμως που είχαν εισαχθεί ήταν λιγότερο παραγωγικές γιατί δεν μπορούσαν να εκτελέσουν πτήση με δυνατούς ανέμους, ούτε να αντισταθούν σωστά στις πολλές σφήκες που υπάρχουν στα νησιά. Η επιλογή στη συγκεκριμένη ιδιότητα μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά στην αλλαγή της συμπεριφοράς των μελισσών. Ο επιθετικός χαρακτήρας κληρονομείται και μάλιστα είναι «υποτελής» για να εμφανισθεί στους απογόνους πρέπει να υπάρχει και στο θηλυκό γονέα, τη βασίλισσα και στον αρσενικό γονέα τον κηφήνα. Η επιλογή βασιλισσών από ήρεμα μελισσοσμήνη, επιτρέπει τον πολλαπλασιασμό των λιγότερο επιθετικών και την απομάκρυνση των πολύ επιθετικών μελισσών. Με τη διαρκή επιλογή, τελικά θα επιτευχθεί να δημιουργηθούν μελισσοσμήνη της τοπικής φυλής, με ηπιότερο χαρακτήρα (Λιάκος Β.,2001).

4.6.Μελισσοσμήνη που αντέχουν στις ασθένειες.

Η ύπαρξη μελισσών, ανθεκτικών στην Αμερικανική σηψιγονία, είναι γνωστή από τη δεκαετία του 60. Η διαπίστωση από το Rothenbauchler, ότι η ιδιότητα αυτή κληρονομείται και ότι οφείλεται σε δύο διαφορετικά γονίδια, άνοιξε νέους δρόμους στην αντιμετώπιση των ασθενειών των μελισσών. Σήμερα είναι γνωστό ότι τα μελισσοσμήνη, που είναι ανθεκτικά στην Αμερικανική σηψιγονία, είναι ανθεκτικά και στις άλλες ασθένειες του γόνου.

Η αρχή της ανθεκτικότητας στις ασθένειες και παράσιτα βασίζεται σε έναν μηχανισμό με τον οποίο ο ξενιστής (μέλισσα) αντιμετωπίζει το αίτιο της ασθένειας. Η εμφάνιση της ασθένειας των μελισσών στην πράξη εξαρτάται από :

- Την ύπαρξη κατάλληλων γονιδίων
- Την ταχύτητα επιλογής των ανθεκτικών μελισσών και
- Τη σταθερότητα της ανθεκτικότητας.

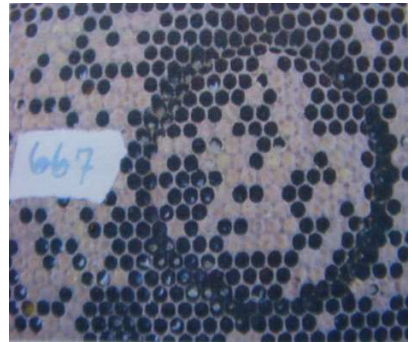
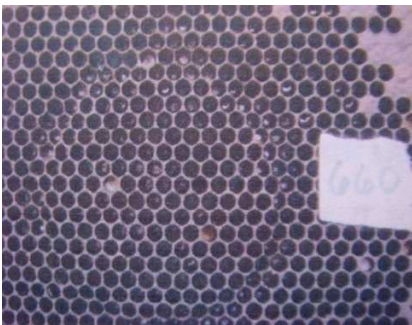
Ο όρος ταχύτητα επιλογής των ανθεκτικών μελισσών, που είναι και ο σπουδαιότερος, αναφέρεται στην συμπεριφορά υγιεινής, δηλαδή την τάση που έχουν οι μέλισσες να

απομακρύνονται μέσα από την κυψέλη τα άρρωστα νεκρά άτομα (γόνος ή ενήλικα) καθώς και στην ταχύτητα απομάκρυνσης

Στις Εικόνες 20 & 21 φαίνονται δύο πλαίσια που έχουν καταστραφεί με υγρό άζωτο και στις Εικόνες 22 & 23 φαίνονται τα πλαίσια μετά από τον καθαρισμό (Μπουγά Μ.,2004).



Εικόνες 20 & 21 : Δύο πλαίσια (660 & 667) στα οποία έχει καταστραφεί ο γόνος με υγρό άζωτο.



Εικόνες 22 & 23 : Τα δύο πλαίσια μετά από τον καθαρισμό από τις εργάτριες μέλισσες. Στο πλαίσιο 660, οι εργάτριες αποδεικνύουν ότι διαθέτουν το χαρακτηριστικό της συμπεριφοράς υγιεινής, ενώ στο πλαίσιο 667 δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο.

Στην περίπτωση που υπάρχουν τα γονίδια για ανθεκτικότητα σε μια ασθένεια θα υπάρχουν στη φύση άτομα ανθεκτικά σε συχνότητα όμως πολύ μικρή. Με την επιλογή μπορεί η συχνότητα αυτή να αυξηθεί. Η ταχύτητα επιλογής και η σταθερότητα της ανθεκτικότητας εξαρτάται από έναν αριθμό παραγόντων που έχουν σχέση με τον ξενιστή, το παθογόνο και την ασθένεια.

Για παράδειγμα μερικοί από αυτούς τους παράγοντες θα μπορούσε να είναι η αρχική κατανομή ενός μελισσοσμίνους, η προσαρμοστικότητα της ανθεκτικής φυλής και το περιβάλλον. Η γενετική παραλλακτικότητα αποτελεί βασικό παράγοντα για την εμφάνιση ανθεκτικότητας.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Εφόσον δεν υπάρχουν στον πληθυσμό γονίδια ανθεκτικότητας, δημιουργείται η ανάγκη για εισαγωγή τέτοιων γονιδίων από άλλους πληθυσμούς, όπως από φυσικές φωλιές μελισσών, από άλλες γεωγραφικές περιοχές ή από προσβεβλημένες περιοχές. (Καλογεροπούλου – Χαριζάνης Π., 1999). Ακολουθούν διασταυρώσεις με επιλογή για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας.

Για πειράματα, επιλέχθηκαν μελισσοσμήνη, τα οποία διέφεραν μεταξύ τους ως προς την ευπάθεια τους. Τα μελισσοσμήνη αυτά προήλθαν από διασταυρώσεις ενός μελισσοσμήνους Bruck Fast, το οποίο ήταν ανθεκτικό στο άκαρι με 5 άλλα, μελισσοσμήνη διαφόρων προελεύσεων ενώ το έκτο, ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητο στην αρρώστια. Αμοιβαίες διασταυρώσεις μεταξύ ευαίσθητων βασιλισσών με ανθεκτικούς κηφήνες και αντίστροφα έδωσαν ανθεκτικά στο άκαρι μελισσοσμήνη (Danka R., 2001).

4.7.Μελισσοσμήνη που ξέρουν να αμύνονται καλύτερα στους εχθρούς τους.

Εχθροί όπως ο κηρόσκωρος (Εικ.26) και οι σφήκες (Εικ.25) αλλά και άλλοι μικρότερης σημασίας όπως Πουλιά (Μελισσοφάγος) (Εικ.24) κ.ά. προκαλούν σημαντικές ζημιές παγκοσμίως.

Είναι διαπιστωμένο ότι υπάρχουν μελισσοσμήνη που αμύνονται καλύτερα ενάντια στις σφήκες ή τον κηρόσκωρο και άλλα λιγότερο καλά. Η έρευνα για τη διαπίστωση μελισσιών, ικανών να αντιμετωπίσουν αυτούς τους βασικούς εχθρούς, δυστυχώς είναι πολύ αποφασιστικά (Λιάκος Β., 2001).

4.8.Μέλισσες με μεγαλύτερη προβοσκίδα για να συλλέγουν το νέκταρ από άνθη με βαθύ κάλυκα.

Το μήκος της προβοσκίδας θεωρείται κριτήριο της ποιότητας των συλλεκτριών και πιστεύεται ότι οι μέλισσες που έχουν μεγαλύτερη προβοσκίδα, πλεονεκτούν των άλλων, γιατί μπορούν να συλλέγουν το νέκταρ από άνθη με μακρύ και στενό κάλυκα.

Για περιοχές που οι ανθοφορίες περιλαμβάνουν πολλά είδη φυτών με μακρύ κάλυκα οι μέλισσες αυτές πλεονεκτούν.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Στην Ελλάδα όμως τα μελιτώματα του πεύκου και του έλατου και οι ανθοφορίες με άνθη με κοντό κάλυκα δίνουν το 99% της παραγωγής μελιού. Συνεπώς οι μέλισσες με μακριά προβοσκίδα δεν έχουν κανένα πλεονέκτημα. Εξάλλου η προσαρμογή των μελισσών, μιας περιοχής που έγινε με το πέρασμα χιλιάδων χρόνων, με τις ανθοφορίες της συγκεκριμένης περιοχής καθόρισε και το μήκος της προβοσκίδας και τις άλλες ιδιότητες της συλλογής τροφής τους (Λιάκος Β., 2001).



Εικόνα 24. Μελισσοφάγος (Φωτ.Κ.Πιστόλας/WWF).



Εικόνα 26. Προνύμφη κηρόσκωρου.



Εικόνα 25. *Vespa orientalis*.

4.9.Μελισσοσμήνη που συλλέγουν λιγότερη πρόπολη.

Η συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων πρόπολης παρεμποδίζει τους μελισσοκομικούς χειρισμούς. Η ιδιότητα αυτή υπάρχει στα μελισσοσμήνη ορισμένων φυλών όπως στην καυκάσια μέλισσα και στις ελληνικές φυλές. Η πρόπολη εκτός από υλικό επισκευής και στερέωσης έχει και απολυμαντικές ιδιότητες. Δεν είναι γνωστό τι επιπτώσεις θα είχε η ανάπτυξη μελισσοσμηνών που συλλέγουν μικρή ποσότητα πρόπολης σε περιοχές που τα τοπικά μελισσοσμήνη συλλέγουν μεγάλες ποσότητες. Η επιλογή και σ' αυτή την ιδιότητα μπορεί να παίζει το ρόλο της (Λιάκος Β., 2001).

4.10.Μελισσοσμήνη που συλλέγουν επιλεκτικά περισσότερο μέλι ή περισσότερη γύρη και επικονιάζουν καλύτερα τις καλλιέργειες.

Έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχουν μελισσοσμήνη που έχουν μεγαλύτερη τάση στη συλλογή και την αποθήκευση μελιού και άλλα που συλλέγουν και αποθηκεύουν περισσότερη γύρη. Στις ΗΠΑ η επικονίαση της μηδικής (Alfa - Alfa) γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με τις μέλισσες. Το 50% του εισοδήματος των μελισσοκόμων πολλών περιοχών προέρχεται από την ενοικίαση των μελισσοσμηνών τους στους καλλιεργητές μηδικής οι οποίοι επιθυμούν να ενοικιάζουν μελισσοσμήνη με μεγαλύτερη επικονιαστική ικανότητα με απλούστερα λόγια που συλλέγουν περισσότερη γύρη. Στην Αμερική εδώ και χρόνια γίνονται προγράμματα επιλογής μελισσών με αυτή την ιδιότητα (Λιάκος Β., 2001).

Κεφάλαιο Β΄



1. Εισαγωγή

Τα μικρόσωμα (3,0 – 22,0 χιλιοστά) αλλά τόσο...θαυματοργά αυτά πλάσματα, συγκαταλέγονται μεταξύ των αρχαιοτέρων εντόμων στη φύση. Απολιθώματα τους έχουν βρεθεί σε σχηματισμούς ηλικίας άνω των 100 εκατομμυρίων ετών. Από τότε, μέχρι σήμερα, τρέφονται αποκλειστικώς με ξύλα και άλλα κυτταρινούχα υλικά. Μαζί με τα ξυλοφάγα κολεόπτερα (σαράκια) αποτελούν τους κυριότερους ζωικούς εχθρούς του ξύλου.

Είναι έντομα κοινωνικά. Οι κοινωνίες τους είναι εξόχως συνεργατικές και συνεκτικές. Τα άτομα μιας κοινωνίας τερμιτών χαρακτηρίζονται από σχετική μακροζωία π.χ. οι εργάτες-τερμίτες ζουν δύο χρόνια περίπου ενώ οι βασίλισσες μερικών ειδών μέχρι και 12 χρόνια! Οι προσπάθειες κάθε μέλους της κοινωνίας αποβλέπουν στην επιτυχία του συνόλου: οι κοινωνίες αυτές αυτοπροστατεύονται, αυτοδιαιώνίζονται και είναι συνεχώς εφοδιασμένες με αποθέματα τροφής, ενώ ο κρυπτικός τρόπος ζωής των μελών, τις προφυλάσσει από εχθρούς και ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας (καύσωνας - παγετός).

Σε ένα φυσικό περιβάλλον, οι τερμίτες είναι πολύ ωφέλιμοι καθώς ανακυκλώνουν το ξύλο και τα άλλα συναφή υλικά, αποσυνθέτοντας οργανική ύλη και αποδίδοντας την ως θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος. Οι στοές που δημιουργούν βελτιώνουν τον αερισμό του εδάφους βοηθώντας την ανάπτυξη των φυτών όπως ακριβώς κάνουν και οι γαιοσκώληκες.

Η μεγάλη καταστροφική δυναμική των τερμιτών οφείλεται στην αδηφαγία και την αφθονία τους από πλευράς ατόμων. Οι μικρές κοινωνίες τους μπορεί να αριθμούν χιλιάδες ενώ οι μεγάλες εκατομμύρια άτομα (Grace 1989, 1992).

Αρκετοί ζωικοί οργανισμοί (πτηνά, ερπετά, αμφίβια, θηλαστικά, μυρμηγκια και άλλα αρθρόποδα) καταναλώνουν τερμίτες οι οποίοι αποτελούν σοβαρό μέρος της διατροφής τους ενώ για πολλούς λαούς, κυρίως της Αφρικής, είναι δημοφιλές έδεσμα είτε μαγειρευμένοι με πολλούς τρόπους είτε σε σκόνη, ως προσθετικό σε τρόφιμα (Berenbaum 1995, Pearce 1977).

2.Εξάπλωση

Μόνο το 10% από τα 2.400 γνωστά είδη τερμιτών είναι επιβλαβή. Οι περισσότεροι απαντώνται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές ενώ οι χαμηλές θερμοκρασίες εμποδίζουν την εγκατάσταση τους στις υπερβόρειες περιοχές της Ευρώπης, Ασίας και Αμερικής με μόνη εξαίρεση τα κτίρια που διαθέτουν κεντρική θέρμανση. Συνήθως, δεν προσβάλλουν ζώντα και υγιή δένδρα αλλά αποτελούν μόνιμη απειλή για παλαιά ιστορικά κτίρια, βιβλιοθήκες και αρχεία (Μπουχέλος, 2005). Μερικά είδη, γνωστά ως «θεριστές» συλλέγουν και καταναλώνουν γρασίδι, φύλλα και άχυρο (βλ. τροφικές

προτιμήσεις), γι' αυτό η εδαφοκάλυψη με πεσμένα φύλλα δένδρων πρέπει να αποφεύγεται ιδίως όταν συσσωρεύεται κοντά στους εξωτερικούς τοίχους, πόρτες ή παράθυρα.

Επειδή με το διεθνές εμπόριο και τις συνήθως ανεξέλεγκτες μετακινήσεις ανθρώπων και υλικών κυρίως προς την ελληνική «επικράτεια» είναι εύκολη η είσοδος εντόμων, επομένως και τερμιτών που δεν υπάρχουν ή δεν έχει, μέχρι σήμερα, γίνει αντιληπτή η παρουσία τους. Γι' αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν στο παρόν έντυπο και είδη που προσβάλλουν ευπαθή υλικά και σε άλλες χώρες.

2.1. Ταξινόμηση.

Οι τερμίτες, όπως αναφέρεται και πιο πάνω, διακρίνονται σε υπόγειους, ξηρού ξύλου, υγρού ξύλου και θεριστές.

2.1.1. Οι υπόγειοι.

Οι υπόγειοι είναι οι πιο διαδεδομένοι και καταστρεπτικοί. Ζουν μέσα στο έδαφος και ορύσσουν περάσματα μέχρι να προσεγγίσουν ξύλο ή κυτταρινούχα υλικά που βρίσκονται πάνω από το έδαφος. Επίσης κατασκευάζουν, για τον ίδιο σκοπό, χωμάτινους αγωγούς επάνω στο τσιμέντο και άλλα «δύσκολα» υλικά ή χρησιμοποιούν ρωγμές ή κοιλότητες σε πλάκες μπετόν και θεμελιώσεις. Επειδή προτιμούν το εαρινό (πιο μαλακό) από το θερινό ξύλο, η προσβολή έχει αυλακωτή ή κυψελοειδή εμφάνιση, με το εξωτερικό του ξύλου ανέπαφο. Δεν βγάζουν τα περιττώματα και το πριονίδι έξω από τις στοές, όπως συνηθίζουν τα άλλα ξυλοφάγα έντομα (σαράκια). Έτσι η προσβολή παραμένει ύπουλα κρυφή. Χρειάζονται την υγρασία του χώρου όπου ζουν γι' αυτό κατασκευάζουν μέσα στο έδαφος στοές που είναι δυνατόν να φθάσουν και τα 100 μέτρα μήκος. Οι ιχνοδηλωτικές φερομόνες των υπόγειων τερμιτών διατηρούν την προσελκυστική ιδιότητα τους επί ένα έτος τουλάχιστον. Την προσβολή προδίδει η εμφάνιση των πτερωτών ατόμων, που παρατηρείται συνήθως μετά από όψιμες φθινοπωρινές ή πρώιμες χειμερινές βροχές (Μπουχέλος, 2003). Επειδή έχουν υδαρή περιττώματα, μέρη ξύλινων κατασκευών που αποκτούν σκούρο χρώμα ή σκάζουν, αποτελούν ένδειξη για προσβολή.

- Οικογένεια *Rhinotermitidae*: *Amitermes floridensis*,
Gnathamitermes spp., *Reticulitermes hageni*, *R. Hesperus*, *R. flavipes*, *R. lucifugus*, *R. tibialis*,
R. virginicus κ.ά.
- Οικογένεια *Kalotermitidae*: *Coptotermes formosanus*, *Heterotermes aureus*.

2.1.2. Ξηρού ξύλου.

Ξηρού ξύλου οι αποικίες τους, μικρότερες από αυτές των υπογείων, ζουν αποκλειστικώς σε ξηρό και υγιές ξύλο. Δεν έχουν την ανάγκη της επαφής με το έδαφος. Την αναγκαία υγρασία αποκτούν από αυτήν του ξύλου που καταναλώνουν ή την παράγουν μέσω του μεταβολισμού τους. Εκτός από την κατασκευαστική ξυλεία σε κτίρια, προσβάλλουν πατώματα σκληρού ξύλου και πολλών ειδών ξύλινα αντικείμενα όπως έπιπλα, κορνίζες κ.ά. Η εγκατάσταση των τερμιτών αυτών στις κατοικίες γίνεται συνήθως όταν οι σμηνουργοί μπαίνουν από ανοιχτούς (χωρίς προστατευτική σίτα) αεραγωγούς στις ταράτσες ή στα θεμέλια, ρωγμές εξωτερικών τοίχων όπως γύρω από τα πλαίσια κουφωμάτων, σοφίτες, σανίδες ραμποτέ και επενδύσεις οροφής.

Αντέχουν σε ακραίες τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας. Επιβιώνουν ακόμη και σε σοφίτες κατοικιών όπου η θερμοκρασία στα ξύλινα στοιχεία μπορεί να ξεπεράσει τους 55°C. Για να συγκρατήσουν την υγρασία του σώματος τους, διαθέτουν πιο υδατοστεγές σωματικό περίβλημα και έχουν την ιδιότητα να επαναπροσροφούν νερό από τα περιττώματά τους, με αποτέλεσμα τα τελευταία να έχουν σφαιροειδές σχήμα και να είναι απολύτως στεγνά (Collins, 1969, Minnick, 1973 κ.ά.).

Οι τερμίτες ξηρού ξύλου δεν κατασκευάζουν χωμάτινους αγωγούς και στις στοές τους δεν παρατηρείται χώμα. Προσβάλλουν και το εαρινό και το θερινό ξύλο αφήνοντας την εξωτερική επιφάνεια του άθικτη.

Το μοναδικό σημάδι προσβολής αποτελούν οι μικροί σωροί από τα μικρά σαν σπόροι, περιττώματα, τα οποία οι τερμίτες αποβάλλουν μέσω προσωρινών στοών και οι οποίες στη συνέχεια φράσσονται με το ίδιο «υλικό».

- Οικογένεια *Kalotermitidae*: *Kalotermes approximatus*, *K. flavicolis*, *Cryptotermes brevis*, *C. cavifrons*, *Calcaritermes nearcticus*, *Incisitermes minor*, *I. milleri*, *I. schwarzi*, *I. snyderi*, *Marginitermes hubbardi* κ.ά.

2.1.3. Υγρού ξύλου.

Υγρού ξύλου προσβάλλουν ξύλο με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Έχουν εμφανώς μεγαλύτερο μέγεθος από τους υπόγειους. Οι εργάτες και οι οπλίτες έχουν μήκος μέχρι και 20 χιλιοστά και οι σμηνουργοί μέχρι και 25 χιλιοστά μαζί με τις πτέρυγες. Οι αποικίες βρίσκονται μέσα στο ξύλο χωρίς συνήθως να απαιτείται επαφή με το έδαφος. Παρατηρούνται σε πεσμένους κορμούς δένδρων ή πασσάλους με υγρό ή σηπόμενο ξύλο σε επαφή με υγρό έδαφος και σε σημεία οικοδομής με διαρροή υγρασίας. Οι οπλίτες έχουν μεγάλη καστανοκόκκινη κεφαλή και μεγάλες γνάθους με ισχυρά δόντια. Δεν κατασκευάζουν χωμάτινους αγωγούς και τα ανοίγματα προς το ξύλο φράσσονται με περιττωματικά υλικά. Τα σφαιροειδή περιττώματα μήκους ~1 χιλιοστού είναι συνήθως κολλημένα στην επιφάνεια των στοών στην περίπτωση πολύ υγρού ξύλου, ενώ σε λιγότερο υγρό ξύλο συλλέγονται στη βάση των στοών και πολλές φορές σπρώχνονται προς τα έξω, όπως στην περίπτωση των τερμιτών

ξηρού ξύλου. Οι καταστροφές που προκαλούν είναι μεγαλύτερη όταν «συνεργάζονται» με τους μύκητες που προκαλούν σήψη του ξύλου.

