



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡ  
ΤΩΝ ΜΕΛΙΣΣΩΝ**



**ΣΟΦΙΑ ΞΕΝΙΚΟΥΔΑΚΗ**

**Εισηγητής: Δρ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΑΛΥΣΣΑΝΔΡΑΚΗΣ**

**ΜΑΡΤΙΟΣ 2009**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΛΙΣΣΕΣ

### 1.1. Ιστορική αναδρομή

Τα έντομα γενικά εμφανίστηκαν στη γη πριν 350 εκατομμύρια έτη, όπως αυτό τεκμηριώνεται από την ηλικία απολιθωμάτων τους μέσα σε ήλεκτρο. Η προϋπόθεση για την εμφάνιση των πρώτων μελισσών κατά την διάρκεια φυλογενετικής εξέλιξης ήταν η ύπαρξη αγγειόσπερμων φυτών, τα οποία έχουν γεωλογική ηλικία 100 περίπου εκατομμύρια έτη. Τέτοια φυτά παράγουν τη γύρη η οποία είναι και η αποκλειστική πρωτεϊνούχος τροφή των μελισσών. Το παλαιότερο και άριστα διατηρημένο απολίθωμα μελισσών που παράγουν μέλι έχει ηλικία 50 περίπου εκατομμυρίων ετών. Μορφολογικά οι μέλισσες αυτές έμοιαζαν κατά ένα μέρος με τις σημερινές μέλισσες χωρίς κεντρί (stingless bees) και κατά ένα μέρος με τις μελιτοφόρες (honey bees) μέλισσες. Τέλος, οι πρώτες κοινωνικές μέλισσες πιθανολογείται ότι εμφανίστηκαν στη γη πριν από 30 περίπου εκατομμύρια έτη. Στη διάρκεια των δέκα τελευταίων εκατομμυρίων ετών η κοινωνική μορφή ζωής στις μέλισσες παρουσιάζει ανεπαίσθητη εξέλιξη.

Κατά μια άποψη οι μέλισσες προέρχονται από σφήκες και συγκεκριμένα από αυτές οι οποίες ονομάζονται σφηκοειδή (Sphecoidea). Στην άποψη αυτή οδηγεί η ύπαρξη μιας μικρής και ενδιαφέρουσας ομάδας σπάνιων, μοναχικών σφηκών της υποοικογένειας Masarinae (Hymenoptera: Vespidae), οι οποίες απαντώνται μόνον στις θέρμες χώρες. Κατά μια δεύτερη άποψη, η οποία φαίνεται εξίσου πιθανή με τη προηγούμενη, μέλισσες και σφήκες κατάγονται από κοινό πρόγονο αλλά κάθε μια ομάδα απέκτησε τις δικές της ιδιομορφίες σε ότι αφορά τη συμπεριφορά, την ανατομία, τη μορφολογία τους κ.λπ. (Υφαντίδης, 2005).