- Οικογένεια *Kalotermitidae*: *Neotermes castaneus*, *N. jouteli*, *N. luykhi*, *Paraneotermes simplicicornis* κ.ά.
- Οικογένεια *Rhinotermitidae*: *Prorhinotermes simplex* κ.ά.
- Οικογένεια *Termopsidae*: *Zootermopsis angusticollis*, *Z. nevadensis* κ.ά.
-

2.1.4.Θεριστές.

Θεριστές έχουν πολλές ομοιότητες με τους υπόγειους τερμίτες κυρίως όσον αφορά στη δομή της φωλιάς τους. Αυτό που τους διακρίνει ως προς την συμπεριφορά είναι ότι, αν και κατασκευάζουν δίκτυο υπόγειων στοών, ανεβαίνουν στην επιφάνεια του εδάφους και διανύουν μικρές αποστάσεις σε μονοπάτια, προστατευόμενοι από τους σπλίτες. Κόβουν και συλλέγουν μικρά τμήματα φυτών και τα μεταφέρουν στη φωλιά τους ως απόθεμα τροφής. Υψηλοί πληθυσμοί τέτοιων τερμιτών, προκαλούν καταστροφές σε βοσκότοπους.

- Οικογένεια *Hodotermitidae*: *Hoditermes mossambicus*, *Trinervitermes trinervoides*, *anacanthotermes* κ.ά.
- Οικογένεια *Termitidae*: *Drepanotermes spp.* κ.ά.

Όπως προαναφέρθηκε, τα περισσότερα είδη τερμιτών απαντώνται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Είδη των γενών *Macrotermes* και *Odontotermes*, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια *Termitidae*, είναι ευρύτατα διαδεδομένα στις τροπικές περιοχές της Αφρικής και της Ασίας. Σε περιοχές της Ν.Α. Ασίας υπάρχει το είδος *Cryptotermes brevis*, *Kalotermitidae* (ξηρού ξύλου) όπως και τα γένη της οικογένειας *Rhinotermitidae*, *Coptotermes* και *Reticulitermes* (υγρού ξύλου). Είδη του γένους *Coptotermes* έχουν βρεθεί και στην Αυστραλία, ενώ στην Ευρώπη τα περισσότερα απαντημένα είδη ανήκουν στα γένη *Reticulitermes* και *Kalotermes*. Στη Γαλλία αλλά και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, έχει αναφερθεί η παρουσία των *Reticulitermes lucifugus*, *R. Santonensis* και *Kalotermes flavicollis* (Fougerousse & Per lade, 1975). Προσφάτως αναφέρθηκαν σε υπερθαλάσσια περιοχή της Γαλλίας γνωστή ως Dom Tom, μεγάλες καταστροφές σε σπίτια κατασκευασμένα από ξύλο. Οι τερμίτες ανήκαν τόσο στην κατηγορία των «υπόγειων» (*Rhinotermitidae* και *Termitidae*), όσο και στην κατηγορία «ξηρού ξύλου» (*Kalotermitidae*, *Rhinotermitidae* και *Termitidae*). Η έξαρση αποδόθηκε στην υψηλή περιβαλλοντική υγρασία και θερμοκρασία της περιοχής (Fouquet, 2000).

Σε διάφορες πόλεις και χωριά της Ρωσίας έχει αναφερθεί ότι τα είδη *Reticulitermes lucifugus* και *Anacanthotermes turkestanicus* προκαλούν ζημιές σε ξύλο και ξύλινα αντικείμενα σε σπίτια. Το είδος

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Reticulitermes lucifugus απαντάται στο νότιο ευρωπαϊκό τμήμα της Ρωσίας, ενώ το *Anacanthotermes turkestanicus* είναι ευρέως εξαπλωμένο στις Δημοκρατίες της κεντρικής Ασίας. Υπάρχουν ενδείξεις ότι το είδος *R. Spermatus* είναι δυνατόν να επιβιώσει τον χειμώνα σε κτίρια χωρίς θέρμανση. Η κατανομή του γένους *Reticulitermes* είναι ενδιαφέρουσα, γιατί εκτείνεται περίπου 1.000 χμ. πιο βόρεια από το βορειότερο όριο σχεδόν όλων των άλλων γενών τερμιτών.

Τα ακόλουθα στοιχεία αφορούν στα είδη τερμιτών που απαντώνται, μέχρι σήμερα, στην Ελλάδα.

2.2.1. *Reticulitermes lucifugus* Οικογ. *Rhinotermitidae*.

Τα περωτά τέλεια έχουν μήκος σώματος 6-8 χιλ. και οι πτέρυγες 9 χιλ. Το σώμα τους έχει χρώμα στιλπνό καστανό και οι πτέρυγες υποκαστανές. Οι εργάτες και οι σπλίτες έχουν μήκος 4,5-5 χιλ. Ο προθώρακας είναι καρδιόσχημος.

Υπάγεται στους υπόγειους τερμίτες. Η σημιουργία γίνεται Απρίλιο έως Ιούνιο αλλά και αργότερα. Ζει συνήθως σε υγρούς τόπους. Οι αποικίες του αναπτύσσονται συχνά στις ρίζες και τον κατώτερο κορμό συνήθως αμπέλου, πεύκων, ροδιάς, μουσμουλιάς, λωτού κ.ά. δένδρων ή θάμνων και μπορούν να φθάσουν έως και 1.000.000 άτομα. Οι υπόγειες στοές του φθάνουν και τα 100 μ. και πολλές φορές καταλήγουν σε κατοικίες. Συχνότερα, προσβάλλει ξυλεία βυθισμένη στο έδαφος. Για να προσβάλλει ευπαθή υλικά που βρίσκονται επάνω από την επιφάνεια του εδάφους, κατασκευάζει κυκλικούς ή ημικυκλικούς αγωγούς από χώμα και περιττώματα διατομής 3-15 χιλ., συνδέοντας το προς το προσβολήν υλικό με το έδαφος, ώστε να εφοδιάζεται με την απαραίτητη υγρασία. Στο ξύλο, διανοίγει στοές που ακολουθούν το μαλακότερο (εαρινό) και τις συνδέει με το σκληρότερο (φθινοπωρινό) ξύλο. Τα τοιχώματα των στοών καλύπτονται με σκληρό λευκό υλικό που αποτελείται από τα περιττώματα του εντόμου. Περνούν μέσα από ρωγμές των θεμελίων και προσβάλλουν κατ' αρχάς τις δοκούς που στηρίζουν τα πατώματα, στη συνέχεια τα ίδια τα πατώματα, τα κατώτερα μέρη των ξύλινων κουφωμάτων και άλλα ευπαθή υλικά προκαλώντας μεγάλες καταστροφές. Είναι πιο ύπουλο και καταστρεπτικό από τα τρία είδη. Αποφεύγει το φώς (*lucifugus* = *λύκη* + *φυγή*).

2.2.2. *Reticulitermes flavipes* Οικογ. *Rhinotermitidae*.

Τα περωτά τέλεια είναι λίγο μικρότερα των προηγουμένων. Οι πτέρυγες είναι πιο ανοιχτόχρωμες και τα πόδια κίτρινα από το άκρο του μηρού μέχρι και τους ταρσούς (*flavipes*).

Ζει στους κήπους και σε ξύλινα μέρη κατοικιών. Όπως συνηθίζουν οι τερμίτες, κατατρώγει το εσωτερικό των σανίδων, αφήνοντας ανέπαφη την εξωτερική επιφάνεια. Γι' αυτό και η παρουσία τους γίνεται αντιληπτή μόνον όταν είναι ήδη πολύ αργά για επανόρθωση. Έχει βρεθεί επίσης σε

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

βιβλία, χαρτόνια, υφάσματα αλλά και σε λαχανοκομικά και καλλωπιστικά φυτά (Bonnemaison, 1965).

2.2.3. *Kaloterme flavicolis* Οικογ. *Kalotermitidae*.

Τα πτερωτά έχουν μήκος 6 χιλ. και κάθε πτέρυγα 10 χιλ. Το γενικό χρώμα είναι καστανόμαυρο ενώ ο προθώρακας είναι κίτρινος. Οι οπλίτες έχουν κυλινδρικό προθώρακα και γνάθους με ισχυρά δόντια. Η βασίλισσα δεν έχει υπερτροφική κοιλία. Υπάρχουν πολλά νεοτενή, άπτερα αναπαραγωγικά και «ψευδεργάτες». Σχηματίζει μικρές αποικίες των 600 ατόμων περίπου, σε πρέμνα εξασθενημένων δένδρων και θάμνων, ιδίως σε κακώς διατηρημένους αμπελώνες ή κάτω από πέτρες. Είναι τερμίτης ξηρού ξύλου και μπορεί να προσβάλλει ξύλινες κατασκευές σε κατοικίες, χωρίς τη μεσολάβηση του εδάφους, μεταφερόμενος με την ξυλεία ή τα έπιπλα.

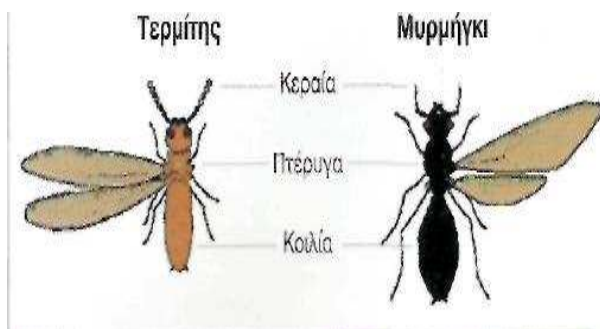
3.Μορφολογία και Βιολογία.

Οι τερμίτες ανήκουν στην Τάξη Ισόπτερα των Εντόμων. Όπως όλα τα έντομα έχουν έξι πόδια και το σώμα τους χωρίζεται σε τρία τμήματα: κεφαλή, θώρακα και κοιλία.

Στην κεφαλή υπάρχει ένα ζεύγος ευθύγραμμων κεραιών αποτελούμενων από μικρά τμήματα σαν χάνδρες κομπολογιού (κομβολογοειδείς). Στα μυρμήγκια, που είναι Υμενόπτερα, οι κεραιές σχηματίζουν γωνία (γονατοειδείς). Τα εξαρτήματα του στόματος είναι εφοδιασμένα με ισχυρές γνάθους (μασητικός τύπος) για διατροφή και άμυνα. Ο κρυπτικός τρόπος διαβίωσης των τερμιτών, τους επιτρέπει να έχουν ασθενείς ή ανύπαρκτους οφθαλμούς.

Από τον θώρακα των πτερωτών μορφών εκφύονται δύο ζεύγη ισομηκών μακρών πτερύγων (Ισόπτερα) που αποτελούν ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά για τη διάκριση των τερμιτών από τα άλλα πτερωτά έντομα και ιδίως από τις πτερωτές μορφές μυρμηγκιών. Η κοιλία των εντόμων αυτών αποτελεί συνέχεια του θώρακα (συμφύεται) ενώ στα μυρμήγκια ενώνεται με λεπτών μίσχο.

Το σώμα τους διαθέτει τρίχες και άλλα εξειδικευμένα αισθητήρια όργανα ώστε να αντιλαμβάνονται με ευκολία την επαφή, την πίεση, τις οσμές και τις γεύσεις.



Εικόνα 27.Μορφολογικές διαφορές μεταξύ τερμιτών και μυρμηγκιών.

Βασικές διαφορές μεταξύ τερμιτών και άλλων κοινωνικών εντόμων (μέλισσες, μυρμήγκια) είναι ότι, στους τερμίτες δεν υπάρχει διακριτό στάδιο νύμφης αλλά μόνο ατελή άτομα που είναι μικρογραφία των τέλειων και ότι το άρρεν άτομο (βασιλιάς) δεν χάνει τη ζωή του μετά τη σύζευξη με το θήλυ (βασίλισσα) αλλά ζει επί αρκετόν χρόνο μετά.

Τα άτομα μιας αποικίας τερμιτών έχουν διάφορες μορφές και εξειδικευμένους προορισμούς. Υπάρχουν εργάτες, οπλίτες και πτερωτά αναπαραγωγικά άτομα. Οι εργάτες είναι οι πολυπληθέστεροι της αποικίας και η κάστα (κοινωνική ομάδα) η οποία τρέφεται με ξύλο και κυτταρινούχα υλικά. Είναι υποκίτρινοι (λευκά μυρμήγκια) και επιρρεπείς στην αφυδάτωση. Για να διατηρήσουν την υγρασία του σώματος τους, κατοικούν μέσα στο έδαφος ή στο ξύλο, αποφεύγοντας τα ρεύματα αέρος και τις ηλιακές ακτίνες (κρυφή - αόρατη προσβολή).

3.1.Αναπαραγωγικά.

Είναι τα άτομα που παράγουν όλους τους απογόνους μιας αποικίας τερμιτών και παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην εξάπλωση και την ίδρυση νέων αποικιών. Διακρίνονται σε πρωτεύοντα και σε δευτερεύοντα αναπαραγωγικά άτομα.

3.1.1.Πρωτεύοντα αναπαραγωγικά.

Σε κάποια περίοδο του έτους (συνήθως αργά το καλοκαίρι ή την άνοιξη) στις ώριμες αποικίες παράγονται μεγάλοι αριθμοί νεαρών ατόμων με επιμήκεις πτερυγικές θήκες, τα οποία μεταμορφώνονται σε πτερωτά, σεξουαλικά ώριμα άρρενα και θήλεα, που λέγονται και σμηνουργοί. Έχουν δύο ζεύγη μακρών και λεπτών ισομηκών πτερύγων, χρώμα σκοτεινό και λειτουργικούς σύνθετους οφθαλμούς. Διαφέρουν ριζικά από τα τυφλά, λευκοκίτρινα και με μαλακό σώμα νεαρά και τους εργάτες. Τα πτερωτά δεν τρέφονται κατ' ευθείαν από το ξύλο αλλά λαμβάνουν την τροφή τους από τα άλλα μέλη της αποικίας.

Αναλόγως του είδους του τερμίτη, το ζεύγος των αναπαραγωγικών ιδρύει μία νέα αποικία, σκάβοντας έναν μικρό θάλαμο στο έδαφος ή το ξύλο. Οι υπόγειοι τερμίτες βρίσκουν ένα αρκετά μαλακό κομμάτι εδάφους ή κάποια ρωγμή του κοντά σε ξύλο και υγρασία. Οι τερμίτες ξηρού ξύλου εκμεταλλεύονται σχισμές ή ρόζους. Το άνοιγμα του θαλάμου σφραγίζεται και γίνεται η σύζευξη. Το ζεύγος έκτοτε, παραμένει στο έδαφος ή μέσα στο ξύλο για το υπόλοιπο της ζωής του, έρχεται σε σύζευξη πολλές φορές και αποτελεί τον βασιλιά και την βασίλισσα της μέλλουσας αποικίας. Με το πέρασμα του χρόνου, η κοιλία της βασίλισσας διογκώνεται ώστε να χωρέσει τα πολυάριθμα ωά

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

(φουσογαστρία). Σε μερικά τροπικά είδη τότε, φθάνει σε μήκος τα 76 χιλιοστά του μέτρου ενώ στο *Reticulitermes flavipes* μέχρι και 14,5 χιλιοστά.

Τα ωά των τερμιτών είναι διαφανή με ωοειδές σχήμα και τοποθετούνται σε σωρούς. Μετά την εκκόλαψη, οι λευκές προνύμφες ή ατελείς τερμίτες τρέφονται με εύπεπτες ουσίες από το σώμα των πρωτευόντων αναπαραγωγικών και αργότερα γίνονται ικανά ώστε να τραφούν με ξύλο. Την διατροφή των νεαρών αλλά και του βασιλικού ζεύγους αναλαμβάνουν οι εργάτες.

3.1.2. Δευτερεύοντα αναπαραγωγικά.

Επικεφαλής μιας αποικίας τερμιτών βρίσκεται το ζεύγος των πρωτευόντων αναπαραγωγικών που προέρχεται από πτερωτές μορφές. Όμως, αμέσως μετά την εγκατάσταση μιας αποικίας υπογείων τερμιτών, υπεύθυνα για τον μεγαλύτερον όγκο της μαζικής παραγωγής ωών, είναι τα άπτερα δευτερεύοντα αναπαραγωγικά που λέγονται και νεοτενή. Εάν το αρχικό βασιλικό ζεύγος χάσει τη ζωή του ή τη γονιμότητα του ή κάποια ομάδα τερμιτών αποκοπεί από την αρχική αποικία, μερικά άτομα αναπτύσσουν λειτουργικά αναπαραγωγικά όργανα. Τα δευτερεύοντα αυτά αναπαραγωγικά έχουν μικρότερη γονιμότητα αλλά καθώς εμφανίζονται σε όλο και μεγαλύτερον αριθμό, γίνονται ισάξια πηγή ωών και πρόξενοι ραγδαίου πολλαπλασιασμού των ατόμων της αποικίας τους. Επιπλέον, τα άτομα αυτά συζευγνύονται και ωοτοκούν χωρίς να εκτίθενται στους κινδύνους μιας σμηνουργίας.

Στα *Reticulitermes*, όταν η αποικία γίνει ασφυκτική σε αριθμό ατόμων, ομάδες περιπλανώμενων τερμιτών σχηματίζουν αποικίες - δορυφόρους που επικοινωνούν μεταξύ τους με υπόγειες στοές. Με το πέρασμα του χρόνου, μερικές από τις εστίες αυτές αποκόπτονται, παράγουν τα δικά τους αναπαραγωγικά και εξελίσσονται σε ανεξάρτητες μονάδες (Esenther 1969, Howard & Haverty 1980).

Το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να προκληθεί επίσης ως αποτέλεσμα ακραίων καιρικών φαινομένων (πλημμύρες, ξηρασία), από ανασκαφή του εδάφους για διαφόρους λόγους ή από την απωθητική επίδραση εφαρμογής κάποιου τερμιτοκτόνου σκευάσματος.

3.2. Εργάτες.

Είναι η πιο πολυπληθής κάστα στις αποικίες των τερμιτών και είναι επιφορτισμένοι με το σύνολο των εργασιών μέσα σε αυτές. Έχουν μαλακό σώμα και χρώμα ωχρολέυκο και είναι εκείνοι που στην πραγματικότητα καταστρέφουν το ξύλο και τα συναφή υλικά. Δεν έχουν πτέρυγες και οφθαλμούς. Τα στοματικά εξαρτήματα τους όμως διαθέτουν σκληρές και ισχυρές γνάθους.

Οι δραστηριότητες των εργατών, στις οποίες περιλαμβάνεται και η φροντίδα των ωών και των νεαρών, είναι η κατασκευή των στοών, η επισκευή της φωλιάς σε περίπτωση καταστροφής, η ανεύρεση τροφής και διατροφή των ατελών μορφών, των οπλιτών και των αναπαραγωγικών.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Επιπροσθέτως, περιποιούνται και υποβοηθούν τους συγκατοίκους τους κατά τις εκδύσεις και βοηθούν τους οπλίτες στην υπεράσπιση της αποικίας από εχθρούς. Οι εργάτες ωριμάζουν σε διάστημα ενός έτους, ζουν περίπου δύο χρόνια και διαφοροποιούνται σε άρρενα και θήλεα.

3.2.1.Οπλίτες.

Ο κύριος ρόλος των οπλιτών είναι αμυντικός. Η κεφαλή τους είναι μεγάλη, ισχυρή με χρώμα καστανοκίτρινο και στα περισσότερα είδη διαθέτει ένα ζεύγος μεγάλων γνάθων ικανών να τρυπήσουν, να σχίσουν ή να συνθλίψουν τους εχθρούς. Όπως και οι εργάτες είναι τυφλοί και άπτεροι, με το υπόλοιπο σώμα τους μαλακό. Δεν είναι ικανοί να αλλάξουν και να διαφοροποιηθούν σε άλλες μορφές. Υπάρχει άρρεν και θήλυ. Λόγω της κατασκευής των στοματικών εξαρτημάτων τους, δεν μπορούν να μασήσουν ξύλο αλλά διατρέφονται από τους συγκατοίκους τους με υγρή τροφή.

Στην περίπτωση που δημιουργηθεί κάποιο ρήγμα στο σύστημα στοών της αποικίας, οι οπλίτες παρατάσσονται γύρω από αυτό με τις γνάθους ορθάνοιχτες στραμμένες προς τα έξω. Το ίδιο κάνουν στα ανοίγματα που γίνονται για τη διαφυγή των σμηνουργών, χτυπώντας τις σκληρές κεφαλές τους στα τοιχώματα των στοών για να ειδοποιήσουν τα υπόλοιπα μέλη της αποικίας.

Ο αριθμός των οπλιτών μιας αποικίας αποτελεί μόνο το 5% του συνολικού αριθμού των ατόμων της, δηλαδή πολύ μικρότερος από τους εργάτες, ενώ εξαρτάται, κάθε φορά, από το είδος του τερμίτη (ΤΚ.Α. 1997).

3.3.Τροφικές προτιμήσεις.

Το κύριο θρεπτικό συστατικό των υλικών που καταναλώνουν οι τερμίτες είναι η κυτταρίνη, το πιο κοινό οργανικό συστατικό στη φύση. Έτσι, κάθε υλικό φυτικής προελεύσεως μπορεί να αποτελέσει την τροφή τους: ζωντανό και νεκρό ξύλο, κλαδιά, ρίζες, χόρτο, φυτικά υπολείμματα, χαρτί, χαρτόνι, καπλαμάς, μοριοσανίδες (Νοβο παν) καθώς και διάφορα βαμβακερά ή φυτικής προελεύσεως υφάσματα.

Τρώγοντας το ξύλο, οι τερμίτες, αποσχίζουν λεπτά τμήματα με τις γνάθους τους χωρίς να τα απομακρύνουν. Τα καταπίνουν και τα αποθηκεύουν στον στόμαχο τους για πέψη, από όπου και τα μοιράζονται με τους συγκατοίκους μέσω τροφαλλάξεως.