### 1.2. Συστηματική κατάταξη της μέλισσας

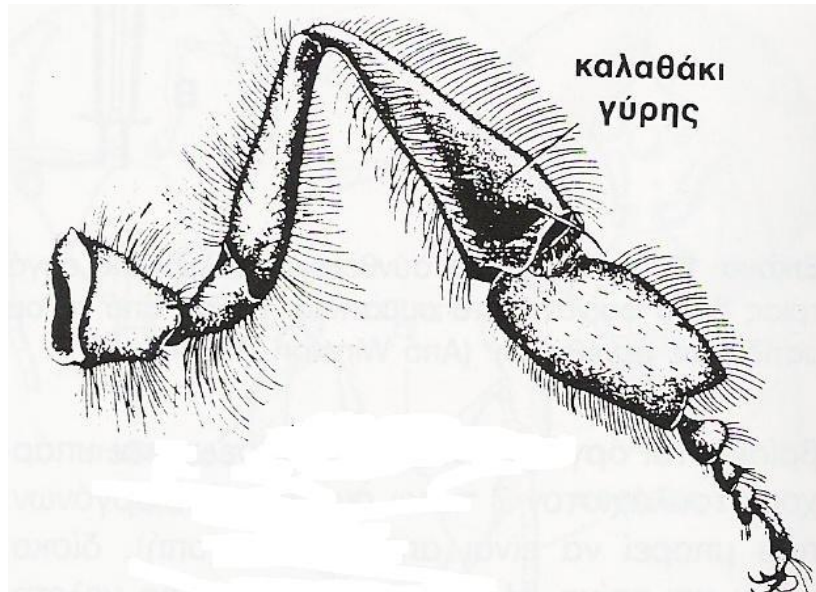
Η κοινή ή μέλισσα μελιτοποιός (*Apis mellifera* L.) ανήκει μαζί με άλλα 100.000 και πλέον είδη εντόμων στην τάξη των Υμενόπτερον. Στην τάξη αυτή υπάρχει μια σχετικά μικρή ομάδα εντόμων με είδη στα οποία ο θώρακας και η κοιλιά τους συμφύονται μεταξύ τους (Σύμφυτα ή Κλειστόγαστρα). Ο μεγαλύτερος αριθμός ωστόσο των ειδών

των Υμενόπτερων ανήκει στην ομάδα των Αποκρίτων ή Χαλαστόγαστρων, στα οποία ο θώρακας και η κοιλιά χωρίζονται μεταξύ τους πολύ ευδιάκριτα, καθώς ενώνονται μεταξύ τους με μια πολύ λεπτή μέση. Η συστηματική κατάταξη της κοινής μέλισσας δίνεται στο Πίνακα 1.

<b>Πίνακας 1.</b> Συστηματική κατάταξη κοινής μέλισσας (Πηγή: Systema Natura 2000).			
Βασίλειο	Ζώα (Animalia)	Υπεροικογένεια	Apoidea
Φύλο	Αρθρόποδα (Arthropoda)	Οικογένεια	Apidae
Κλάση	Έντομα (Insecta)	Υποοικογένεια	Apinae
Τάξη	Υμενόπτερα (Hymenoptera)		Apini
Υπόταξη	Apocrita	Γένος	<i>Apis</i>
Σειρά	Aculeata	Είδος	<i>A. mellifera</i> Linnaeus

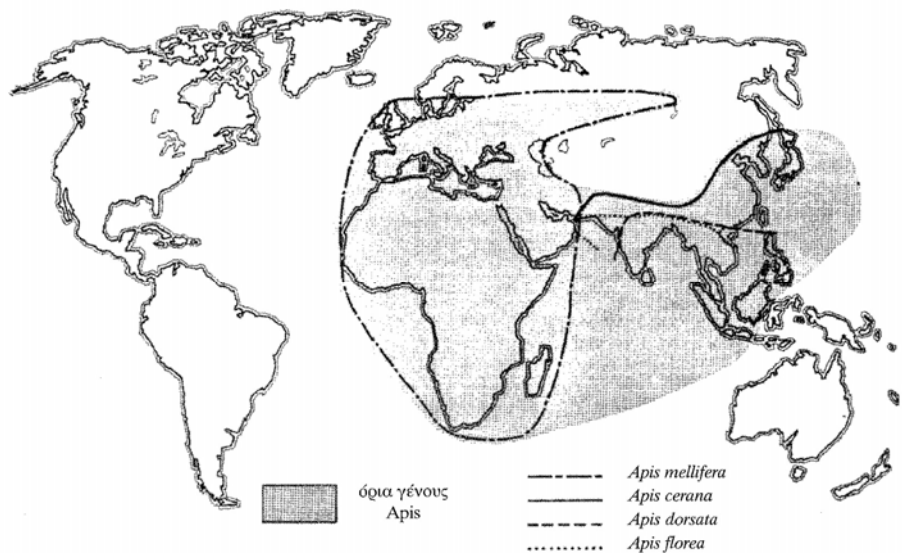
Στα Apoidea (μελισσοειδή) περιλαμβάνονται 20.000 περίπου γνωστά είδη μελισσών, ανάμεσά τους και η κοινή μέλισσα. Από τις εννέα συνολικά οικογένειες μελισσοειδών μας ενδιαφέρει εδώ άμεσα η οικογένεια Apidae. Σε αυτήν ανήκουν κατ' αρχή οι γνήσιες μέλισσες (Apini). Αυτές παράγουν σε μεγάλες ποσότητες μέλι και επίσης κατασκευάζουν κηρήθρες αποκλειστικά από κερί. Στην ίδια οικογένεια ανήκουν και οι μέλισσες χωρίς κεντρί (Meliponini). Οι τελευταίες απαντώνται μόνον σε τροπικές περιοχές του παλαιού και του νέου κόσμου. Στην ίδια οικογένεια μελισσοειδών ανήκουν ακόμη και οι βομβίνοι (Bombini), οι οποίοι βρίσκονται σε όλες τις περιοχές της γης, αλλά προέρχονται μάλλον από εύκρατες ζώνες και των δύο ημισφαιρίων και τέλος οι μέλισσες Euglisini οι οποίες επικονιάζουν ειδικά τα ορχεοειδή. Όλες οι μέλισσες της οικογένειας Apidae έχουν κοινό μορφολογικό γνώρισμα το καλαθάκι της γύρης (Εικ. 1), με το οποίο μεταφέρουν την γύρη στη φωλιά τους. Σε άλλες μέλισσες η μεταφορά γίνεται με άλλα μέρη του σώματος (Υφαντίδης, 2005).

Αναφορικά με τον αριθμό των ειδών που υπάγονται στο γένος *Apis*, έχουν αναφερθεί κατά καιρούς από 6 έως και 11 είδη. Σύμφωνα με μια τελευταία ταξινόμηση (Engel, 1999) υπάρχουν 44 φυλές, οι οποίες ανήκουν σε 7 διακριτά είδη: *Apis mellifera*, *A. cerana*, *A. dorsata*, *A. florea*, *A. andreniformis*, *A. koschevnikovi* και *A. nigrocincta*.



**Εικόνα 1.** Οπίσθιο πόδι της μέλισσας με το καλαθάκι της γύρης (από Χαριζάνης, 1996).

Η διασπορά των σημαντικότερων από τα είδη του γένους *Apis* φαίνεται στην Εικόνα 2. Η διασπορά της κοινής μέλισσας πιστεύεται ότι ξεκίνησε από τη χερσόνησο της Ινδίας, μιας και στη γύρω περιοχή βρίσκονται άλλα 8 είδη του γένους *Apis*.



**Εικόνα 2.** Διασπορά των σημαντικότερων ειδών του γένους *Apis* (από Morse & Hopper, 1985).

Ανάλογα με τις μορφολογικές διαφορές που υπάρχουν στο είδος *Apis mellifera*, έχουν περιγραφεί υποπληθυσμοί, που χαρακτηρίζονται ως φυλές. Η διαφορά του είδους με τη φυλή είναι ότι τα άτομα που ανήκουν σε διαφορετικές φυλές μπορούν να συζευχθούν και να δώσουν γόνιμους απογόνους, κάτι που δεν ισχύει στην περίπτωση ατόμων που ανήκουν σε διαφορετικά είδη. Στη χώρα μας έχουμε 4 φυλές, σύμφωνα με τη συστηματική κατάταξη του Ruttner (Εικ. 3), της *Apis mellifera macedonica*, *A. mellifera carnica*, *A. mellifera cecropia* και *A. mellifera adami*. Σήμερα τα πράγματα είναι πολύ διαφορετικά. Η μελέτη πληθυσμών από όλη τη χώρα δείχνει ότι δεν υπάρχουν πλέον αμιγείς φυλές, παρά μόνο σε απομονωμένες περιοχές (Bouga et al., 2005).