Έχουν προτίμηση σε ορισμένους τύπους ξύλου, ενώ η περιεκτικότητα σε χημικά συστατικά (σεσκιτερπένια, έλαια, αλκαλοειδή, γόμες, ρετσίνια) προσδίδει στα διάφορα ξύλα, σχετική ανθεκτικότητα στις προσβολές (Kard & Mallatte 1997, Smythe & Carter 1970 ab.).

Οι υπόγειοι τερμίτες προτιμούν το μουχλιασμένο από το υγιές ξύλο και το υγρό από το στεγνό και το εύπεπτο στεγνό εαρινό από το σκληρότερο θερινό ξύλο, το οποίο αφήνουν ανέπαφο. Οι τερμίτες

ξηρού ξύλου τρέφονται και με εαρινό και με θερινό ξύλο. Υπάρχει μια σχετική προτίμηση στο σομόφο σε σύγκριση με το εγκάρδιο ξύλο λόγω της υπάρξεως περισσότερο αμύλου και σακχάρων και λιγότερης δύσπεπτης λιγνίνης και αντιτερμιτικών ουσιών στο πρώτο. Κατά τον Behr κ.ά., 1972, οι υπόγειοι τερμίτες προτιμούν το μαλακό ξύλο αντί του σκληρού αλλά κανένα είδος ξύλου δεν είναι απρόσβλητο από αυτούς, ιδίως όταν οι εναλλακτικές λύσεις για τροφή είναι περιορισμένες. Σε πολλά μέρη της γης έχουν παρατηρηθεί τερμίτες να προσβάλλουν καλλιέργειες, τρεφόμενοι από ρίζες, στελέχη, φύλλα, κονδύλους ακόμη και με φρούτα και καρπούς. Στην Ελλάδα, είδη τερμιτών προσβάλλουν την άμπελο και κατά προτίμηση, ροδιές, μουσμουλιές, καλλωπιστικά δένδρα και θάμνους.

Για να μετατρέψουν τα φυτικά υλικά σε τροφή, οι τερμίτες εξαρτώνται από πρωτόζωα και βακτήρια που ζουν μέσα στο πεπτικό σύστημα τους. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μετατρέπουν την κυτταρίνη σε χρήσιμα θρεπτικά στοιχεία. Χωρίς τη «συμβίωση» αυτή, οι τερμίτες δεν επιβιώνουν. Επειδή τα αναπαραγωγικά, οι σπλίτες και τα νεαρά δεν μπορούν να τραφούν μόνα τους, εξαρτώνται από τους εργάτες που μεταδίδουν τους μικροοργανισμούς από στόμα σε στόμα. Κατά την έκδυση, επειδή αποβάλλεται και το περιεχόμενο του οπισθίου εντέρου με το σύνολο σχεδόν των εντερικών μικροβίων, τα νεογέννητα αναπληρώνουν τα μικρόβια αυτά, τρώγοντας τα εδρικά υγρά και τα εκδύματα των συγκατοίκων τους (POTTER, 2004).

Το προσφάτως μουχλιασμένο ξύλο αποτελεί για πολλά είδη τερμιτών τροφή μεγάλης θρεπτικής αξίας και είναι πιο εύπεπτο. Ορισμένοι μάλιστα, π.χ. οι *Reticulitermes* ελκύνονται από μύκητες, όπως ο *Gloeophyllum trabeum*, επειδή παράγουν την φερομόνη συναθροίσεως του συγκεκριμένου τερμίτη. Με τη σειρά τους οι τερμίτες συμβάλλουν στη διασπορά των μυκήτων, μεταφέροντας με τα σώματα και τα περιττώματα τους, σπόρια μυκήτων.

Σε πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί (Kartal & Green, 2003), όλα τα είδη MDF – Medium Density Fiber είχαν προσβληθεί από τερμίτες αν και το πιο ανθεκτικό ήταν εκείνο που είχε στη σύνθεση του εγκάρδιο ξύλο ευρωπαϊκής δρυός. Το γεγονός είναι αυτονόητο, καθώς το MDF κατασκευάζεται από ρινίσματα ξύλου (πεύκου, δρυός ή οξιάς), ρητίνη και κερί, τα οποία είναι ευπαθή στους τερμίτες.

Όμως οι τερμίτες μπορούν να καταστρέψουν και αρκετά μη κυτταρινούχα υλικά όπως: γύψο, ασβεστοκονίαμα, μαρμαροκονία, πλαστικά μονωτικά, καουτσούκ ακόμη και μερικά μέταλλα (χαλκό, μόλυβδο, αλουμίνιο) αλλά και σωλήνες PVC, χαλιά και υπόγεια καλώδια. Για τα πιο σκληρά, χρησιμοποιούν ως διαλυτικό, ουσία που παράγουν ειδικοί αδένες τους. Τα περισσότερα από αυτά τα υλικά, οι τερμίτες, αναγκάζονται να τα τρυπήσουν ώστε να αποκτήσουν πρόσβαση προς την κύρια τροφή τους που είναι το ξύλο. Όλα δείχνουν ότι «οι τερμίτες έχουν περισσότερες εισόδους σε μία

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

κατοικία από όσες έχουν οι ιδιοκτήτες», ότι κάθε κατασκευή είναι ευάλωτη στους τερμίτες και ότι τα προληπτικά μέτρα κατά μελλοντικών προσβολών είναι άκρως απαραίτητα.

3.4.Φυσικές συνθήκες.

Οι πιο κατάλληλες θερμοκρασίες για δραστηριοποίηση και ανάπτυξη των τερμιτών είναι μεταξύ 24 και 35° C (SMITH & RUST, 1994). Για να αποφύγουν δυσμενείς γι' αυτούς θερμοκρασίες οι τερμίτες μετακινούνται προς το εσωτερικό του ξύλου που τυχόν προσβάλλουν ή σε μεγαλύτερα βάθη του εδάφους αν ζουν εκεί. Εφ' όσον οι συνθήκες δεν τους ευνοούν (π.χ. πολύ ψυχρός χειμώνας), διαχειμάζουν και μένουν ανενεργοί μέχρις ότου η θερμοκρασία αυξηθεί. Σε περιπτώσεις τερμιτών σε κτίρια με κεντρική θέρμανση, ατυχώς για τους ιδιοκτήτες, παραμένουν δραστήριοι σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Το μαλακό σώμα των τερμιτών, τους κάνει ευάλωτους στην αφυδάτωση που άλλωστε αποτελεί τον υπ' αριθμόν ένα εχθρό των εντόμων. Το απαραίτητο ποσοστό υγρασίας διαφέρει από είδος σε είδος. Γενικώς, οι τερμίτες ξηρού ξύλου χρησιμοποιούν την υγρασία του ξύλου από το οποίο τρέφονται και ως δείχνει ότι είναι ξηρό. Στους υπόγειους τερμίτες, οι απώλειες νερού μέσω της επιδερμίδας τους είναι ελάχιστη και συναντούν δυσκολίες μόνον όταν βρεθούν κοντά στην επιφάνεια του εδάφους σε περιόδους ξηρασίας. Είναι φυσικό ότι, η υγρασία που προσφέρει το πότισμα του γκαζόν γύρω από τις κατοικίες το καλοκαίρι, δημιουργεί τις ευνοϊκότερες των συνθηκών για τους παραπάνω τερμίτες. Ποσοστά υγρασίας άνω του 15% ευνοούν τη δραστηριότητα των εν λόγω εντόμων, ενώ η περίσσεια νερού έχει συχνά θανατηφόρο επίδραση, φαινόμενο που παρατηρείται σε περιπτώσεις παρατεταμένων βροχοπτώσεων ή πλημμύρων. Οι τερμίτες υγρού ξύλου πάντως, είναι πολύ ανθεκτικοί στην υγρασία και έχουν εντοπισθεί σε πασσάλους βυθισμένους στο νερό, σε δεξαμενές νερού και σε λιμενικές εγκαταστάσεις στην επιφάνεια του νερού (FORSCHLER & HENDERSON, 1995).

3.6.Αποικία και κάστες.

Οι τερμίτες ζουν σε συνεργατικές, ανάμικτες ομάδες γνωστές ως αποικίες όπου οι εργασίες κατανέμονται μεταξύ εξειδικευμένων μελών τους. Κάθε κοινωνία έχει διαφορετικές οσμές οι οποίες διευκολύνουν τα μέλη της να αναγνωρίζουν τους συντρόφους τους και να διατηρούν αποστάσεις από τα μέλη άλλων αποικιών.

Τα άτομα των διαφόρων κοινωνικών ομάδων (κάστες) μιας αποικίας, διαφέρουν στην μορφή και την λειτουργία τους. Εκτός από τις τρεις βασικές κάστες τερμιτών: αναπαραγωγικά, εργάτες και οπλίτες, υπάρχουν φυσικά σε μια αποικία τα ωά και τα ατελή άτομα τα οποία αναπτύσσονται για να

δώσουν τους παραπάνω τρεις τύπους. Ο καθορισμός και ο αριθμός των ατόμων μιας κάστας εξαρτάται από τις ανάγκες της αποικίας. Οι ανάγκες αυτές ανακοινώνονται στην αποικία πιθανώς μέσω εκλύσεως φερομονών οι οποίες μεταδίδονται με την τροφάλλαξη¹. Έτσι μπορεί να αλλοιωθεί κατά το δοκούν (των τερμιτών) η αναλογία των ατόμων που αναπτύσσονται για κάθε κάστα, ακόμη και να αντιστραφεί η ανάπτυξη τους, προς μία κάστα και να διαφοροποιηθούν στην πορεία τους προς κάποια άλλη που τότε χρειάζεται η αποικία (Noirot & Pasteels), μία προσαρμοστικότητα μοναδική στον κόσμο των εντόμων.

3.5.Σμηνουργία.

Η σμηνουργία συνήθως συμπίπτει με περιόδους βροχοπτώσεων. Στις τροπικές χώρες συμβαίνει κατά τις θερμές νύχτες ενώ στις εύκρατες τα περισσότερα είδη σμηνοουργούν κατά την ημέρα (Nutting 1969, Minnick 1973, Higa & Tamashiro 1983). Κατά κανόνα οι τερμίτες αποφεύγουν το φως αλλά κατά τη σμηνουργία η συμπεριφορά τους αλλοιώνεται. Μικρές σμηνοουργίες είναι δυνατόν να λαμβάνουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ακόμη και κατά τον χειμώνα, οπότε οι σμηνοουργοί εμφανίζονται κοντά σε καμινάδες, αγωγούς θερμάνσεως και άλλα θερμά σημεία (Potter M.F. in Mallis).

Η έξοδος των πτερωτών από τις φωλιές επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, υγρασία, ένταση φωτεινής ακτινοβολίας, ταχύτητα ανέμων, ατμοσφαιρική πίεση κ.ά. Εάν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές, οι πτερωτοί τερμίτες παραμένουν στις στοές και την φωλιά τους, αρκετές ημέρες ή εβδομάδες προ της σμηνοουργίας. Εξορμούν από μικρές τρύπες ή σχισμές του εδάφους ή του ξύλου ή από ρωγμές των κτιρίων μέσα από ειδικούς αγωγούς που έχουν κατασκευάσει οι τερμίτες-εργάτες. Γύρω από τα ανοίγματα υπάρχουν πολλοί από τους υπόλοιπους τερμίτες της αποικίας, προφανώς για προστασία των αναπαραγωγικών από αρπακτικά, ενώ κατόπιν κλείνουν τα ανοίγματα του εδάφους ή του ξύλου ώστε να μην μείνει ένδειξη του τι έχει συμβεί.

Η πτήση κατά τη σμηνουργία είναι μάλλον βραχεία και η κατεύθυνση της επηρεάζεται από τα επικρατούντα ρεύματα του αέρα. Τα περισσότερα πτερωτά έχουν ασθενή πτήση. Όμως μία μαζική έξοδος σμηνοουργών είναι πολλές φορές ένα θεαματικό γεγονός. Υπολογισμοί έχουν δείξει ότι μία αποικία του *Coptotermes formosanus* μπορεί να δώσει περισσότερα από 68.000 πτερωτά άτομα ενώ στις τροπικές χώρες η σμηνουργία αποτελεί ένα θέαμα που δύσκολα μπορεί να ξεχαστεί καθώς ανεβαίνει σαν μεγάλο σύννεφο που σκοτεινιάζει τον ουρανό συνήθως αργά το απόγευμα (Suo & Sheffrahn, 1987).

Όταν οι σμηνοουργοί εγκαταλείψουν τη φωλιά, έχουν να αντιμετωπίσουν πολλούς κινδύνους. Άλλοι τρώγονται κατά την πτήση από πτηνά, νυχτερίδες και μυρμήγκια, ενώ άλλοι εμπλέκονται στους ιστούς αραχνών. Οι βάτραχοι και οι σαύρες συντελούν επίσης στον αφανισμό τους. Επίσης ένας

μεγάλος αριθμός από αυτούς υποκύπτει στον καύσωνα, το κρύο, την αφυδάτωση και τον πνιγμό. Έτσι είναι σπάνιο, ένα ζεύγος αναπαραγωγικών ατόμων να ζήσει αρκετά ώστε να ιδρύσει μία νέα αποικία.

Αμέσως μετά την προσγείωση τους, οι πτερωτοί τερμίτες αποβάλλουν τις πτέρυγες τους, αποκόπτοντας τες. Οι κομμένες πτέρυγες που συγκεντρώνονται στα σημεία προσγειώσεως του σμήνους, αποτελούν χρήσιμη ένδειξη παρουσίας τερμιτών. Σε πολλά είδη τερμιτών π.χ. *Reticulitermes*, το θήλυ άτομο αφήνει μία φερομόνη ώστε να ελκύει τα άρρενα. Κατά τη συνάντηση που ακολουθεί, είναι δυνατόν δεύτερο ή και τρίτο άρρεν να ακολουθεί το ζεύγος και η όλη εικόνα να θυμίζει συρμό τραίνου.

Τροφάλλαξη είναι η αμοιβαία σίτιση μεταξύ των ατόμων μιας αποικίας και συνίσταται στην ανταλλαγή του περιεχομένου του εντέρου τους (από στόματος ή από έδρας), στην κατάποση των υλικών κατά την περιποίηση - καθαρισμό του ενός από το άλλο, ή όταν τρέφονται με τα εκδύματά τους. Η... ακολουθία αυτή κινείται πάνω από μία ώρα, μέχρι να βρεθεί κατάλληλη θέση για καταφύγιο (Pichens, 1934).

4. Πρόληψη των ζημιών, καταπολέμηση.

4.1. Προληπτικά μέτρα.

Όταν πρόκειται να κατασκευαστεί οποιαδήποτε κατοικία, θα πρέπει να ερευνηθεί πολύ καλά η περιοχή και το έδαφος. Δεν πρέπει να υπάρχουν στην περιοχή προσβεβλημένα δένδρα ή θάμνοι, κορμοί, υπολείμματα ξύλων (πριονίδι, ξύσματα), καυσόξυλα, πεσμένα φύλλα κ.ά. Εάν υπάρχουν, θα πρέπει να απομακρύνονται και να καίονται. Να έχει διερευνηθεί η κατάσταση των εφαπτόμενων ή γειτονικών κατοικιών από την άποψη παλαιάς, πρόσφατης ή υπάρχουσας προσβολής από τερμίτες. Εάν υπάρχει επιλογή, η κατασκευή να γίνεται επάνω σε ύψωμα για καλή αποστράγγιση. Στην περίπτωση που πρόκειται να ανεγερθεί οικοδομή σε οικόπεδο κατεδαφισμένου κτιρίου, θα πρέπει να απομακρυνθούν όλα τα υπολείμματα (μπάζα) ιδίως εάν περιέχουν και ξύλινα μέρη ή άλλα ευπαθή υλικά. Να αποφεύγεται η άμεση επαφή του κτίσματος με το έδαφος. Κατά την τοποθέτηση των πατωμάτων πρέπει προηγουμένως να ψεκάζεται το δάπεδο και τα στηρίγματα του (δοκάρια) με κάποιο υπολειμματικό εντομοκτόνο. Μετά την τοποθέτηση ξύλινων τμημάτων ή κατασκευών να χρησιμοποιείται για την επάλειψη τους βερνίκι που να περιέχει το κατάλληλο εντομοκτόνο (Μπουχέλος, 2003).

Κατά και μετά την κατασκευή δεν πρέπει να προσαρμόζονται στους εξωτερικούς τοίχους ξύλινα πλέγματα για αναρρίχηση φυτών. Οι ξύλινες επενδύσεις (rabote), μαρμαροκονίες, αφρομπετόν κ.ά. ευπρόσβλητα υλικά, να απέχουν τουλάχιστον 15 εκατοστά από την επιφάνεια του εδάφους.

Στρόφιγγες, σωληνώσεις, ταράτσες, λούκια με διαρροή, πρέπει να επισκευάζονται αμέσως ενώ, ακόμη και η απόψυξη των κλιματιστικών, να μην στάζει κοντά στα θεμέλια. Οι σοφίτες και τα υπόγεια να αερίζονται τακτικά ώστε να μην συγκεντρώνεται υγρασία.

Γενικώς, να υπάρχει κατάλληλος σχεδιασμός των κατασκευών ώστε να περιορίζεται η έκθεση του ξύλου σε υγρασία. Σε περιπτώσεις όπου αυτό δεν είναι εφικτό, να προτιμάται το εγκάρδιο αντί σομού ξύλου. Παλαιότερα, για την αύξηση της ανθεκτικότητας και την προστασία των ξύλινων κατασκευών, εφαρμόζονταν διάφορες μέθοδοι όπως η επιφανειακή απανθράκωση και η επάλειψη με διάφορες ουσίες. Συστηματική επιστημονική έρευνα για την προστασία του ξύλου ξεκίνησε από τα μέσα του 16^{ου} αιώνα και έκτοτε δοκιμάστηκαν ως συντηρητικά του ξύλου, όλες σχεδόν οι χημικές ουσίες και παραπροϊόντα βιομηχανικής δραστηριότητας (Πετευναράκης, 2004). Σταδιακώς, καθιερώθηκαν ειδικές μέθοδοι που αποβλέπουν όχι μόνο στην προστασία των επιφανειακών στρωμάτων του ξύλου αλλά και στην εις βάθος διείσδυση συντηρητικών ουσιών (εμποτισμός), ώστε η παρεχόμενη προστασία να είναι πιο αποτελεσματική και μακροχρόνια. Επίσης, βελτιώθηκαν πολλά από τα χαρακτηριστικά των ουσιών αυτών και θεσπίστηκαν κανόνες για την ασφάλεια κατά τη χρήση (Πετευναράκης, 2004). Το επιστημονικό ενδιαφέρον σήμερα, εστιάζεται κυρίως στην ανάπτυξη μεθόδων αλλά και νέων εμποτιστικών ουσιών που θα εξασφαλίζουν μεγαλύτερη προστασία και θα είναι λιγότερο τοξικές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

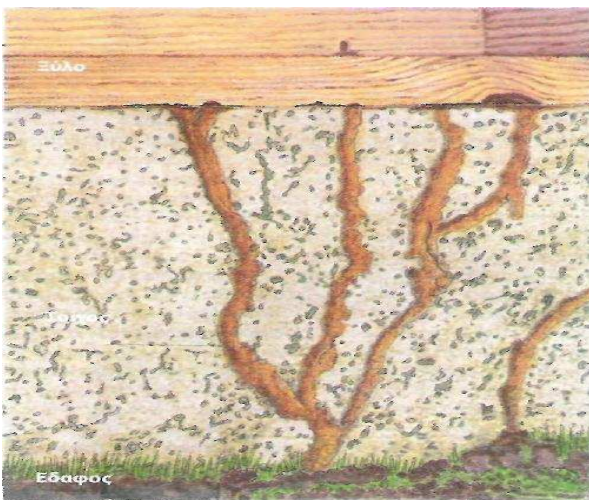
Τα αποτελεσματικότερα συντηρητικά ξύλου είναι συνήθως ανόργανα άλατα μετάλλων με τοξική δράση. Τα πιο γνωστά σκευάσματα της κατηγορίας αυτής είναι άλατα χαλκού - χρωμίου - αρσενικού και χαλκού - χρωμίου - βορίου γνωστά ως CCA και CCB αντιστοίχως. Βασική προϋπόθεση είναι η ομοιόμορφη και σε βάθος διείσδυση του συντηρητικού. Γι' αυτό, οι μέθοδοι εμποτισμού που εξασφαλίζουν υψηλότερη συγκράτηση συντηρητικών ουσιών στη μάζα του ξύλου και συνεπώς μεγαλύτερη προστασία, είναι εκείνες όπου ο εμποτισμός γίνεται μέσα σε κύλινδρο πίεσεως (Πετευναράκης, 2004).

Πολλοί πιστεύουν ότι όσες κατοικίες είναι κτισμένες επάνω σε πλάκα μπετόν, δεν κινδυνεύουν από τους τερμίτες. Όμως και αυτός ο τρόπος κατασκευής είναι αρκετά τρωτός. Αρκούν οι αρμοί διαστολής ή τα μικρά κενά γύρω από τις υδραυλικές ή ηλεκτρολογικές σωληνώσεις, καθώς οι τερμίτες είναι ικανοί να περάσουν μέσα από λεπτότατες ρωγμές μπετόν, μετάλλου, σοβά ή σχισμές ξύλου πάχους φύλλου χαρτιού. Οι περισσότεροι τερμίτες μπαίνουν από τα σημεία όπου ενώνεται το δάπεδο με τους τοίχους.

Αν οι τερμίτες δεν βρουν αμέσως την τροφή τους, κατασκευάζουν «χωμάτινους αγωγούς» μέσω των οποίων επικοινωνούν με την αποικία τους στο έδαφος. Οι αγωγοί αυτοί «τρέχουν» επάνω στους τοίχους και κατά μήκος σωληνώσεων και άλλων κατασκευών ενώ στο εσωτερικό τους οι πολυάσχολοι εργάτες - τερμίτες, κινούνται μεταφέροντας τροφή και υγρασία στα υπόλοιπα μέλη της αποικίας. Η

πρόληψη συνίσταται στη διακοπή αυτής της επικοινωνίας εφαρμόζοντας στο έδαφος δραστικά τερμιτοκτόνα, γύρω και κάτω από τις κατοικίες. Τότε, οι τερμίτες που έχουν περάσει στην κατοικία, επιστρέφοντας στην αποικία, θανατώνονται ενώ εκείνοι που βρίσκονται στην άλλη πλευρά του χημικού φράγματος, δεν περνούν στην κατοικία και αναζητούν αλλού άλλες τροφές. Σε κατοικίες που διαθέτουν υπόγεια, πρέπει να τρυπηθεί το δάπεδο τους ώστε να γίνει έγχυση φαρμάκων στο έδαφος που βρίσκεται από κάτω.