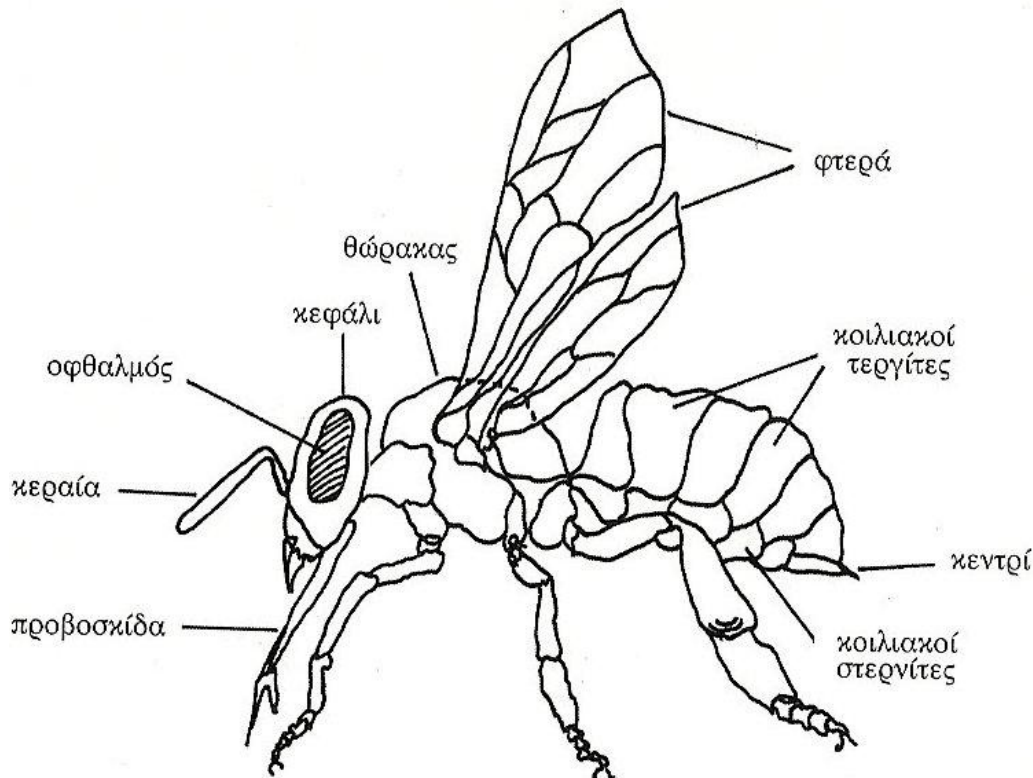


Εικόνα 3. Φυλές των μελισσών στην Ελλάδα κατά Ruttner (από Χαριζάνη, 1996).

### 1.3. Μορφολογία της μέλισσας

Η μορφολογία της μέλισσας φαίνεται στην Εικόνα 4. Το σώμα της χωρίζεται σε τρία διακριτά μέρη: την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλιά. Σε καθένα από αυτά βρίσκονται διάφορα όργανα. Στην κεφαλή της μέλισσας συναντάμε τα στοματικά μόρια, τους οφθαλμούς και τις κεραίες. Ο θώρακας αποτελείται από 3 τμήματα, καθένα των οποίων φέρει ένα ζεύγος ποδιών, ενώ το δεύτερο και τρίτο τμήμα φέρουν και από

ένα ζεύγος πτερύγων. Η κοιλιά των μελισσών αποτελείται από 10 συνολικά κοιλιακούς δακτυλίους (7 ορατούς και 3 μη διακριτούς). Κάθε ένας από αυτούς αποτελείται από δύο επιφάνειες, τον τεργίτη (άνω επιφάνεια) και τον στερνίτη (κάτω επιφάνεια). Οι κοιλιακοί δακτύλιοι ενώνονται μεταξύ τους με μεμβράνες, προσδίδοντας έτσι ελαστικότητα στην κοιλιά.