Μικρές τρύπες στο έδαφος γύρω από τις κατοικίες, θρυμματισμένοι σοβάδες, φουσκωμένες πόρτες ή πατώματα, μικροί σωροί από πτέρυγες τερμιτών (κατά τη σμηνοουργία), χωμάτινοι αγωγοί κατά μήκος των σωληνώσεων κλπ. αποτελούν δείγματα προσβολής τα οποία ανιχνεύονται κατά τις τακτικές επιθεωρήσεις από εξειδικευμένους επαγγελματίες.



Εικόνα 28. Κατασκευή "χωμάτινων αγωγών" από υπόγειους τερμίτες, για να φθάσουν στο ξύλο.

4.2. Καταπολέμηση.

4.2.1. Μη χημικές μέθοδοι.

4.2.2. Θερμότητα.

Για ολική απεντόμωση κτιρίου γίνεται κάλυψη με φύλλο πλαστικού και εφαρμογή υψηλών θερμοκρασιών. Υλικά ευαίσθητα στις υψηλές θερμοκρασίες απομακρύνονται, ενώ για την προστασία πλαστικών σωληνώσεων (π.χ. ποτίσματος), αφήνεται το νερό να τρέχει. Θερμαντική μονάδα προπανίου συνδέεται με το εσωτερικό των καλυμμάτων μέσω εύκαμπτης μάνικας. Ο ζεστός αέρας κατευθύνεται στο εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου, μέχρις ότου η θερμοκρασία φθάσει τους

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

45-50° C. Η διάρκεια εκθέσεως στις θερμοκρασίες αυτές διαρκεί 35-60 λεπτά της ώρας.

4.2.3.Ψύξη.

Δεν είναι ιδιαίτερος πρακτική μέθοδος επειδή τα έντομα αντέχουν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε μεγάλες εκτάσεις και αν υπάρχουν τζάμια, υπάρχει κίνδυνος να σπάσουν. Διοχετεύεται υγρό άζωτο στην προσβεβλημένη περιοχή μέσα από στενές οπές που γίνονται με τρυπάνι, προς τα κενά των τοίχων και άλλες ύποπτες προσβολής περιοχές, μέχρις ότου η θερμοκρασία κατέβει στους -29° C περίπου. Η μέθοδος πάντως, ενδείκνυται για τοπικές εφαρμογές ενώ είναι απαραίτητο συγχρόνως να ελέγχεται το εάν πράγματι έχουν επιτευχθεί θανατηφόρες χαμηλές θερμοκρασίες στα προσβεβλημένα ξύλινα μέρη.

4.2.4.Ηλεκτροστατικό πεδίο.

Χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής εντάσεως αλλά υψηλής τάσεως και συχνότητας. Η πηγή τοποθετείται στη μία άκρη των προσβεβλημένων ξύλων ώστε στην άλλη να υπάρχει έδαφος. Το ρεύμα περνά μέσα από τις στοές των τερμιτών στο ξύλο και καταλήγει στο έδαφος. Οι τερμίτες που βρίσκονται στη δίοδο του ρεύματος θανατώνονται με ηλεκτροπληξία.

Υπάρχουν φορητές συσκευές, κυρίως για τους τερμίτες ξηρού ξύλου, οι οποίες διοχετεύουν ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής συχνότητας (100 kHz) και υψηλής τάσεως (90.000 V) μέσω μεταλλικού καθετήρα. Ο κίνδυνος για τον εφαρμοστή είναι περιορισμένος, καθώς η ένταση του ρεύματος δεν ξεπερνά το 0,5 amp. Η χρησιμοποίηση μιας τέτοιας συσκευής στην επιφάνεια των ξύλινων μερών, επιτρέπει την διείσδυση του ρεύματος μόνο μέχρι βάθους 13 mm. Περαιτέρω διείσδυση σε ξύλο ή ξύλο πίσω από στεγνό τοίχο, προϋποθέτει τρύπημα και εισαγωγή χάλκινου σύρματος, για τη μεταφορά του ρεύματος μέσα στις στοές των τερμιτών. Είναι πολύ πιθανή η φθορά των επιφανειών (τρυπάνι) και εμφάνιση καψιμάτων κατά την επαναλαμβανόμενη εφαρμογή της μεθόδου.

4.2.5.Μικροκύματα.

Πηγές εκπομπής μικροκυμάτων τοποθετούνται σε ορισμένη απόσταση από τα προσβεβλημένα μέρη της κατασκευής. Η παραγόμενη θερμότητα θανατώνει τους τερμίτες ενώ δεν βλάπτει το ξύλο. Αυτό συμβαίνει επειδή τα έντομα περιέχουν στο σώμα τους μεγάλη ποσότητα νερού και η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια των μικροκυμάτων τα χτυπά γρηγορότερα από το ξύλινο περιβάλλον. Οι σύγχρονες μονάδες που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτόν είναι φορητές αλλά ακόμη σχετικώς ογκώδεις. Η πηγή στρέφεται προς ένα τμήμα της προσβεβλημένης περιοχής και αφήνεται να λειτουργήσει επί μερικά λεπτά της ώρας πριν μετακινηθεί στο επόμενο σημείο. Η επίδραση έχει

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

τοπική εμβέλεια κάθε φορά (10x30 cm). Κατά την εφαρμογή πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας και να έχει ελεγχθεί η υγρασία του ξύλου, για την αποφυγή καψιμάτων και μειωμένων ποσοστών θνησιμότητας του εντόμου – στόχου.

4.2.6.Υπέρηχοι.

Έχει διαπιστωθεί ότι οι υπέρηχοι, όταν εκπέμπονται σε ορισμένες συχνότητες (μεταξύ 100 και 1000 kHz), έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην συμπεριφορά και στη φυσιολογία των τερμιτών επιφέροντας από απλή απώθηση (στις μικρές) μέχρι την θανάτωση (στις μεγάλες συχνότητες). Πειράματα που έχουν γίνει με τον υπόγειο τερμίτη *Reticulitermes flavipes* αφορούν κυρίως στη δημιουργία, πέριξ των προσβεβλημένων κατοικιών, φυσικού φραγμού στις δραστηριότητες του εντόμου.

4.2.7.Άζωτο.

Όπως και για τα ξυλοφάγα κολεόπτερα (σαράκια), μέσα σε ειδικό πλαστικό σάκο που περιέχει προσβεβλημένα αντικείμενα, δημιουργείται περιβάλλον με μικρά επίπεδα συγκεντρώσεως οξυγόνου (0,3-0,4%) και στη συνέχεια διοχετεύεται άζωτο, οπότε σε διάστημα τουλάχιστον 21 ημερών και θερμοκρασία περιβάλλοντος 17-20°C, θανατώνονται όλες οι μορφές του εντόμου.

4.2.8.Βιολογικές μέθοδοι.

Χρησιμοποιούνται μικροβιακά σκευάσματα περιέχοντα εντομοπαθογόνους μύκητες (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*) ή ακόμη και εντομοπαθογόνους νηματώδεις (περιορισμένες δυνατότητες μέχρι σήμερα). Τα σκευάσματα αυτά περιέχουν ζωντανά σπόρια μυκήτων (ξηρή σκόνη σε νερό) τα οποία, όταν βλαστήσουν, διαπερνούν το εξωτερικό σωματικό περίβλημα των εντόμων και αναπτύσσονται μέσα στο σώμα τους. Οι τερμίτες προσλαμβάνουν τα σπόρια κατά τη βόσκηση ή κατά την περιποίηση μεταξύ τους ή την τροφάλλαξη. Για να επιτευχθεί η επαφή του σκευάσματος (μόλυνση) με τον μεγαλύτερο δυνατόν αριθμό τερμιτών, καθώς τα σπόρια δεν διαπερνούν το ξύλο, το σκεύασμα ψεκάζεται ή εισάγεται με εγχυτήρα κατ' ευθείαν στις τροφικές στοές ή στις ενεργές χωμάτινες σήραγγες.

4.3.Χημικές μέθοδοι.

Ως προς τους υπόγειους τερμίτες δημιουργείται φραγμός από τερμιτοκτόνο ή και σύστημα παρακολούθησεως με δολώματα περιμετρικώς της κατοικίας μεταξύ της αποικίας και των ξύλινων

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

κατασκευών, με παράλληλη εξουδετέρωση των πηγών υγρασίας επάνω από το έδαφος και περιορισμό της υγρασίας στους υπόγειους χώρους της κατοικίας. Σε περίπτωση μεγάλης προσβολής, να γίνεται αποστράγγιση και αερισμός των τοίχων με αύλακες αερισμού. Αναζητούνται, σκάβοντας, οι βάσεις του τοίχου ή της ξύλινης κατασκευής και ακολουθεί έγχυση τερμιτοκτόνου στα σημεία αυτά και στο χώμα που είναι σε επαφή με το θεμέλιο. Οι τρύπες που δημιουργήθηκαν, κλείνονται σχολαστικά με τσιμέντο (Μπουχέλος, 2003).

Για τους τερμίτες ξηρού ξύλου, εφ' όσον υπάρχει μεγάλη εξάπλωση της προσβολής ή δυσκολία να προσεγγισθεί με άλλον τρόπο, απαιτείται απεντόμωση με καπνιστικό εντομοκτόνο του κτίσματος ή των αντικειμένων, τοπική επέμβαση σε απομονωμένες ή προσεγγίσιμες προσβολές ή αντικατάσταση των προσβεβλημένων τμημάτων.

Στις περιπτώσεις προσβολής από τερμίτες υγρού ξύλου, πρέπει να επιχειρείται εξάλειψη των πηγών υγρασίας, αφαίρεση των ξύλινων μερών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, αντικατάσταση και απεντόμωση του προσβεβλημένου ξύλου με εγχύσεις υπολειμματικού τερμιτοκτόνου.

4.3.1.Τερμιτοκτόνα σκευάσματα.

4.3.1.1.Υγρά εδάφους.

Τα εφαρμοζόμενα στο έδαφος υγρά τερμιτοκτόνα που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς, περιλαμβάνουν: αρσενικό νάτριο, τριχλωροβενζόλιο, DDT, κρεόζωτο λιθανθρακόπισσας, πενταχλωροφαινόλη κ.ά. Από το 1952 χρησιμοποιήθηκαν πολύ οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες όπως: chlordane, heptachlor, aldrin και dieldrin που είχαν μεγάλη τερμιτοκτόνο δράση και υπολειμματικότητα. Μετά την ενοχοποίηση τους για καρκινογένεσις (σε μεγάλες δόσεις και μακροχρόνια χρήση), αντικαταστάθηκαν με οργανοφωσφορικές ενώσεις όπως τα chlorpyrifos και isophenphos. Ένα καλό παράδειγμα είναι το Gladiator TC της Dow Elanco.

Τα πυρεθρινοειδή και οι άλλες κατηγορίες τερμιτοκτόνου εδάφους που επεκράτησαν στη συνέχεια, εφ' όσον η εφαρμογή τους συμμορφώνεται με τις οδηγίες της ετικέτας, ενέχουν πολύ μικρούς κινδύνους για τον άνθρωπο, τα κατοικίδια και το περιβάλλον. Τα περισσότερα έχουν πολύ χαμηλή τάση ατμών και ξεπλένονται εύκολα από τις επιφάνειες με απορρυπαντικό και νερό. Δεν έχουν φυτοτοξικότητα, όμως η χρήση τους σε λαχανόκηπους που γειτονεύουν με τα θεμέλια κατοικιών πρέπει να αποφεύγεται καθώς δεν συνιστώνται για εδώδιμες καλλιέργειες.

Είναι γεγονός ότι τα πυρεθρινοειδή και τα οργανοφωσφορικά τερμιτοκτόνα μπορούν, σε μικρές συγκεντρώσεις, να καταπολεμήσουν τους τερμίτες μέσα στο έδαφος. Η κάθε κατηγορία όμως το επιτυγχάνει με διαφορετικό τρόπο: Τα πυρεθρινοειδή (permethrin, cypermethrin, fenvalerate,

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

bifenthrin) είναι πολύ αποθητικά για τους τερμίτες και όταν εφαρμόζονται στο έδαφος, οι εργάτες - τερμίτες αλλάζουν πορεία, κατευθυνόμενοι σε άλλα σημεία και δεν θανατώνονται όλοι.

Τα οργανοφωσφορικά, όπως το chlorpyrifos, θανατώνουν τα έντομα μόλις αυτά έλθουν σε επαφή με το δηλητηριασμένο χώμα, με αποτέλεσμα την συσσώρευση νεκρών τερμιτών στα σημεία εφαρμογής. Αυτό δημιουργεί μία παράπλευρη αποθητικότητα που οφείλεται στις ουσίες που εκλύονται από τα αποσυντιθέμενα νεκρά σώματα των εντόμων (Su κ.ά., 1993).

4.3.1.2.Μη-αποθητικά.

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει η τάση για δημιουργία τερμιτοκτόνου τα οποία δεν είναι αποθητικά, έχουν σχετικώς αργή δράση και προφανώς θανατώνουν μεγαλύτερους αριθμούς τερμιτών στο έδαφος, χαρακτηριστικά που είχε, σε κάποιον βαθμό και το chlordane. Ένα άλλο πλεονέκτημα των τερμιτοκτόνων αυτών (υγρά και δολώματα) είναι ότι, οι τερμίτες που προσβάλλουν υπεργείως τις κατοικίες, μπορούν να επανέλθουν στο δηλητηριασμένο χώμα και να προσλάβουν το σκεύασμα. Έτσι, τα μη-αποθητικά τερμιτοκτόνα συνιστώνται πιο πολύ για τα μετακατασκευαστικά στάδια κτιρίων, ενώ για τα προκατασκευαστικά στάδια συνεχίζεται η χρήση των πυρεθρινοειδών.

Premise (imidacloprid). Ανήκει στα χλωρονικοτινίλια τα οποία παρεμβαίνουν στα σημεία υποδοχής της νικοτινεργικής ακετυλοχολίνης, στις νευρικές απολήξεις των εντόμων. Έχουν πολύ μικρή τοξικότητα για τα θηλαστικά. Στις Η.Π.Α. διατίθεται από την Bayer Corp.

Termidor (fipronil). Ανήκει στην νέα κατηγορία εντομοκτόνων, των phenyl pyrazoles. Δεν έχει αποθητική ιδιότητα, δηλαδή δεν ανιχνεύεται από τους τερμίτες, οι οποίοι δεν το αποφεύγουν αλλά ή το καταπίνουν ή το μεταφέρουν με το σώμα τους. Έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα, το πιο αποτελεσματικό σκεύασμα κυρίως εφαρμοζόμενο στα εξωτερικά θεμέλια των κτιρίων. Είναι προϊόν της BASF Corp.

Phantom (chlorfenapyr). Ανήκει στην κατηγορία των πυρρολίων (pyrroles). Δεν επηρεάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα των εντόμων αλλά η δράση του εμποδίζει τα έντομα να παράξουν την ενέργεια που τους είναι απαραίτητη. Είναι προϊόν της BASF Corp.

4.3.2.Εφαρμογή υγρών στο ξύλο.

Στην ξυλεία ή στις ξύλινες κατασκευές μπορεί να εφαρμοσθούν υγρά σκευάσματα είτε ως προληπτικό μέτρο είτε για την εξάλειψη υπάρχουσας υπέργειας προσβολής. Βεβαίως, το ορθότερο είναι η χρησιμοποίηση συντηρημένης και εμποτισμένης ξυλείας αλλά, επειδή τις περισσότερες φορές αυτό δεν συμβαίνει, είναι απαραίτητο η επέμβαση στο ξύλο να γίνεται επί τόπου. Χρησιμοποιούνται τα περισσότερα από τα τερμιτοκτόνα που συνιστώνται για το έδαφος, καθώς και εντομοκτόνα «γενικής χρήσεως».

Συνήθως τα σκευάσματα ψεκάζονται ή εισάγονται με εγχυτήρα στις στοές των προσβεβλημένων ξύλινων μερών.

4.3.2.1.Βορικά (Borates).

Είναι ανόργανα ορυκτά και βρίσκονται σε φυσικά αποθέματα μέσα στη γη. Χρησιμοποιούνται συχνότερα: βόραξ, βορικό οξύ και DOT (disodium octaborate tetrahydrate). Δεν λερώνουν, είναι άοσμα, με πολύ χαμηλή τοξικότητα για τα θηλαστικά (περίπου όσο και το επιτραπέζιο αλάτι), γνωρίσματα που τα καθιστούν πολύ βολικά για χρήση τους μέσα στις κατοικίες. Χρησιμοποιούνται επίσης από τις βιομηχανίες ξυλείας που εμβαπτίζουν ή εμποτίζουν υπό πίεση τους κορμούς των δένδρων με βορικά, για προστασία από έντομα και μύκητες.

Τα βορικά ενεργούν θανατηφόρα στα έντομα μέσω της πέψης. Καθώς οι τερμίτες προσπαθούν να διαπεράσουν την επιφάνεια του επεξεργασμένου με βορικά ξύλου, παρατηρείται μεγάλη θνησιμότητα ή και διαταραχές στην θρέψη τους (Grace & Yamamoto, 1992,1994).

Η διεισδυτικότητα των βορικών στο ξύλο και η εξάπλωση τους προς άλλα σημεία του, όπου δεν έχει γίνει εφαρμογή, είναι δυνατή σε περιπτώσεις νέας κατασκευής όπου τα ξύλινα μέρη συνεχίζουν να απορροφούν ατμοσφαιρική υγρασία από βροχές, συμπύκνωση υδρατμών κ.ά. Καθώς μάλιστα οι ίδιοι οι τερμίτες με τις δραστηριότητες τους αυξάνουν την υγρασία του ξύλου, υποβοηθούν και την ταχύτητα διαχύσεως του βορικού στις στοές και στο προσβεβλημένο ξύλο.

4.3.2.2.Δολώματα.

Η μέθοδος αποτελεί μία πολύ διαφορετική προσέγγιση. Πολύ μικρές ποσότητες υλικού χρησιμοποιούνται ως εδώδιμοι «έξυπνοι πύραυλοι», για να εκδιώξουν ή να περιορίσουν πληθυσμούς ή ομάδες τερμιτών που δρουν μέσα ή γύρω από τα κτίρια.

Τα προϊόντα που υπάρχουν για τον σκοπό αυτόν εμπίπτουν στις παρακάτω μεγάλες κατηγορίες (1) ρυθμιστές αναπτύξεως των εντόμων (insect growth regulators) που δρουν ως παρεμποδιστές συνθέσεως της χιτίνης εμποδίζοντας την μεταμόρφωση των εντόμων (hexaflumuron, diflubenzuron, noviflumuron) (2) αργής δράσεως παρεμποδιστές του μεταβολισμού και νευροτοξίνες (hydramethylon, sulfuramid, fipronil) και (3) μικροβιακά παθογόνα όπως μύκητες ή βακτήρια.

Τα δολώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνα τους ή σε συνδυασμό με άλλες μορφές αντιμετώπισης. Υπάρχουν σκευάσματα για εξωτερική και εσωτερική εφαρμογή καθώς και για υπέργεια και υπόγεια χρήση.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Το 1994, εδόθη στις Η.Π.Α. έγκριση κυκλοφορίας του Recruit Termite Bait της Dow Agro Sciences με δραστική ουσία το hexaflumuron. Το hexaflumuron διακόπτει τη διαδικασία εκδόσεως (αποβολή εξωσκελετού) και προκαλεί τον θάνατο των εντόμων κατά την εκκόλαψη ή τη μεταμόρφωση τους.

Το 1966, η FMC Corporation πήρε έγκριση για «σταθμούς» δολωμάτων με ονομασίες FirstLine για υπέργεια και FirstLine GT για υπόγεια χρήση. Οι «σταθμοί» περιέχουν κυματοειδές χαρτόνι εμποτισμένο με 100 ppm sulfuramid το οποίο είναι σχετικώς αργής δράσεως δηλητήριο στομάχου. Όταν καταποθεί από τους τερμίτες, ο θάνατος επέρχεται μετά από μερικές μέρες ή εβδομάδες ανάλογα με τη συγκέντρωση και την ποσότητα που έλαβαν. Διάφορες τροποποιήσεις του συστήματος έδωσε κατά καιρούς τα FirstLine GT Plus, Smart disc Locator, Defender unit και τελευταία το Summon ένα μη εντομοκτόνο μπισκότο που προσελκύει τους τερμίτες στους σταθμούς με το δόλωμα.

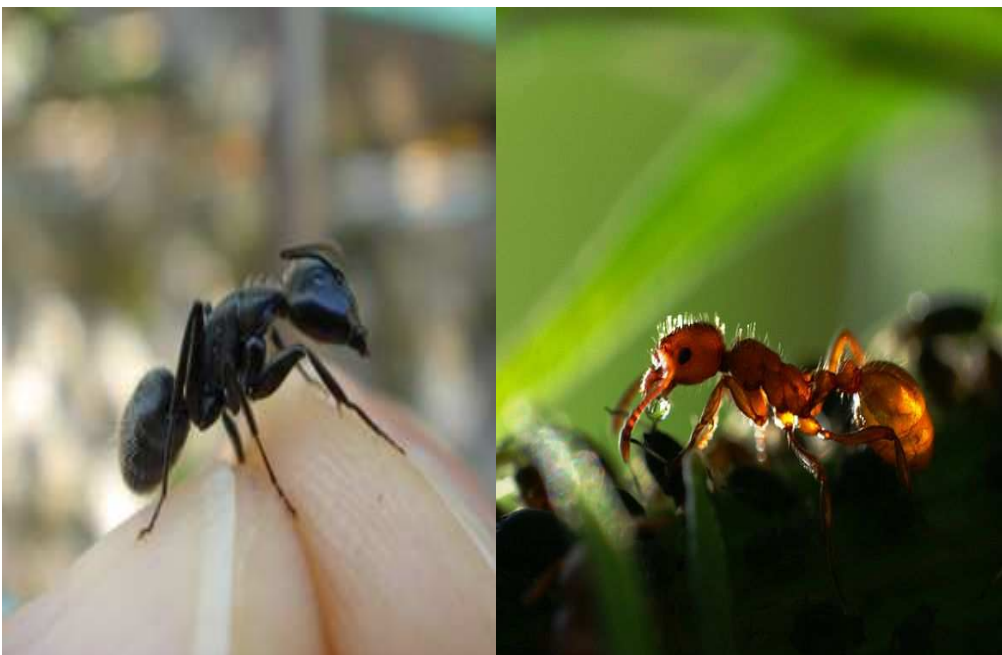
Τα περισσότερα από τα παραπάνω σκευάσματα, δεν έχουν ακόμη έγκριση κυκλοφορίας στην Ελλάδα.

4.3.3. Μέθοδος επενδύσεως, Trap-Treat-Release (TTR).

Είναι μία τεχνική για καταστολή ή και εξάλειψη αποικιών κοινωνικών εντόμων, κυρίως υπόγειων τερμιτών. Συχνά συγχέεται με τη μέθοδο του δολώματος όμως στην TTR, η τοξική ουσία εφαρμόζεται εξωτερικώς στο σώμα των τερμιτών ως επένδυση. Οι επενδυμένοι τερμίτες μεταφέρουν αποτελεσματικότερα μεγαλύτερες ποσότητες της τοξικής ουσίας από ότι οι τερμίτες που έχουν καταπιεί το δόλωμα. Σε συνθήκες αγρού, θανατώθηκαν 50 - 100 άλλα άτομα από κάθε επενδεδυμένον τερμίτη. Είναι μέθοδος φιλική προς το περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων και κατοικίδιων, επειδή χρησιμοποιεί μικρές ποσότητες φαρμάκου. Η καταπολέμηση με χημικά εμπόδια χρησιμοποιεί συνήθως πάνω από 5.000 φορές μεγαλύτερη ποσότητα φαρμάκου και τα υπολείμματα τους παραμένουν επί περισσότερα από 20 χρόνια. Επιπλέον, η ποσότητα του φαρμάκου που χρησιμοποιείται, εφαρμόζεται μόνο στον οργανισμό-στόχο, περιορίζοντας την έκθεση σε αυτό, οργανισμών μη-στόχων (Μπουχέλος, 2003).

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Κεφάλαιο Γ'



1.Εισαγωγή.

Κάθε ένας από εμάς αναγνωρίζει ότι τα μυρμήγκια, οποιοδήποτε είδος απ' αυτά, είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα ζώα. Αν οποιοσδήποτε, οποιαδήποτε στιγμή έδειχνε λίγη προσοχή σ' αυτά τα πλάσματα θα διέκρινε ότι το στυλ της ζωής τους διαφέρει σημαντικά από τις συνήθειες των άλλων ζώων. Ειδικά η κοινωνική τους ζωή είναι το πιο ενδιαφέρον σημείο, ο τρόπος ζωής τους, που απαιτεί την πραγμάτωση της ευρείας ποικιλίας των λειτουργιών στην κοινωνία τους που εκτελούνται από τα άτομα των ίδιων ειδών.

Όλοι γνωρίζουμε ότι σε μια μυρμηγκοφωλιά μπορούν να ζήσουν χιλιάδες μυρμήγκια ενός γένους, π.χ. ένα τέτοιο «σπίτι» πρέπει να είναι μεγάλο μεγέθους και ευρύχωρο, καλά αεριζόμενο γιατί κάποιες φορές οι διάδρομοι του φτάνουν μέχρι αρκετά μέτρα κάτω από την γη. Είναι εύκολο να φανταστείτε έτσι, πόσο τεράστιος είναι ο αριθμός των διαδρόμων, των σηράγγων, των γαλαριών και των δωματίων που πρέπει να βρίσκονται μέσα σε μία τέτοια μυρμηγκοφωλιά. Το χτίσιμο μιας τόσο πολύπλοκης κατασκευής είναι από μόνο του μία μορφή τέχνης που αξίζει τον απόλυτο θαυμασμό μας, αλλά η ικανότητά τους να προσανατολίζονται σε τόσο εξεζητημένους λαβύρινθους μοιάζει να προέρχεται από τον χώρο της φαντασίας.

Τέτοιες μυρμηγκοφωλιές μοιάζουν με την μεγαλούπολη, της οποίας οι κάτοικοι είναι σε συνεχή κίνηση και, επιπροσθέτως, όλα τριγύρω είναι βυθισμένα στο σκοτάδι, έτσι, πως τόσο μικρά πλάσματα μπορούν να τα βγάλουν πέρα σε έναν τέτοιο τεράστιο λαβύρινθο? Όλα, οτιδήποτε πρέπει να κάνουν προϋποθέτουν, στο κάτω-κάτω, ένα πολύ καλό προσανατολισμό σε αυτό το «σπίτι». Η αναζήτηση και η μεταφορά της τροφής, η σίτιση της βασίλισσας τους, η φροντίδα των προνυμφών και των νυμφών, η επιδιόρθωση και το χτίσιμο νέων περασμάτων, η αμυντική προετοιμασία της μυρμηγκοφωλιάς όταν πλησιάζει εχθρός κ.λπ. Πως αντεπεξέρχονται σε όλες αυτές τις αποστολές; Για να μπορούν να το κάνουν δεν πρέπει να χάνουν χρόνο στο να περιπλανούνται άσκοπα στον λαβύρινθο-μυρμηγκοφωλιά, έτσι είναι φανερό ότι έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν «απέξω» τις διαδρομές του σπιτιού τους.

Ας βουτήξουμε μαζί σε αυτόν τον μυστηριώδη κόσμο των μυρμηγκιών...

1.1.Ο υπαρκτός σοσιαλισμός πέτυχε στην κοινωνία των μυρμηγκιών.

Πώς εξηγείται αυτή η τρομερή εξελικτική επιτυχία; Σύμφωνα με τους Χέλντομπλερ και Γουίλσον, η απάντηση πρέπει να αναζητηθεί στην κοινωνική τους ζωή, που χαρακτηρίζει όλα τα είδη της οικογένειας. "Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που κάνει τα μυρμηγκια να υπερτερούν", υποστηρίζουν οι δύο μυρμηκολόγοι, "είναι η εξέλιξή τους σε κοινωνικά είδη τα οποία χαρακτηρίζει η θυσία του μεμονωμένου ατόμου προς όφελος της κοινότητας. Φαίνεται ότι σε μερικές περιπτώσεις ο σοσιαλισμός λειτουργεί αποτελεσματικά, μόνο που ο Καρλ Μαρξ επέλεξε λάθος είδος".

Μια αποικία μυρμηγκιών αποτελεί εξαιρετικά ευμετάβλητη ενότητα. Δεν ξεχωρίζει μόνο από τα είδη που τη συνθέτουν αλλά από την ηλικία της κι από τον τόπο όπου ιδρύεται. Ενώ άλλα κοινωνικά έντομα, όπως οι μέλισσες και οι σφήκες, φτιάχνουν τις φωλιές τους ακολουθώντας αυστηρά καθορισμένα μοντέλα από τα οποία δεν ξεφεύγουν ποτέ, τα μυρμηγκια διαθέτουν μια αξιοσημείωτη ικανότητα προσαρμογής. Η αποικία γεννιέται, αναπτύσσεται και πεθαίνει σαν να ήταν ένας και μοναδικός οργανισμός για να χρησιμοποιήσουμε έναν αποδεκτό όρο στη σύγχρονη εντομολογία, είναι ένας υπεροργανισμός.

Μια από τις πιο ενδιαφέρουσες και πολυμελετημένες περιπτώσεις είναι εκείνη των μυρμηγκιών *Atta* τα γνωστά είδη είναι περίπου 15, τα οποία ονομάζονται επίσης "ομπρελοφόρα" και ζουν στα δάση του Αμαζονίου. Αυτά φτιάχνουν αποικίες που μπορεί να αριθμούν εκατομμύρια άτομα. Τρέφονται αποκλειστικά μ' ένα μύκητα (μανιτάρι) τον οποίο καλλιεργούν σε υπόγεια διαμερίσματα πάνω σε ειδικά διαμορφωμένα στρώματα από φύλλα. Τη στιγμή της ίδρυσης μιας αποικίας η βασίλισσα φέρνει στη φωλιά ένα κομματάκι από το μυκήλιο του μύκητα, με το οποίο θα ξεκινήσει η καλλιέργεια. Η πρώτη γενιά εργατριών είναι πολύ μικρόσωμες, ώστε να μπορούν να συλλέγουν τις λεπτές ίνες του μύκητα χωρίς να καταστρέφουν τα φύλλα. Μ' αυτά θα ασχοληθεί μια δεύτερη γενιά εργατριών μεσαίου μεγέθους, την οποία θα ακολουθήσει μια τρίτη γενιά εργατριών-γιγάντων, η οποία θα μαζέψει μεγάλα φύλλα.

Όταν ο πληθυσμός ξεπεράσει το κατώφλι των 100.000 κατοίκων αρχίζουν να γεννιούνται στρατιώτες - για την ακρίβεια, στρατιωτίνες, αφού είναι θηλυκές όπως και όλες οι εργάτριες. Συνεπώς στην ανάπτυξη της αποικίας αντιστοιχεί μια παράλληλη

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

αλλαγή του πληθυσμού. Τι θα συμβεί αν ένα μεγάλο τμήμα της αποικίας και των κατοίκων της καταστραφεί; Από τα αυγά της βασίλισσας θα αρχίσουν να γεννιούνται μόνο μικρές εργάτριες-κηπουροί, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη συλλογή του μύκητα. Με λίγα λόγια, ο πληθυσμός αλλάζει ανάλογα με τις ανάγκες του υπεροργανισμού.

2.4.Και τα αρσενικά; Ζευγαρώνουν και πεθαίνουν.

Το πότε ακριβώς θα δημιουργηθεί μια νέα αποικία είναι θέμα περιβαλλοντικών συνθηκών, κυρίως του κλίματος. Ομάδες φτερωτών θηλυκών και αρσενικών θα διασκορπιστούν στη γύρω περιοχή. Μόνο ένας μικρός αριθμός θηλυκών θα καταφέρει να ζευγαρώσει κι ακόμα λιγότερες θα είναι εκείνες που θα βρουν το κατάλληλο μέρος για να φτιάξουν τη φωλιά τους. Όσο για τα αρσενικά, αναλαμβάνουν ένα ρόλο ανάλογο μ' εκείνο των κηφήνων στις μέλισσες. Κατά τη διάρκεια της σύντομης ζωής τους δεν κάνουν τίποτε άλλο από το να προσπαθούν να ζευγαρώσουν. Κατόπιν πεθαίνουν.

Αν το γονιμοποιημένο θηλυκό καταφέρει να επιβιώσει από τις επιθέσεις των βατράχων, των φρύνων και των αρπακτικών εντόμων, γεννά μόνη της ένα μεικτό αριθμό αυγών. Για να ζήσει τρώει τους μυς που κινούν τα φτερά, τα οποία έχει ξεκολλήσει δαγκώνοντάς τα. Από εδώ και πέρα δεν έχει ανάγκη τα φτερά, αφού θα περάσει την υπόλοιπη ζωή της -σε πολλά είδη ξεπερνά τα 20 χρόνια- γεννώντας αυγά. Μόνο σε μερικά είδη που θεωρούνται πρωτόγονα, όπως οι αυστραλιανοί πονερίνοι, οι βασίλισσες βγαίνουν από τη φωλιά τους για αναζήτηση τροφής. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ο καταμερισμός εργασίας είναι απόλυτος.

2.Εξάπλωση.

Αρκετοί ειδικοί υποστηρίζουν ότι υπάρχουν πάνω από 10.000 είδη μυρμηγκιών σ' όλο τον κόσμο.

2.1.Ταξινομικής και εξέλιξη.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

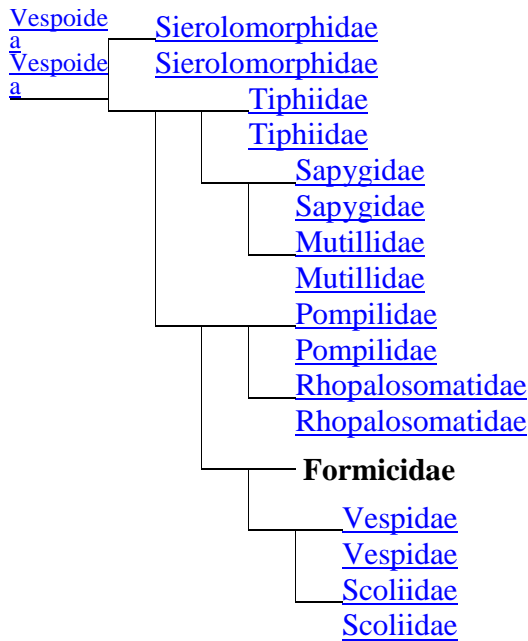


[amber](#) **Εικόνα 29.** Μυρμήγκια απολιθωμένα στην Βαλτική κεχριμπάρι.

[Hymenopterasawfliesbeeswasps](#) Η οικογένεια Formicidae ανήκει στην τάξη *Hymenoptera*, η οποία περιλαμβάνει επίσης sawflies, μέλισσες και wasps. [vespoidPhylogeneticCretaceous](#) Μυρμήγκια εξελίχθηκαν από μια γενεαλογία εντός της vespoid wasps. [Φυλογενετική](#) ανάλυση δείχνει ότι τα μυρμήγκια προέκυψαν στα μέσα της κρητιδικού περιόδου περίπου 110 έως 130 εκατομμύρια χρόνια πριν. Το 1966, ο E. Wilson και οι συνάδελφοι του που προσδιόριζαν ορυκτά παραμένει ένα μυρμήγκι (*Sphecomyrma freyi*) που έζησε στην κρητιδικού περίοδο. [dating\[14](#) [\]LeptanillinaeMartialinae\[2 \]](#) Το δείγμα, παγιδευμένα σε κεχριμπάρι που χρονολογείται από περισσότερα από 80 εκατομμύρια χρόνια πριν, έχει χαρακτηριστικά και των δύο μυρμηγκιών και wasps.

Το όνομα της οικογένειας εξάγεται από Formicidae τη Λατινική φορμάικα ("μυρμήγκι") από τις λέξεις σε άλλες λατινογενείς γλώσσες όπως τα πορτογαλικά *formiga*, *hormiga* ισπανική, ρουμανική *furnică* και γαλλικά *fourmi* προέρχονται.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.



[15]

Φυλογενετική θέση του Formicidae.

2.2.Η διανομή και η ποικιλομορφία.

Region	Αριθμός
Περιφέρεια	[21]
Neotropics	2162
Nearctic	580
Europe	180
Africa	2500

[Antarctica](#)[Greenland](#)[Iceland](#)[Hawaiian Islands](#)[ecological niches](#) Μυρμηγκία βρίσκονται σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Ανταρκτική και μόνο λίγα μεγάλα νησιά, όπως η Γροιλανδία, η Ισλανδία, τμήματα της Πολυνησίας και της Χαβάης. Αυτόχθονα είδη μυρμηγκιών Ants καταλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα οικολογίας και είναι σε θέση να

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

εκμεταλλευτούν ένα ευρύ φάσμα τροφίμων πόρων είτε ως άμεση ή έμμεση φυτοφάγα και τα αρπακτικά. [generalists](#) Τα περισσότερα είδη είναι παμφάγα γενικά, αλλά μερικά είναι ειδικός τροφοδοτικά. [biomass](#) [6] Η οικολογική κυριαρχία μπορεί να μετρηθεί με τη βιομάζα, και εκτιμήσεις σε διάφορα περιβάλλοντα δείχνουν ότι συμβάλλουν 15-20% (κατά μέσο όρο και σχεδόν 25% στις τροπικές περιοχές) του συνόλου των χερσαίων ζώων βιομάζα, το οποίο υπερβαίνει εκείνο των σπονδυλωτών.

2.3.Περιγραφή.

[24] [25] Μυρμήγκια κλίμακα σε μέγεθος, από 0,75 έως 52 χιλιοστά. Τα χρώματα διαφέρουν? Πλέον είναι κόκκινο ή μαύρο, πράσινο είναι λιγότερο συχνές, και ορισμένα τροπικά είδη έχουν μεταλλική λάμψη. [12,000 species](#) Περισσότερα από 12.000 είδη που είναι γνωστός σήμερα (με άνω εκτιμήσεις περίπου 14.000), με τη μεγαλύτερη ποικιλομορφία στις τροπικές περιοχές. Η σχετική ευκολία με την οποία τα μυρμήγκια μπορούν να υποβληθούν σε δειγματοληψία και να μελετηθεί σε οικοσυστήματα έχει κάνει χρήσιμες ως είδος-δείκτη στις μελέτες βιοποικιλότητας.

Όλα τα είδη ανήκουν στην συνομοταξία εντόμων που ονομάζεται Υμενόπτερα. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των αναφερομένων ενηλίκων υμενοπτέρων είναι : τέσσερα μεμβρανοειδή ή διαφανή φτερά, από τα οποία τα δυο μπροστινά φτερά είναι μακρύτερα από τα πίσω. Μασητικοί αδένες - και το μπροστινό μέρος του υπογαστρίου είναι συνήθως διαχωρισμένο από το υπόλοιπο σώμα με ένα μίσχο.



Τα περισσότερα είδη μυρμηγκιών είναι υψηλής κοινωνικότητας έντομα που ζουν σε μόνιμες φωλιές, οι οποίες ανάλογα με τα είδη, μπορεί να είναι στο χώμα, στη ξυλεία, στις κοιλότητες τοίχων ή τα κενά στεγών.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Έχουν συνήθως χρώμα καφέ έως μαύρο, ωστόσο υπάρχουν και μερικά είδη που έχουν κι άλλα χρώματα όπως κόκκινο, κίτρινο ή άσπρο.

Είναι πολύ δυνατά έντομα και μπορούν να σηκώσουν 25 φορές το βάρος τους. Η μέση υπολογιζόμενη διάρκεια ζωής ενός μυρμηγκιού είναι 45-60 ημέρες. Τα μυρμηγκια χρησιμοποιούν τις κεραίες τους όχι μόνο για την αφή, αλλά και για την όσφρηση. Το κεφάλι του μυρμηγκιού έχει ένα ζευγάρι μεγάλων και ισχυρών σαγονιών. Τα σαγόνια ανοίγουν και κλείνουν λοξά όπως ένα ψαλίδι. Τα ενήλικα μυρμηγκια δεν μπορούν να μασήσουν και να καταπιούν τα στερεά τρόφιμα. Αντ' αυτού καταπίνουν το χυμό από τα κομμάτια των τροφών που συμπιέζουν και ρίχνουν μακριά το ξηρό μέρος που απομένει. Το μυρμηγκι έχει δύο σύνθετα μάτια, κάθε μάτι αποτελείται από πολλά μικρότερα μάτια.

Ο βιολογικός τους κύκλος έχει τέσσερα ευδιάκριτα στάδια, το αυγό, την προνύμφη, τις χρυσαλίδες και τον ενήλικο. Υπάρχουν πάνω από 10.000 γνωστά είδη μυρμηγκιών που ποικίλουν στο μέγεθος, το χρώμα και τον τρόπο ζωής τους.

Μια αποικία μυρμηγκιών έχει την βασίλισσα ή αν είναι μεγάλη αποικία, τις βασίλισσες και πολυάριθμους εργάτες. Η βασίλισσα όπως και οι εργάτες είναι θηλυκού γένους. Οι εργάτες είναι τα μυρμηγκια που βλέπουμε να μεταφέρουν την τροφή ή να σκάβουν τις φωλιές. Η βασίλισσα μένει στην φωλιά και έχει σαν μοναδική φροντίδα να γεννά αυγά. Υπάρχουν και τα αρσενικά τα οποία βρίσκονται ζωντανά κάποιες εποχές στην φωλιά. Η μόνη τους δουλειά είναι να ζευγαρώσουν με την βασίλισσα. Μετά το ζευγάριμα συνήθως πεθαίνουν.

Τα μυρμηγκια μπορούν να ταξιδέψουν σε μεγάλες αποστάσεις σε αναζήτηση τροφής. Ακόμα και ο καθαρότεροι χώροι μπορεί να έχουν κάποιες τροφές για τα μυρμηγκια οπότε και μπορεί να εισβάλει μεγάλος πληθυσμός κι έτσι για την απομάκρυνσή τους να χρειαστείτε επαγγελματική βοήθεια.

Άμυνας.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.



Εικόνα 30. [weaver ant mandibles](#) Μυρμήγκι στην καταπολέμηση της θέσης, γνάθος ορθάνοιχτη.

[formic acid](#) [Bullet ants](#) [Paraponera](#) [Central South America](#) Τα μυρμήγκια στην επίθεση για να υπερασπιστούν τον εαυτό τους δαγκώνουν, σε πολλά είδη, παρατηρείται συχνά ένεση ή ψεκασμό χημικών ουσιών όπως το [μυρμηκικό οξύ](#). [Bullet μυρμήγκια \(Paraponera\)](#), που βρίσκονται στην [Κεντρική](#) και [Νότια Αμερική](#), θεωρούνται ότι έχουν το πιο οδυνηρό τσίμπημα εντόμων, αν και συνήθως δεν είναι θανατηφόρο για τους ανθρώπους. [Schmidt Sting Pain Index](#) [Jack jumper ants](#) [59] [antivenin](#) [60] [Fire ants](#) [Solenopsis piperidine](#) [61] [Πυρκαγιά μυρμήγκια, Solenopsis spp.](#), είναι μοναδικά σε ένα δηλητήριο λεκιθοφόρα που περιέχει [πιπεριδίνη](#), αλκαλοειδή. Είναι επώδυνα και μπορεί να είναι επικίνδυνο για υπερευαίσθητα άτομα.

[Odontomachus predatory appendages animal kingdom](#) [63] [Odontomachus bauri](#) [km/h](#) [microseconds](#) Παγίδα-γνάθου μυρμήγκια του γένους [Odontomachus](#) είναι εξοπλισμένα με στοματικά μόρια που ονομάζονται παγίδα-σιαγόνες, η οποία κουμπώνει και κλείσσει πιο γρήγορα από οποιαδήποτε άλλη [επιθετική](#) γνάθο εντός του [ζωικού βασιλείου](#). Μία μελέτη της [Odontomachus bauri](#) καταγράφονται ταχύτητες κορυφής μεταξύ 126 και 230 [km / h](#) (78 - 143 [μίλι/ώρα](#)), με τα σαγόνια του κλεισίματος κατά 130 [μικροδευτερόλεπτα](#) κατά μέσο όρο. [catapult](#) [63] Τα μυρμήγκια παρατηρήθηκαν επίσης να χρησιμοποιούν τις σιαγόνες ως τον [καταπέλτη](#) για να ξεφύγουν από μια απειλή. Η ενέργεια είναι αποθηκευμένα σε μια παχιά ζώνη του [μυός](#) και εκρηκτικά αποδεσμεύεται όταν εμφανίζεται με τη διέγερση των [αισθητηρίων](#) τριχών στο εσωτερικό της γνάθου.

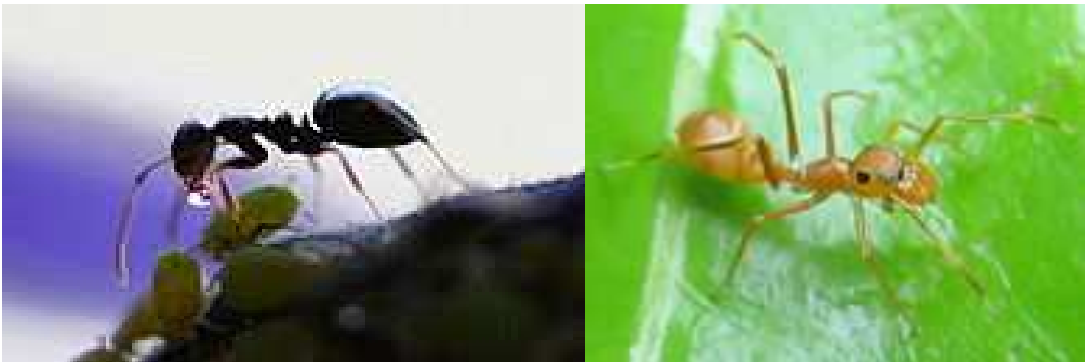
Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

[Anochetus](#)[Orectognathus](#)[Strumigenys](#) [63] [64] [convergent evolution](#) Παγίδα-σιαγόνες είναι επίσης στα εξής γένη: [Anochetus](#), [Orectognathus](#), και [Strumigenys](#).



Εικόνα 31. Αντ ανάχωμα με τρύπες για να εμποδίσει την είσοδο του νερού της βροχής την φωλιά.

Οι [67] [68] φωλιές μπορούν να προστατεύονται από φυσικές απειλές όπως οι πλημμύρες και η υπερβολική θέρμανση από αρχιτεκτονική επεξεργασία της φωλιάς.



Εικόνα 32. [honeydew aphid](#) Ένα μυρμήγκι συλλέγει [μέλι μελιτώματος](#) από [aphid](#).

Κοινωνικά έντομα.

Τα κοινωνικά έντομα – όπως τα μυρμήγκια, οι τερμίτες, οι μέλισσες και οι σφήγκες πάντοτε εντυπωσίαζαν τους ανθρώπους, επιστήμονες και μη, με τη δομή και την οργάνωσή τους. Δεν είναι τυχαίο ότι υπάρχει πληθώρα πηγών στο *internet* με λεπτομέρειες γύρω από τη ζωή τους, για το πως μπορεί κανείς να τα παρατηρήσει ή και ακόμη να τα εκθρέψει ως κατοικίδια.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Κάθε μεμονωμένο έντομο, από όλα τα είδη των εντόμων, εμφανίζει αρκετά περίπλοκη δομή χρησιμοποιώντας πληθώρα αισθητηρίων οργάνων ώστε να συγκεντρώνει πληροφορίες από το περιβάλλον του και να λαμβάνει τις ανάλογες αποφάσεις. Για παράδειγμα, είναι αξιοσημείωτο πως τα μυρμήγκια *Cataglyphis fortis* καταφέρνουν να εντοπίσουν τον προορισμό τους (τοποθεσία με φαγητό) – όταν αλλάξουμε την τρέχουσα θέση τους – χρησιμοποιώντας οπτικά δεδομένα από τη μορφολογία του περιβάλλοντος, τον ήλιο ως πυξίδα, τη μυρωδιά του στόχου, την περιορισμένη μνήμη τους αλλά και ένα αθροιστή που διαθέτουν προκειμένου να υπολογίζουν αποστάσεις.

Αυτο-οργάνωση.

Τα παραπάνω παραδείγματα παρουσιάζουν μόνο μερικές από τις ατομικές ικανότητες κάθε εντόμου. Είναι φανερό, όμως, ότι αυτές οι ικανότητες των εντόμων, μεμονωμένα, δεν είναι δυνατό να εμφανίσουν ένα συνολικό αρμονικά δομημένο αποτέλεσμα, όπως το κτίσιμο των φωλιών στους τερμίτες ή την εύρεση της συντομότερης διαδρομής μεταξύ δύο σημείων στα μυρμήγκια, και μάλιστα χωρίς την ύπαρξη κεντρικής διοίκησης. Επιπρόσθετα, είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι τα κοινωνικά έντομα επιτελούν αυτές τις εργασίες με μεγάλη ευελιξία και προσαρμοστικότητα (*flexibility*): μπορούν να προσαρμόζονται στις εκάστοτε συνθήκες του περιβάλλοντος, αλλά και στιβαρότητα (*robustness*): μπορούν να ολοκληρώσουν οποιαδήποτε συλλογική εργασία ακόμα και αν κάποια άτομα αποτύχουν.

Το μυστικό της «επιτυχημένης» διεκπεραίωσης συλλογικών εργασιών και μάλιστα με βέλτιστο τρόπο βρίσκεται στην αυτο-οργάνωση (*self-organization* SO) των εντόμων. Με βάση κάποιων πειραμάτων που έχουν γίνει στα SO μοντέλα γίνεται η βασική θεώρηση ότι το κάθε άτομο-έντομο είναι ένας απλός «πράκτορας» (*agent*) που μπορεί να διεκπεραιώσει μόνο απλές λειτουργίες. Η θεώρηση αυτή δεν λαμβάνει υπόψη την περίπλοκη δομή του μεμονωμένου εντόμου.

Για παράδειγμα, στα SO μοντέλα αυτό που έχει σημασία είναι η μετακίνηση της μέλισσας μεταξύ δύο σημείων και όχι πως αυτό πραγματοποιήθηκε, δηλαδή πια αισθητήρια μέσα χρησιμοποίησε η μέλισσα για τον εντοπισμό της θέσης της και του στόχου της, αν έχει περιορισμένη ικανότητα μνήμης κτλ. Ομοίως, στις αποικίες των

μυρμηγκιών το βασικό χαρακτηριστικό που λαμβάνουν υπόψη τα SO μοντέλα είναι ότι τα μυρμηγκία μπορούν να ακολουθήσουν με κάποια πιθανότητα ένα ίχνος φερομόνης και να το ενισχύσουν χωρίς να ενδιαφέρει πως ανιχνεύεται το ίχνος αυτό, πως λαμβάνεται η απόφαση από το μυρμηγκί να το ακολουθήσει ή όχι και τέλος με ποιον τρόπο ενισχύει το ήδη υπάρχον ίχνος φερομόνης.

Τα SO μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί με βάση την παραπάνω θεώρηση δείχνουν ότι είναι δυνατόν να εμφανιστούν περίπλοκες συλλογικές συμπεριφορές σε μια αποικία εντόμων. Αναλυτικότερα, η αυτο-οργάνωση είναι ένα σύνολο δυναμικών μηχανισμών με τους οποίους σχηματίζονται δομές σε ένα σύστημα από αλληλεπιδράσεις των συνιστωσών του. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές στηρίζονται καθαρά σε τοπικές πληροφορίες χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους τη συνολική εικόνα.

Η αυτο-οργάνωση χαρακτηρίζεται από 4 βασικά στοιχεία. Τη θετική ανάδραση, την αρνητική ανάδραση, την ενίσχυση των τυχαίων διακυμάνσεων και την αλληλεπίδραση μεταξύ των συνιστωσών του συστήματος.

Η θετική ανάδραση (*positive feedback*) ή αυτοκατάλυση είναι ένα σύνολο κανόνων το οποίο είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία των βασικών δομών. Κατά τη συγκεκριμένη διεργασία ένα έντομο αντιδρά στην ενεργοποίηση από ένα ερέθισμα (πχ εύρεση τροφής ή εντοπισμός ίχνους φερομόνης) φροντίζοντας για την προσέλκυση και άλλων εντόμων ή την ενίσχυση του ερεθίσματος. Γενικά, η θετική ανάδραση περιλαμβάνει δυο μηχανισμούς τη στρατολόγηση (*recruitment*) και την ενίσχυση (*reinforcement*).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα στρατολόγησης είναι: (α) Έστω ότι ένα μυρμηγκί εντοπίζει μια τοποθεσία με τροφή. Κατά την επιστροφή του στη φωλιά εναποθέτει φερομόνη στη διαδρομή του σε ποσότητα ανάλογη με την ποιότητα και την ποσότητα της τροφής που έχει εντοπίσει. Το ίχνος αυτό της φερομόνης είναι ανιχνεύσιμο από τα υπόλοιπα μυρμηγκία της αποικίας τα οποία είναι πιθανό να προτιμήσουν να ακολουθήσουν την ίδια διαδρομή με μεγαλύτερη πιθανότητα από μια άλλη νέα-τυχαία διαδρομή. Με αυτόν τον τρόπο ένα μυρμηγκί καταφέρνει να «στρατολογήσει» και άλλα μυρμηγκία με σκοπό να εκμεταλλευθούν την ίδια πηγή τροφής (*food source*). (β) Έστω ότι μια μέλισσα εντοπίζει μια τοποθεσία με τροφή. Τότε επιστρέφει στη φωλιά με κάποια ποσότητα τροφής και κατόπιν αν η ποιότητα και η ποσότητα της τροφής στη συγκεκριμένη τοποθεσία είναι ικανοποιητική, πραγματοποιεί τον λεγόμενο χορό των

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

μελισσών ο οποίος εμπεριέχει πληροφορίες για την τοποθεσία της τροφής (κατεύθυνση και απόσταση) αλλά και την ποσότητα και ποιότητα αυτής. Οι άλλες μέλισσες της αποικίας που παρακολουθούν το χορό αυτό είναι πολύ πιθανό να «στρατολογηθούν» για την εκμετάλλευση της τροφής στην τοποθεσία αυτή.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ενίσχυσης είναι το εξής: Έστω ένα μυρμήγκι εντοπίζει ένα ίχνος φερομόνης. Με κάποια πιθανότητα αποφασίζει να το ακολουθήσει. Αν το ακολουθήσει τότε ενισχύει το ίχνος αυτό εναποθέτοντας και την δική του φερομόνη. Με τον τρόπο αυτό η διαδρομή που ενισχύεται με επιπλέον φερομόνη γίνεται πιο ελκυστική για τα επόμενα μυρμήγκια.

Η θετική ανάδραση θα πρέπει να χρησιμοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή καθώς μπορεί να οδηγήσει σε εγκλωβισμό σε στάσιμες καταστάσεις (*stagnation*) και να μην μπορεί να βελτιστοποιηθεί το σύστημα. Τέτοιες καταστάσεις υπάρχει περίπτωση να εμφανιστούν σε τοπικά βέλτιστα ή όταν μια αρχική τυχαία λύση δώσει μια πάρα πολύ καλή τιμή και εγκλωβίσει τους υπόλοιπους πράκτορες (*agents*) χωρίς να υπάρχει δυνατότητα να ξεφύγουν.

Η αρνητική ανάδραση (*negative feedback*) αναιρεί τα αποτελέσματα της θετικής ανάδρασης και βοηθάει στη σταθεροποίηση σε κάποια συγκεκριμένη δομή. Η αρνητική ανάδραση μπορεί να μοντελοποιεί:

- την εξάντληση κάποιας πηγής τροφής. Για παράδειγμα, οι μέλισσες σταματούν να εκτελούν το χορό των μελισσών για μια τοποθεσία στην οποία η τροφή έχει εξαντληθεί και επομένως δεν στρατολογούνται άλλες μέλισσες για εκμετάλλευση της περιοχής αυτής.
- την εγκατάλειψη κάποιου μονοπατιού από τα μυρμήγκια. Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί ότι η φερομόνη που εναποθέτουν τα μυρμήγκια στη διαδρομή τους εξατμίζεται με κάποιο ρυθμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εγκατάλειψη των διαδρομών που για διάφορους εξωγενείς λόγους δεν χρησιμοποιούνται συχνά.
- τον ανταγωνισμό μεταξύ δύο διαφορετικών πηγών τροφής. Για παράδειγμα, όταν δύο μέλισσες έχουν εντοπίσει δύο διαφορετικές πηγές τροφής, εκτελούν το χορό των μελισσών στη φωλιά τους. Η μέλισσα με την καλύτερη ποιοτικά και ποσοτικά πηγή

τροφής «στρατολογεί» και τα περισσότερα μέλη της αποικίας απομακρύνοντας το ενδιαφέρον από την άλλη περιοχή.

Η ενίσχυση των τυχαίων διακυμάνσεων (*amplification of random fluctuations*) είναι σημαντικότερη διαδικασία καθώς μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων βελτιωμένων λύσεων ή και ακόμα και της συνολικά βέλτιστης λύσης ξεφεύγοντας ενδεχόμενα από τοπικά βέλτιστες συμπεριφορές. Οι τυχαίοι παράγοντες που υπεισέρχονται στα πραγματικά βιολογικά συστήματα είναι πολλοί και καθοριστικοί. Για παράδειγμα, είναι πολύ πιθανό να χαθεί ένα μυρμήγκι κατά την αναζήτηση και συγκομιδή τροφής και τελικά να ανακαλύψει μια καινούργια καλύτερη πηγή τροφής «στρατολογώντας» και άλλα μέλη της αποικίας του για την εκμετάλλευση της πηγής αυτής.

Κάθε μοντέλο αυτό-οργάνωσης βασίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ των ατόμων του. Κάθε άτομο-έντομο πρέπει να είναι σε θέση να δημιουργήσει κάποια σταθερή δομή (πχ ένα μονοπάτι φερομόνης) αλλά και να ανιχνεύσει της δομές που δημιούργησαν άλλα άτομα της κοινότητάς του. Για να έχει αποτέλεσμα η αλληλεπίδραση θα πρέπει να υπάρχει ένας ελάχιστος πληθυσμός ατόμων-εντόμων, διαφορετικά η εμφάνιση οργανωμένων δομών μέσω συλλογικής δράσης είναι αδύνατη διότι υπάρχουν τα φαινόμενα αρνητικής ανάδρασης. Έχει ήδη αναφερθεί ότι η φερομόνη εξατμίζεται με κάποιο ρυθμό. Συνεπώς, αν ένα μυρμήγκι δημιουργήσει μια νέα επιτυχημένη διαδρομή αλλά ο πληθυσμός των μυρμηγκιών δεν είναι αρκετός ώστε να ενισχύσει τη διαδρομή αυτή, τότε το νέο αυτό μονοπάτι θα εγκαταλειφθεί.

Ως μονοπάτι φερομόνης (*pheromone trail*) ορίζεται κάθε διαδρομή στην οποία έχει εναποτεθεί κάποια ποσότητα φερομόνης από ένα ή/και περισσότερα μυρμήγκια.

Τέλος, μερικά από τα χαρακτηριστικά που παρατηρούνται σε συστήματα αυτο-οργάνωσης είναι:

- Η εμφάνιση συγκεκριμένων δομών σε αρχικώς ομοιογενή μέσα. Για παράδειγμα, η δημιουργία μονοπατιών φερομόνης από τα μυρμήγκια ή η κατασκευή φωλιάς με εναπόθεση σφαιριδίων χρώματος από τους τερμίτες.
- Η εν δυνάμει εμφάνιση πολλών αποδεκτών-σταθερών λύσεων (*multistability*) ανάλογα με τις αρχικές συνθήκες. Για παράδειγμα, έστω ότι υπάρχουν δύο τοποθεσίες τροφής A και B σε ίση απόσταση από τη φωλιά των μυρμηγκιών αλλά και με την ίδια ποιότητα και

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

ποσότητα τροφής. Η τελική αξιοποίηση μιας εκ των δύο πηγών τροφής εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τις αρχικές τυχαίες διακυμάνσεις. Αλλά και οι δύο λύσεις, δηλαδή η συγκομιδή τροφής είτε από την τοποθεσία Α είτε από την Β, είναι αποδεκτές.

· Η ύπαρξη δύο καταστάσεων συμπεριφοράς των εντόμων κατά τη διεκπεραίωση μιας συλλογικής εργασίας. Για παράδειγμα, η μετάβαση από την τυχαία εναπόθεση σφαιριδίων χρώματος στην οργανωμένη κατά το κτίσιμο φωλιάς από τους τερμίτες.

Στιγμεργία.

Πολλές φορές τα κοινωνικά έντομα προκειμένου να επιτύχουν τις συλλογικές εργασίες τους πρέπει να επικοινωνήσουν είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η άμεση επικοινωνία βασίζεται στην οπτική ή χημική επαφή των εντόμων, στις ανταλλαγές τροφής ή υγρών μεταξύ των εντόμων κτλ. Αντίθετα, η έμμεση επικοινωνία βασίζεται στις μεταβολές του περιβάλλοντος από τα έντομα και την ανίχνευση των μεταβολών αυτών από τα ίδια ή άλλα έντομα της αποικίας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας διεργασίας είναι η εναπόθεση φερομόνης από τα μυρμήγκια στο έδαφος κατά τη μεταφορά τροφής στη φωλιά. Η φερομόνη αυτή είναι εντοπίσιμη και από τα υπόλοιπα μέλη της αποικίας τα οποία δρουν ανάλογα.

Η παραπάνω διαδικασία έμμεσης επικοινωνίας των εντόμων χαρακτηρίζεται από τον όρο στιγμεργία (*stigmergy*) ο οποίος προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις στίγμα (*stigma*) και έργο (*ergo*) και εισήχθη για πρώτη φορά από τον Grassé στο έργο του για τους τερμίτες *Bellicositermes Natalensis* και *Cubitermes*. Βασικά, στο έργο αυτό είχε ορίσει τον όρο στιγμεργία (*stigmergy*) ως εξής: «διέγερση των εργατών από την απόδοση που έχουν επιτύχει». Ο Grassé παρατήρησε ότι τα έντομα διεγείρονται εκτελώντας μια γενετικά προκαθορισμένη αντίδραση όταν δεχτούν ένα σημαντικό ερέθισμα. Η αντίδραση αυτή μπορεί να αποτελεί ένα νέο σημαντικό ερέθισμα τόσο για το ίδιο το έντομο που την ενεργοποίησε αρχικά όσο και για τα υπόλοιπα μέλη της αποικίας του.

Πιο συγκεκριμένα, ο Grassé παρατήρησε τη διαδικασία δημιουργίας φωλιάς στους τερμίτες *Bellicositermes Natalensis* και *Cubitermes*. Η διαδικασία έχει ως εξής αρχικά, οι τερμίτες εναποθέτουν τυχαία στην περιοχή που πρόκειται να χτιστεί η φωλιά τους χωμάτινα σφαιρίδια εμπλουτισμένα με την φερομόνη τους. Κάθε επόμενος τερμίτης

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

ανιχνεύει τα σφαιρίδια αυτά και εναποθέτει το δικό του δίπλα τους. Με αυτό τον τρόπο σχηματίζονται σωροί από χωμάτινα σφαιρίδια. Όταν για τυχαίους λόγους κάποιος από αυτούς τους σωρούς ξεπεράσει ένα ορισμένο μέγεθος, δηλαδή υπάρξει μια συγκεκριμένη συσσώρευση ποσότητας φερομόνης, τότε το γεγονός αυτό αποτελεί ένα νέο σημαντικό ερέθισμα που κινητοποιεί τους τερμίτες να εναποθέσουν τα επόμενα σφαιρίδια στο σωρό αυτό ώστε να σχηματιστεί μια στήλη. Αργότερα, θα σχηματιστούν τα τόξα που ενώνουν τις στήλες μεταξύ τους και τελικά θα δημιουργηθεί η φωλιά. Αν όμως ο πληθυσμός των τερμιτών δεν είναι αρκετά μεγάλος, τότε λόγω της εξάτμισης της φερομόνης δεν συσσωρεύεται ποτέ η απαιτούμενη ποσότητα σφαιριδίων (και άρα φερομόνης) που να ενεργοποιεί την επόμενη φάση στο κτίσιμο της φωλιάς.

Οι Bonabeau, Dorigo και Theraulaz συμπλήρωσαν τον ορισμό του Grassé και του έδωσαν την εξής μορφή: Στιγμεργετική (*stigmergetic*) επικοινωνία είναι κάθε έμμεση επικοινωνία η οποία πραγματοποιείται με φυσικές μεταβολές στο περιβάλλον οι οποίες είναι μόνο τοπικά προσπελάσιμες από τα επικοινωνούντα άτομα (*agents*).

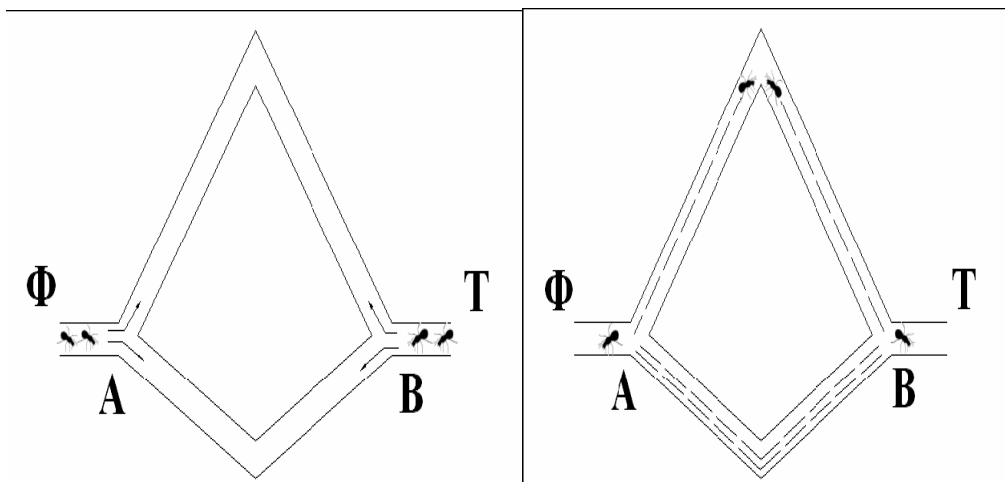
Τέλος, θα πρέπει να επισημανθεί ότι η στιγμεργετική επικοινωνία συμβάλλει στην ευελιξία ή/και προσαρμοστικότητα του συστήματος στο περιβάλλον. Κάθε εξωγενής αλλαγή στις παραμέτρους του περιβάλλοντος μπορεί να ληφθεί από τα άτομα της αποικίας ως ενδογενής αλλαγή από κάποια άλλα άτομα της αποικίας και να αντιμετωπισθεί ανάλογα.

4. Ανάπτυξη και συγκομιδή τροφής στις αποικίες των μυρμηγκιών.

Έχει ήδη αναφερθεί ότι τα μυρμηγκία έχουν την δυνατότητα να δημιουργούν μονοπάτια με φερομόνη (*pheromone trails*) όταν ψάχνουν για τοποθεσίες με τροφή ή όταν επιστρέφουν στη φωλιά μεταφέροντας τροφή ή και τα δύο ανάλογα με το είδος του μυρμηγκιού. Τα άλλα μυρμηγκία της αποικίας έχουν την δυνατότητα να ανιχνεύουν τα μονοπάτια αυτά και να αποφασίσουν με κάποια πιθανότητα αν θα τα ακολουθήσουν.

Η διαδικασία κατά την οποία τα μυρμηγκία προτρέπονται από κάποια άλλα να εκμεταλευτούν μια συγκεκριμένη πηγή τροφής ονομάζεται στρατολόγηση (*recruitment*). Όταν αυτή η διαδικασία βασίζεται μόνο σε χημικά ίχνη (φερομόνη) τότε ονομάζεται μαζική στρατολόγηση (*mass recruitment*).

Γενικά, η διαδικασία δημιουργίας βέλτιστης διαδρομής μεταξύ δύο σημείων έχει ως εξής (Εικόνα 33 και Εικόνα 34): έστω δύο σημεία T (τοποθεσία τροφής) και Φ (τοποθεσία φωλιάς) που συνδέονται με δύο διαδρομές μια μικρού και μια μεγάλου μήκους και έστω ότι τα μυρμήγκια πρόκειται να κινηθούν μεταξύ αυτών των δύο σημείων. Τα μυρμήγκια ξεκινώντας την πορεία τους επιλέγουν μια από τις δύο διαδρομές εντελώς τυχαία. Όταν τα μυρμήγκια που έχουν φτάσει στην τροφή μέσω της σύντομης διαδρομής πρόκειται να επιστρέψουν στη φωλιά, τότε χρησιμοποιούν και πάλι τη σύντομη διαδρομή καθώς αυτή είναι εμπλουτισμένη με τη φερομόνη που έχουν ήδη εναποθέσει. Επιπλέον, τα μυρμήγκια που φτάνουν στην τροφή έχοντας ακολουθήσει τη μεγάλη διαδρομή όταν πρόκειται να αποφασίσουν πια πορεία θα επιλέξουν για την επιστροφή τους θα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλέξουν τη σύντομη διαδρομή η οποία και θα έχει περισσότερη φερομόνη (αν αγνοήσουμε το ότι μπορεί να διαθέτουν και περιορισμένη μνήμη ή και άλλες μεθόδους προσανατολισμού). Προφανώς, τα νέα μυρμήγκια που ξεκινούν από τη φωλιά θα επιλέγουν με μεγαλύτερη πιθανότητα τη μικρού μήκους διαδρομή. Τελικά, με αυτόν τον τρόπο, δηλαδή με τη βοήθεια της θετικής ανάδρασης (εναπόθεση φερομόνης), τα μυρμήγκια επιτυγχάνουν να επιλέξουν την συντομότερη (βέλτιστη) διαδρομή.



Εικόνα 33. Έστω ότι τα μυρμήγκια κινούνται από το Φ στο T και αντίστροφα. Όταν φτάσουν στη διακλάδωση A ή B θα πρέπει να επιλέξουν μεταξύ της μικρής και της μεγάλης διαδρομής. Η επιλογή γίνεται τυχαία καθώς και στις δυο διαδρομές δεν υπάρχει φερομόνη.

Εικόνα 34. Οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν την κατανομή των επιπέδων της φερομόνης αφού τα μυρμήγκια που επέλεξαν τη σύντομη διαδρομή ολοκληρώσουν την μετακίνηση από το A στο B και αντίστροφα. Είναι φανερό ότι τα νέα μυρμήγκια που θα φτάσουν στη διακλάδωση A ή B θα επιλέξουν τη

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

σύντομη διαδρομή με μεγαλύτερη πιθανότητα.

Ο Deneubourg με τους συνεργάτες του πραγματοποίησαν μια σειρά πειραμάτων με τα οποία αποδεικνύουν πειραματικά την παραπάνω διαδικασία και μάλιστα καταλήγουν και σε κάποια θεωρητικά μοντέλα τα οποία και επιβεβαιώνουν με προσομοιώσεις Monte-Carlo. Παρακάτω, θα παρουσιάσουμε συνοπτικά μερικά από τα πιο σημαντικά αποτελέσματα και συμπεράσματα αυτών των μελετών. Πιο συγκεκριμένα, ο Deneubourg εργάστηκε με τα μυρμήγκια *Iridomyrmex humilis* από την Αργεντινή τα οποία έχουν περιορισμένες ικανότητες προσανατολισμού και επιπλέον η φερομόνη τους έχει σχετικά μεγάλο χρόνο ημιζωής ($\approx 30\text{min}$) σε σχέση με τη συνολική χρονική διάρκεια των πειραμάτων με συνέπεια να αγνοείται η επίδρασή της (δηλαδή δεν υφίσταται στο μοντέλο αρνητική ανάδραση).

Αποδείχθηκε ότι όταν οι δύο διαδρομές που συνδέουν τη φωλιά με την τοποθεσία της τροφής είναι ίσης απόστασης (Εικόνα 35), τότε ενώ αρχικά τα μυρμήγκια επιλέγουν με πιθανότητα 50% μια από τις δύο διαδρομές, αργότερα λόγω τυχαίων διακυμάνσεων (που συνεπάγονται αύξηση της φερομόνης σε μια από τις δυο διαδρομές) καταλήγουν να χρησιμοποιούν σχεδόν όλα τα μυρμήγκια τη μια από αυτές τις διαδρομές (Εικόνα 36). Το συγκεκριμένο πείραμα δείχνει το αποτέλεσμα της θετικής ανάδρασης και το ρόλο που παίζουν οι τυχαίες διακυμάνσεις.

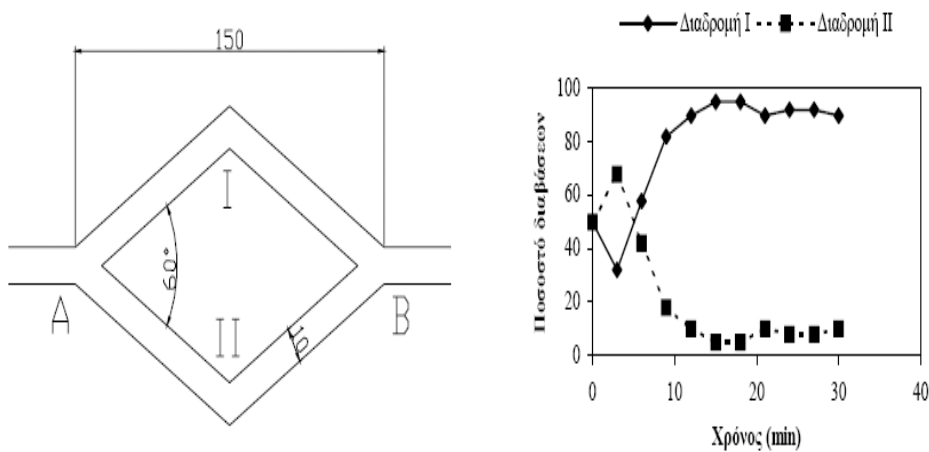
Οι συγγραφείς πραγματοποίησαν παρόμοια πειράματα με το προηγούμενο χρησιμοποιώντας διαδρομές με διαφορετικά μήκη (Εικόνα 35). Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μικρού μήκους διαδρομή είναι πιθανότερο να επιλεγεί όσο μεγαλύτερος είναι ο πληθυσμός των μυρμηγκιών και όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος των μηκών των δύο διαδρομών – εκτός και αν τυχαίος θόρυβος καθυστερεί ή αλλοιώνει τη διαδικασία επιλογής της συντομότερης διαδρομής. Επίσης, σημαντικό είναι το γεγονός ότι αν η μικρού μήκους διαδρομή παρουσιασθεί στα μυρμήγκια μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα και αφού έχουν κατασταλάξει στη μακρά διαδρομή τότε είναι σχεδόν αδύνατο τα μυρμήγκια να εντοπίσουν και να αξιοποιήσουν τη νέα συντομότερη διαδρομή. Η κατάσταση αυτή στην οποία τα μυρμήγκια δεν είναι πλέον ικανά να εντοπίσουν νέες συντομότερες διαδρομές ονομάζεται στασιμότητα (*stagnation*). Προφανώς, για να αποφευχθούν τέτοιες καταστάσεις πρέπει να υιοθετηθούν άλλοι

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

μηχανισμοί, όπως για παράδειγμα η ταχεία εξάτμιση της φερομόνης (αρνητική ανάδραση).

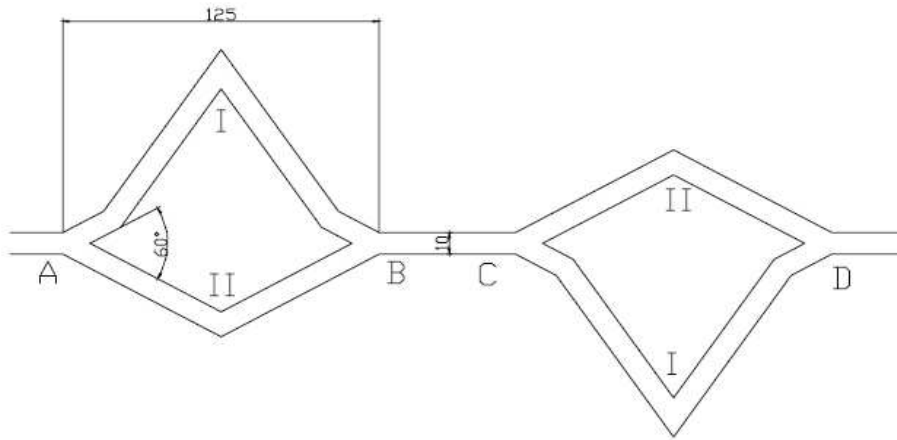
Ένα άλλο φυσικό παράδειγμα είναι η συμπεριφορά των μυρμηγκιών *Lasius niger* τα οποία συγκρατούν στη μνήμη τους την τοποθεσία της τροφής και μπορούν να αντιληφθούν αν κινούνται σε μεγάλη γωνία ως προς την επιθυμητή πορεία. Έτσι, λοιπόν, αν το ερέθισμα (επίπεδα φερομόνης) δεν είναι ικανοποιητικό ώστε να συνεχίσουν την πορεία τους στο συγκεκριμένο μονοπάτι, κάνουν αναστροφή και επιστρέφουν στο αρχικό σημείο της διακλάδωσης αναζητώντας μια καλύτερη διαδρομή.

Επίσης, τα μυρμηγκία *Myrmica rubra*, αξιοποιώντας ένα παρόμοιο μηχανισμό με τον παραπάνω, εναποθέτουν μικρότερη ποσότητα φερομόνης όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλισή τους από το βασικό νοητό άξονα που συνδέει τη φωλιά με την τοποθεσία της τροφής. Με τον τρόπο αυτό ευνοούνται οι διαδρομές που βρίσκονται κοντά στην ευθεία φωλιάς-πηγής τροφής.

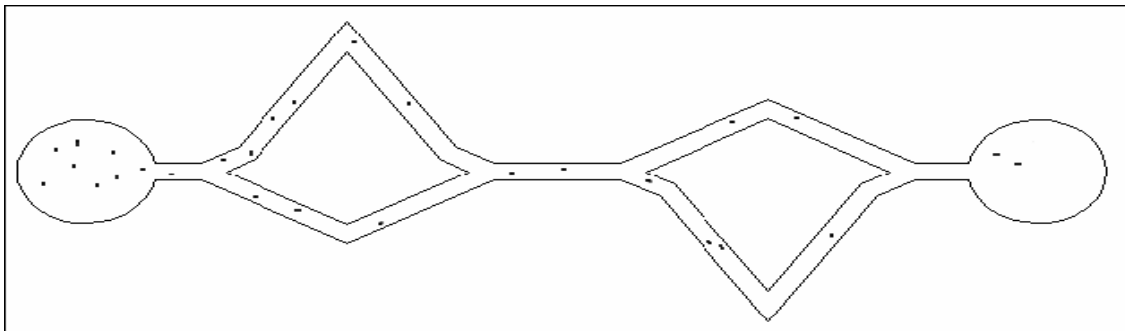


Εικόνα 35. Η πειραματική διάταξη (γέφυρα) του [18] που τοποθετήθηκε μεταξύ της φωλιάς και της πηγής τροφής.

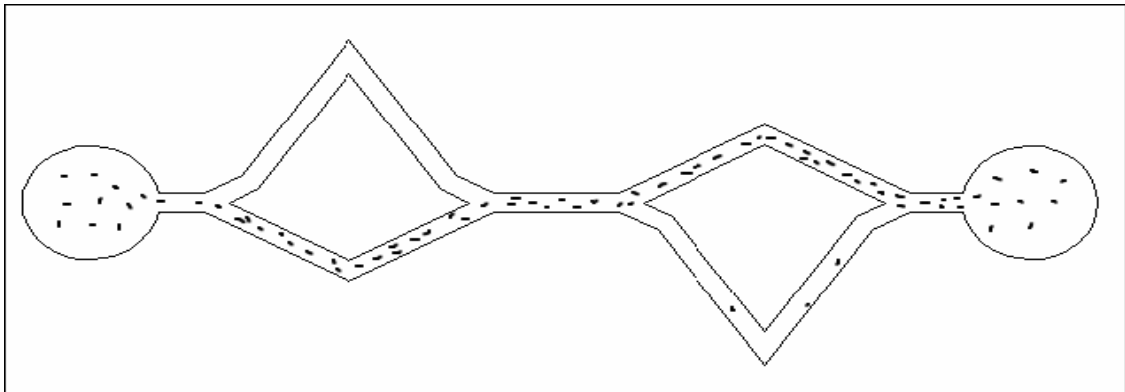
Εικόνα 36. Το ποσοστό των μυρμηγκιών που χρησιμοποίησαν τις διαδρομές I και II



Εικόνα 37. Η πειραματική διάταξη (γέφυρα) που χρησιμοποιήθηκε παρατηρούμε ότι η είσοδος (η οποία είναι και έξοδος κατά την αντίστροφη κίνηση) κάθε διαδρομής σε όλες τις διακλαδώσεις είναι στις 30° σε σχέση με την κύρια διαδρομή. Με τον τρόπο αυτό, τα μυρμήγκια κατά την έναρξη του πειράματος δείχνουν την ίδια προτίμηση και για τις δύο διαδρομές σε κάθε διακλάδωση. Επίσης, με την γωνία των 60° που σχηματίζεται αποφεύγονται κατά το δυνατόν οι αναστροφές των μυρμηγκιών (δηλαδή ενώ ένα μυρμήγκι κινείται από το A στο B μέσω της διαδρομής I μόλις φτάσει στο B να κινηθεί από το B στο A μέσω της διαδρομής II).



Εικόνα 38. Σχηματική κατανομή των μυρμηγκιών *Iridomyrmex humilis* σε μικρό χρονικό διάστημα από την έναρξη του πειράματος.



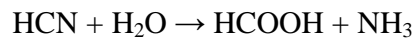
Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Εικόνα 39. Σχηματική κατανομή των μυρμηγκιών *Iridomyrmex humilis* σε σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα από την έναρξη του πειράματος.

Παρασκευές.

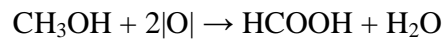
Το μεθανικό οξύ ή μεθανοϊκό οξύ ή μυρμηγκικό οξύ ή φορμικό οξύ (HCOOH) (E236) είναι το απλούστερο από τα καρβονικά οξέα και το πρώτο της ομόλογης σειράς των [αλκανικών οξέων](#).

1. Με υδρόλυση υδροκυανίου (HCN) σε όξινο ή αλκαλικό περιβάλλον:

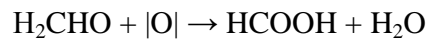


2. Με οξείδωση:

1. [μεθανόλης](#) (CH₃OH):



2. [μεθανάλης](#) (H₂CHO):



3. [αιθενίου](#) (CH₂=CH₂):



3. Με ειδικές μεθόδους:

1. Μπορεί να παραχθεί από την μεθυλική αλκοόλη σε αντίδραση με μονοξείδιο του άνθρακα στους 80°C και 40 atm πίεσης.



2. Σύνθεση με [CO](#) και NaOH :



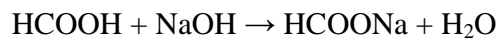
Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Ιδιότητες και χρήσεις.

Είναι υγρό, άχρωμο και καυστικό εάν έρθει σε επαφή με το δέρμα. Δεν είναι διαλυτό στο [νερό](#), αλλά διαλύεται εύκολα σε [ακετόνη](#) (προπανόνη CH₃COCH₃). Το όνομα «μυρμηγκικό οξύ» προέρχεται από τα [μυρμήγκια](#), στον οργανισμό συντίθεται και χρησιμεύει ως αμυντικό δηλητήριο. Είναι επίσης κύριο συστατικό του δηλητηρίου των [μελισσών](#) και των άλλων [υμενοπτέρων](#). Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται συχνά [αμμωνία](#) ή [σόδα](#) για την ανακούφιση από τα τσιμπήματά τους, αφού αυτές και άλλες αλκαλικές ενώσεις εξουδετερώνουν την αρκετά ισχυρή όξινη συμπεριφορά του μεθανικού οξέος. □ Από χημικής πλευράς οι κυριότερες ιδιότητες του μεθανικού οξέος είναι :

1. Σύζευξη: Όπως όλα τα αλκανικά οξέα σχηματίζει διμερισμένα μόρια που ενώνονται μεταξύ τους με [δεσμούς υδρογόνου](#) (=O...H-O). Άλλωστε το σχετικό φορτίο του O (C=O) είναι -0,44 και του H (H-O) είναι +0,39.

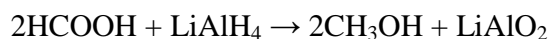
2. Όξινος χαρακτήρας - σχηματισμός αλάτων :



3. Σχηματισμός [μεθανάλης](#) με πυρόλυση αλάτων του με [Ca](#) :

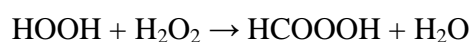


4. Αναγωγή προς [μεθανόλη](#) :



5. Οξείδωση :

1. Με H₂O₂ :



Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

Το μυρμηγκικό οξύ χρησιμοποιείται ως προσθετικό στα [τρόφιμα](#) για την εξάλειψη των βακτηρίων της σαλμονέλας. Στα τρόφιμα αναγράφεται με τον κωδικό E 236.

2.5.Καταπολέμηση.

Είναι ένα έντομο υψηλής ενόχλησης διότι εμφανίζεται σε μεγάλους πληθυσμούς. Η επαγγελματική αντιμετώπιση του προβλήματος της παρουσίας των μυρμηγκιών διαθέτει διάφορα μέσα όπως δολώματα, ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων, αποθητικά υλικά, εντομοκτόνα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την επίλυση οποιασδήποτε προσβολής μυρμηγκιών.

Για την καταπολέμηση των μυρμηγκιών εφαρμόζουμε: υπολειμματικούς ψεκασμούς με εντομοκτόνα υγειονομικής σημασίας, τοποθέτηση εντομοκτόνων υγειονομικής σημασίας σε σκόνη στα περάσματα, τοποθέτηση μη τοξικών μυρμηγκοκτόνων gel ή παγίδες μυρμηγκιών και τοποθέτηση αποθητικών οικολογικών ουσιών ανάλογα με την περίπτωση. Εξασφαλίζουμε άριστα αποτελέσματα ακόμη και σε περιπτώσεις σοβαρών προσβολών, όπως όταν τα μυρμηγκία εκτός από τους εξωτερικούς χώρους έχουν εισβάλλει και στους εσωτερικούς έχοντας δημιουργήσει διόδους ή και φωλιές μέσα στα κτίρια, ή βγαίνουν μέσα από πρίζες και πατώματα. Ειδικά σε περιπτώσεις κατοικιών με κήπους σε περιοχές που υπάρχουν αυξημένοι πληθυσμοί μυρμηγκιών, ο τακτικός ψεκασμός των υπαίθριων χώρων (κήπων) με ειδική αντλία ψεκασμού και ειδικά σκευάσματα εξασφαλίζει εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Τα παρασιτοκτόνα μπορούν να εξαλείψουν τα μυρμηγκία με πολλούς διαφορετικούς τρόπους.

- Με τα δολώματα, τα οποία μεταφέρονται στις φωλιές, μπορούν να εξοντωθούν οι βασίλισσες και οι εργάτριες που είναι εκεί.
- Διαβροχή με υπολειμματικό εντομοκτόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις φωλιές του εδάφους.

Έντομα οργανωμένα σε κοινωνίες, μορφολογία, βιολογία, ζημιές και αντιμετώπιση.

- Υπολειμματικοί ψεκασμοί μπορούν να γίνουν γύρω από τις φωλιές για την εξόντωση των διερχομένων μυρμηγκιών.
- Περιμετρικές εφαρμογές μπορούν εκτελεστούν εξωτερικά των κτιρίων για την προστασία τους.

Βιβλιογραφία.

1. Esenther, G.R. (1969) Termites in Wisconsin. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 62: 1274-1284
2. Fougerousse, M. & Perlade, J. (1975) the present status of termites in Europe. *Record of the 1975 Annual Conv. of the British Wood Preserving Assoc, (publ. 1977).*
3. Fouquet, D. (2000) Termites in the French overseas departments and territories (Dom - Torn). The main species attacking timber, 2000.
4. Forschler, B.T. & Henderson, G. (1995) subterranean termite behavioral reaction to water and survival of inundation: implications for field populations. *Environ. Entomol.* 24(6): 1592-1597
5. Grace, J.K. (1989) Northern subterranean termites. *Pest Management*, 8(11): 14-16
6. Grace, J.K. (1992) Termite distribution, colony size and potential for damage. *Proc. Natl. Conf. Urban Entomol.* W.H.Robinson, Ed. College Park, Md : 67-76
7. Grace, J.K. & Yamamoto, R.T. (1992) Termiticidal effects of a glycol-bo-

rate wood surface treatment. *Forest Prod. J.* 44(3): 41 -45

8. Grace, J.K. & Yamamoto, R.T. (1994) Simulation of remedial borate treatments to reduce attack by the Formosan subterranean termite. *J. Econ. Entomol.* 87(6): 1557-1554

9. Higa, S.Y. & Tamashiro, M. (1983) Swarming of *Coptotermes formosanus* in Hawaii. *Proc. of the Hawaiian Entomol. Soc.* 24:233-238

10. Howard, R.W. & Haverty, M.I. (1980) Reproductives in mature colonies of *Reticulitermes flavipes*: abundance, sex ratio and association with soldiers. *Environ. Entomol.* 9:458-460

11. Kard, B.M. & Malette, E.J. (1997) Resistance of six wood products used in panelling to *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) *J. Econ. Entomol.* 90(1): 177-182

12. Kartal, N.S. & Green, F. (2003) Decay and termite resistance of medium density fiberboard (MDF) made from different wood species. *Internat. Biodeter. & Biodegrad* 51 : 29 - 35

13. Minnick, D.R. (1973) the flight and courtship behavior of the dry wood termite *Cryptotermes brevis*. *Environ. Entomol.* 2:587-591.

14. Μπούχελος, Κ.Θ. (2003) Ξυλοφάγα Έντομα Κατοικημένων Χώρων Πανεπ. Παραδόσεις, Γεωπονικό Πανεπ. Αθηνών: 112σελ.

15. Μπούχελος, Κ.Θ. (2005) *Βιολογικοί Παράγοντες Φθοράς Έργων Τέχνης – Έντομα Μουσείων. Σημειώσεις μαθημάτων, Τ.Ε.Ι. ΑΘΗΝΩΝ, 26ΣΕΛ.*

16. Noirot, C.H. & Pasteels, J.M. (1987) Ontogenetic development and evolution of the worker caste in termites *Experimentia*, 43:851-860.

17. Nutting, W.L. (1969) Flight and colony foundation, in: *Biology of termites. K. Krishna & F.M. Weesner, Eds, Vol I pp. 233-282. Academic Press New York, N.Y*

18. Pearce, M.J. (1997) *Termites: Biology and Pest Management. CAB International Univ. Press, Cambridge, England.*

19. Potter, M.F. (2004) *Termites. In: Handbook of Pest Control by A. Mallis (ninth edition) Framac & Foster Co., Cleveland, Ohio, U.S.A.: 217-361.*

20. Sheffrahn, R.H. et al. (1988) A survey of structure-infesting termites of peninsular Florida. *Florida Entomol.* 71(4): 615-630.
21. Smith, J.L & Rust, M.K. (1994) Temperature preferences of the western subterranean termite, *Reticulitermes Hesperus* Banks. *J. Arid. Environ.* 28:313-323.
22. Smythe, R.V. & Carter, F.L. (1970a) Feeding responses to sound wood by *Coptotermes formosanus*, *Reticulitermes flavipes* and *R. virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 63: 841-847. (1970b) Survival and behavior of three subterranean termite species in sawdust of eleven wood species. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 63: 847-850.
23. Su, N.Y. (1993) Baits. *Pest Control Technology* 21 (7): 72, 73, 76, 78, 80, and 114.
24. Su, N.Y. & Sheffrahn, R.H. (1987) alate production of a field colony of the Formosan subterranean termite. *Sociobiology.* 13:167-172.
25. Su, N.Y. et al. (1993) Barrier efficacy of pyrethroid and organophosphate formulations against subterranean termites. *J. Econ. Entomol.* 86(3): 772-776.
26. Thorne B.L. et al. (1997) incipient colony development in the subterranean termite *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology.* 30:145-159.
27. Γούναρη Σ. 1995. Είδη και φυλές μελισσών.
28. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (9) σελ. 307, 308, 309, 310.
29. Θρασυβούλου Α., 1993. Μέθοδοι Βασιλοτροφίας.
30. Θρασυβούλου Α., 1998. Πρακτική Μελισσοκομία Θεσσαλονίκη σελ. 13, 14, 34, 87, 90, 91, 92, 93, 97, 98, 99, 100.
31. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (5) σελ. 177, 178, 179.
32. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (6) σελ. 131, 132.
33. Λιάκος Β., 2000. Εποχιακοί χειρισμοί και άλλες μελισσοκομικές εργασίες. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (10) σελ. 429.
34. Λιάκος Β., 2001. Η βελτίωση και η επιλογή στα μελίσσια μύθος και πραγματικότητα. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (6) σελ. 276, 277, 278, 279.
35. Λιάκος Β., 1993. Σμηνοργία Μελισσοκομική Επιθεώρηση (5) σελ. 186,

187.

36. Λιάκος Β., 2003. Παραγωγή μελισσών. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (5-6) σελ. 138.

37. Μπουγά Μ., 2004. Το γονίδιο που καθορίζει το φύλλο στη μέλισσα. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (7-8) σελ. 213, 214.

38. Μπουγά Μ., 2004. Για τη γενετική βελτίωση των μελισσών (9), Μελισσοκομική επιθεώρηση, σελ. 299, 300.

39. Παπάς Ν., 1991. Ρυθμός ωοτοκίας στη Μακεδονική μέλισσα. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (6) σελ. 166, 167, 168.

40. Παππάς Ν., 2003. Εποχιακοί χειρισμοί και άλλες μελισσοκομικές εργασίες. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (7) σελ. 93.

41. Τσέλιος Δ., 1995. Επιλογή στη μελισσοκομία. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (11) σελ. 401.

42. Τσέλιος Δ., 2001. Τα Α., . . . Β της Μελισσοκομίας. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (3) σελ. 141, 142.

43. Τσέλιος Δ., 2004. Το Α., . . Β της Μελισσοκομίας. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (1/2) σελ. 38, 39.

44. Τσέλιος Δ., 2004. Το Α., . . Β της Μελισσοκομίας. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (7/8) σελ. 227.

45. Τσέλιος Δ., 2004. Το Α., . . Β της Μελισσοκομίας. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (3) σελ. 107, 108.

46. Υφαντίδης Μ., 2002. Η χημική επικοινωνία στην κοινή μέλισσα *Apis mellifera*. Μελισσοκομική Επιθεώρηση (7-8) σελ. 207, 208.

47. Υφαντίδης Μ., 1987 Μελισσοκομία επιστήμη και εφαρμογή Θεσσαλονίκη 321, 322, 323, 324, 344, 345, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 374, 375, 376.

48. Χαριζάνης Π., 1996. Μέλισσα και μελισσοκομική τεχνική Θεσσαλονίκη (III) σελ. 1, 2, 6, 7, 8, 9, 45, 46, 56, 57, 67, 161, 12, 163, 164, 168, 169, 170, 171, 182, 173, 174, 175, 176, 182, 187, 189, 190, 191, 370, 371.

49. [International Union for the Study of Social Insects](#) [Αιθνής Ένωση για τη Μελέτη των Κοινωνικών Εντόμων](#).

50. [Ward, Philip S \(2007\). " Phylogeny, classification, and species-level taxonomy of ants \(Hymenoptera: Formicidae\) "](#)
51. Brown JM & Verhaagh M (2008). [A β Rabeling C, Brown JM Verhaagh & M \(2008\). "Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution". PNAS 105 : 14913.](#)
52. Wade, Nicholas (15 July 2008). «[Taking a Cue from Ants on Evolution of Humans](#) ".
53. [Agosti D \(2001\). " A formicine in New Jersey Cretaceous amber \(Hymenoptera: Formicidae\) and early evolution of the ants ". Proceedings of the National Academy of Sciences 97: 13678–13683.](#)
54. Moreau CS, Bell CD, Vila E, Archibald SB, Pierce NE (2006). " [Phylogeny of the ants: Diversification in the Age of Angiosperms](#) ". [Science](#) 312 (5770): 101–104.
55. [EO Wilson, Carpenter FM, Brown WL \(1967\). "The first Mesozoic ants". Science 157: 1038–1040.](#)
56. Brothers DJ (1999). "Phylogeny and evolution of wasps, ants and bees (Hymenoptera, Chrysoidea, Vespoidea, and Apoidea)". *Zoologica Scripta* 28 : 233–249.
57. Hölldobler & Wilson (1990), pp. 23–24.
58. [Order Isoptera - Termites](#). Iowa State University Entomology. 16 February 2004.
59. ["Family Mutillidae - Velvet ants" . Iowa State University Entomology. 16 February 2004 .](#)
60. "Ant". Merriam-Webster Online Dictionary». Merriam - Webster.
61. Simpson DP (1979). *Cassell's Latin Dictionary (5 Ed.)*. London: Cassell Ltd.
62. Hölldobler & Wilson (1990), p. 4.
63. Jones, Alice S. ["Fantastic ants - Did you know?"](#) National Geographic Magazine.
64. Thomas, Philip (2007). ["Pest Ants in Hawaii" . Hawaiian Ecosystems at Risk project \(HEAR\).](#)
65. Hölldobler & Wilson (1990), p. 589.

66. Shattuck SO (1999). Australian ants: their biology and identification. Collingwood, Vic: CSIRO. pp. 149.
67. Johnson NF (2007). "[Hymenoptera name server](#)". [Ohio State University](#) .
68. Borror, Triplehorn & DeLong (1989), p. 737.
69. Fent K, Rudiger W (1985). "Ocelli: A celestial compass in the desert ant *Cataglyphis* ". Science 228 (4696): 192–194.
70. Eisner T, Happ GM (1962). «[The infrabuccal pocket of a formicine ant: a social filtration device](#) ". Psyche 69 : 107–116.
71. [Wilson EO](#) (1953). "The origin and evolution of polymorphism in ants". [Quarterly Review of Biology](#) 28 (2): 136–56.
72. Weber, NA (1946). «[Dimorphism in the African *Oecophylla* worker and an anomaly \(*Hym.: Formicidae*\)](#) » (PDF). Annals of the Entomological Society of America 39: 7–10.
73. Edward O. Wilson and Robert W. Taylor (1964). «[A Fossil Ant Colony: New Evidence of Social Antiquity](#) » (PDF). Psyche 71 : 93–103.
74. Moffett MW, Tobin JE (1991). «[Physical castes in ant workers: a problem for *Daceton armigerum* and other ants](#) »
75. Hughes WOH, Sumner S, Van Borm S, Boomsma JJ (2003). "Worker caste polymorphism has a genetic basis in *Acromyrmex* leaf-cutting ants". Proceedings of the National Academy of Sciences 100 (16): 9394–9397. Rossa KG, Kriegera MJB, Shoemaker DD (2003). "Alternative genetic foundations for a key social polymorphism in fire ants". Genetics 165 : 1853–1867.
76. Crosland MWJ, Crozier RH (1986). " *Myrmecia pilosula*, an ant with only one pair of chromosomes". Science 231 : 1278.
77. Tsutsui ND, Suarez AV, Spagna JC, Johnston JS (2008). «[The evolution of genome size in ants](#) ". BMC Evolutionary Biology 8 (64): 64.
78. Gillott, Cedric (1995). Entomology. Springer. pp. 325.
79. Hölldobler & Wilson (1990), pp. 351, 372.
80. Sorensen A, Busch TM, Vinson SB (1984). «[Behavioral flexibility of temporal sub-castes in the fire ant, *Solenopsis invicta* , in response to food](#) ". Psyche 91 : 319–332.
81. Hölldobler & Wilson (1990), pp. 143–179.

82. Keller L (1998). "Queen Lifespan and colony characteristics in ants and termites". [Insectes Sociaux](#) 45 : 235–246.
83. Jackson DE, Ratnieks FL (August 2006). "Communication in ants". *Curr. Biol.* 16 (15): R570–4.
84. Goss S, Aron S, Deneubourg JL, Pasteels JM (1989). "Self-organized shortcuts in the Argentine ant". *Naturwissenschaften* 76: 579–581.
85. Detrain C, Deneubourg JL, Pasteels JM (1999). Information processing in social insects. Birkhäuser. pp. 224–227.
86. Hölldobler & Wilson (1990), p. 354.
87. Hickling R, Brown RL (2000). "Analysis of acoustic communication by ants". [Journal of the Acoustical Society of America](#) 108 (4): 1920–1929.
88. Roces F, [Hölldobler B](#) (1996). "Use of stridulation in foraging leaf-cutting ants: Mechanical support during cutting or short-range recruitment signal? » [Behavioral Ecology and Sociobiology](#) 39 : 293.
89. Stafford CT (1996). "Hypersensitivity to fire ant venom". *Annals of allergy, asthma, & immunology* 77 (2): 87–99.
90. Gronenberg W (1996). «[The trap-jaw mechanism in the Dacetine ant *Daceton Armigerum* and *Strumigenys* sp](#) » (PDF). *The Journal of Experimental Biology* 199 (9): 2021–2033 .
91. Peeters C, Hölldobler B, Moffett M, Musthak Ali TM (1994). "“Wall-papering” and elaborate nest architecture in the ponerine ant *Harpegnathos saltator*". *Insectes Sociaux* 41 : 211–218.
92. Maschwitz U, Moog J (2000). "Communal peeing: a new mode of flood control in ants". *Naturwissenschaften* 87 (12): 563–565
93. Franks NR, Richardson T (2006). "Teaching in tandem-running ants". [Nature](#) 439 (7073): 153.
94. Hölldobler & Wilson (1990), p. 573.
95. Schultz TR (1999). "Ants, plants and antibiotics". *Nature* 398 : 747–748.
96. Sommer S, Wehner R (2004). " [The ant's estimation of distance travelled: experiments with desert ants, *Cataglyphis fortis*](#) ". *Journal of Comparative Physiology* 190 (1): 1–6.

97. Wehner R, Menzel R (1969). "Homing in the ant *Cataglyphis bicolor*". [Science](#) 164 (3876): 192–194.
98. Morrison LW (1998). "A review of Bahamian ant (Hymenoptera: Formicidae) biogeography". *Journal of Biogeography* 25 (3): 561–571.
99. Clay RE, Andersen AN (1996). "Ant fauna of a mangrove community in the Australian seasonal tropics, with particular reference to zonation". [Australian Journal of Zoology](#) 44 : 521–533.
100. Crosland MWJ, Crozier RH, Jefferson E (1988). «[Aspects of the biology of the primitive ant genus *Myrmecia* F. \(Hymenoptera: Formicidae\)](#) ". *Australian Journal of Entomology* 27: 305–309.
101. Moffett MW. "[Ant, Bulldog Ants](#)". National Geographic.
102. Diehl E, Junqueira LK, Berti-Filho E (2005). " [Ant and termite mound coinhabitants in the wetlands of Santo Antonio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brazil](#) ". [Brazilian Journal of Biology](#) 65 (3): 431–437.
103. Henderson G, Andersen JF, Phillips JK, Jeanne RL (2005). "Internest aggression and identification of possible nest mate discrimination pheromones in polygynous ant *Formica Montana* ". [Journal of Chemical Ecology](#) 16 (7): 2217–2228.
104. Ward PS (1996). «[A new workerless social parasite in the ant genus *Pseudomyrmex* \(Hymenoptera: Formicidae\), with a discussion of the origin of social parasitism in ants](#) ". *Systematic Entomology* 21: 253–263.
105. Taylor RW (1968). «[The Australian workerless inquiline ant, *Strumigenys xenon Brown* \(Hymenoptera-Formicidae\) recorded from New Zealand](#) ". *New Zealand Entomologist* 4 (1): 47–49 .
106. Hölldobler & Wilson (1990), pp. 436-448.
107. Fournier, D, Estoup A, Orivel J, Foucaud J, Jourdan H, Le Breton J, Keller L (2005). "Clonal reproduction by males and females in the little fire ant". *Nature* 435 : 1230–1234.
108. Reiskind J (1977). "Ant-mimicry in Panamanian clubionid and salticid spiders (Araneae: Clubionidae, Salticidae)". *Biotropica* 9 (1): 1–8.
109. Cushing PE (1997). «[Myrmecomorphy and myrmecophily in spiders: A Review](#) » (PDF). *The Florida Entomologist* 80 (2): 165–193.

110. Styrsky JD, Eubanks MD (January 2007). «[Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects](#) ". Proc. Biol. Sci. 274 (1607): 151–64.
111. Jahn GC, Beardsley JW (1996). "Effects of *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) on survival and dispersal of *Dysmicoccus neobrevipes* (Homoptera: Pseudococcidae)". [Journal of Economic Entomology](#) 89 : 1124–1129.
112. Pierce NE, Braby MF, Heath A, et al (2002). "The ecology and evolution of ant association in the Lycaenidae (Lepidoptera)". [Annual Review of Entomology](#) 47 : 733–771.
113. Dejean A, Solano PJ, Ayroles J, Corbara B, Orivel J (2005). "Arboreal ants build traps to capture prey". [Nature](#) 434: 973.
114. Frederickson ME, Gordon DM (2007). «[The devil to pay: a cost of mutualism with *Myrmelachista schumanni* ants in 'devil's gardens' is increased herbivore on *Durian hirsuta* trees](#) » (PDF). [Proceedings of the Royal Society B](#) 274: 1117–1123.
115. Katayama N, Suzuki N (2004). «[Role of extra floral nectaries of *Vicia faba* in attraction of ants and herbivore exclusion by ants](#) ". [Entomological Science](#) 7 (2): 119–124.
116. Fischer RC, Wanek W, Richter A, Mayer V (2003). "Do ants feed plants? A ¹⁵N labeling study of nitrogen fluxes from ants to plants in the mutualism of *Pheidole* and *Piper* ". [Journal of Ecology](#) 91 : 126–134.
117. Hanzawa FM, Beattie AJ, Culver DC (1988). "Directed dispersal: demographic analysis of an ant-seed mutualism". [American Naturalist](#) 131 (1): 1–13.
118. Giladi I (2006). "Choosing benefits or partners: a review of the evidence for the evolution of myrmecochory". [Oikos](#) 112 (3): 481–492.
119. Fischer RC, Ölzant SM, Wanek W, Mayer V (2005). "The fate of *Corydalis cava* elaiosomes within an ant colony of *Myrmica rubra*: elaiosomes are preferentially fed to larvae". [Insects sociaux](#) 52 (1): 55–62.
120. Hughes L, Westby M (1992). "Capitula on stick insect eggs and elaiosomes on seeds: convergent adaptations for burial by ants". [Functional Ecology](#) 6 : 642–648.

121. Quinet Y, Tekule N & de Bissau JC (2005). "Behavioral Interactions Between *Crematogaster brevispinosa rochai* Forel (Hymenoptera: Formicidae) and Two *Nasutitermes* Species (Isoptera: Termitidae)". *Journal of Insect Behavior* 18 (1): 1–17.
122. Jeanne, RL (1972). "Social biology of the neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*". *Bull. Mus. Comp. Zool.* 144 : 63–150.
123. Poinar G Jr., Yanoviak SP (2008). «[Myrmeconema neotropicum ng, n. sp., a new tetradonematid nematode parasitising South American populations of *Cephalotes atratus* \(Hymenoptera: Formicidae\), with the discovery of an apparent parasite-induced host morph](#)» (PDF). *Systematic Parasitology* 69: 145–153.
124. Caldwell JP (1996). "The evolution of myrmecophagy and its correlates in poison frogs (Family Dendrobatidae)". *Journal of Zoology* 240 (1): 75–101.
125. Swenson JE, Jansson A, Riig R, Sandegren R (1999). " [Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia](#) ". *Canadian Journal of Zoology* 77 (4): 551–561.
126. Gottrup F, Leaper D (2004). " [Wound healing: Historical aspects](#) " (PDF). *EWMA Journal* 4 (2): 5.
127. Gudger EW (1925). "Stitching wounds with the mandibles of ants and beetles". *Journal of the American Medical Association* 84 : 1861–1864.
128. Haddad Jr. V, Cardoso JLC, Moraes RHP (2005). " [Description of an injury in a human caused by a false tocandira \(*Dinoponera gigantea* , Perty, 1833\) with a revision on folkloric, pharmacological and clinical aspects of the giant ants of the genera *Paraponera* and *Dinoponera* \(sub-family Ponerinae\)](#) " (PDF). *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 47 (4): 235–238.
129. McGain F, Winkel KD (2002). "Ant sting mortality in Australia". *Toxicon* 40 (8): 1095–1100.
130. Cheney RH, Scholtz E (1963). «[Rooibos tea, a South African contribution to world beverages](#) ". *Economic Botany* 17 (3): 186–194.
131. DeFoliart GR (1999). "Insects as food: Why the western attitude is important". *Annual Review of Entomology* 44 : 21–50.
132. Bingham CT (1903). *Fauna of British India. Hymenoptera Volume 3* .

pp. 311.

133. Wojcik DP, Burges RJ, Blanton CM, Focks DA (2000). «[An improved and quantified technique for marking individual fire ants \(Hymenoptera: Formicidae\)](#)» (PDF). *The Florida Entomologist* 83 (1): 74–78.

134. Balee WL (2000). "Antiquity of traditional ethno biological knowledge in Amazonia: The Tupi-Guarani family and time". *Ethnohistory* 47 (2): 399–422.

135. (French) Cesard N, Deturche J, Erikson P (2003). "Les Insectes dans les pratiques médicinales et rituelles d'Amazonie indigene". In Motte-Florac, E. & JMC Thomas. *Les insectes dans la tradition orale*. Peeters-Selaf, Paris. pp. 395–406.

136. Schmidt RJ (1985). "The super-nettles: a dermatologist's guide to ants in the plants". *International Journal of Dermatology* 24 (4): 204–210.

137. Borror DJ, Triplehorn CA, DeLong DM (1989). *Introduction to the Study of Insects*, 6th Edition. Saunders College Publishing.

138. Hölldobler B, Wilson EO (1990). *The Ants*. [Harvard University Press](#).