Εικόνα 4. Εξωτερική μορφολογία της μέλισσας (από Θρασυβούλου, 1998).

#### 1.4. Ανατομία μέλισσας

Ανατομικά η μέλισσα αποτελείται από το πεπτικό και απεκκριτικό σύστημα, το κυκλοφορικό, το αναπνευστικό, το νευρικό, το αναπαραγωγικό και το αδενικό σύστημα. Το τελευταίο θα αναλυθεί διεξοδικότερα λόγω της άμεσης σχέσης που έχει με το αντικείμενο της μελέτης αυτής.

Το **πεπτικό σύστημα** της μέλισσας ξεκινάει από το στόμα και καταλήγει στην έδρα. Χωρίζεται σε τρία μέρη, το πρόσθιο, το μέσο και το οπίσθιο έντερο. Με το πεπτικό σύστημα συνδέονται και κάποιοι αδένες μείζονος σημασίας, οι σιελογόνοι και οι

υποφαρυγγικοί. Οι σιελογόνοι αδένες παράγουν το σάλιο, ενώ βρίσκονται στο κεφάλι και το θώρακα. Οι υποφαρυγγικοί αδένες βρίσκονται στο κεφάλι και παράγουν το βασιλικό πολτό, αλλά εκκρίνουν ένα ένζυμο, την ιμπερτάση, το σημαντικότερο ένζυμο για την παραγωγή μελιού. Επίσης ένα πολύ σημαντικό τμήμα του πεπτικού συστήματος της μέλισσας είναι ο πρόλοβος ή μελιστόμαχος. Σε αυτόν αποθηκεύεται το νέκταρ όταν η μέλισσα το συλλέγει και μέχρι να αποθέσει στην κηρήθρα.

Όπως συμβαίνει σε όλα τα έντομα, το **κυκλοφορικό σύστημα** αποτελείται από την καρδιά και την αορτή, για την κυκλοφορία της αιμολέμφου στη σωματική κοιλότητα του εντόμου. Δεν υπάρχουν φλέβες και αρτηρίες όπως στα θηλαστικά, ενώ και ο ρόλος της αιμολέμφου είναι διαφορετικός από αυτόν του αίματος. Η αιμολέμφος έχει σαν κύρια αποστολή τη μεταφορά θρεπτικών συστατικών από το στομάχι προς τα σωματικά κύτταρα που τα έχουν ανάγκη. Λαμβάνει τα άχρηστα υλικά από τα κύτταρα, τα οποία, μέσω των σωλήνων Malpighi, διοχετεύονται στο λεπτό έντερο. Τέλος, συντελεί στην άμυνα της μέλισσας, μεταφέροντας τα αιμοκύτταρα στα σημεία όπου υπάρχει επίθεση από κάποιο παθογόνο.

Οι μέλισσες, όπως όλα τα έντομα, αναπνέουν παθητικά, μέσω ενός συστήματος σωληνώσεων, που λέγονται τραχείες, με όλο το σύστημα να λέγεται **τραχειακό αναπνευστικό σύστημα**. Ο αέρας εισέρχεται στο σώμα της μέλισσας μέσω οπών σε διάφορα σημεία του σώματος, τα αναπνευστικά τρήματα (ή στίγματα), και μέσω των τραχειών, το οξυγόνο μεταφέρεται στα κύτταρα που το χρειάζονται. Ταυτόχρονα, το διοξείδιο του άνθρακα απομακρύνεται από αυτά. Σε κάποια σημεία τους, οι τραχείες διευρύνονται και δημιουργούν τους αερόσακους, οι οποίοι βοηθούν τη μέλισσα κατά την πτήση γεμίζοντας αέρα.

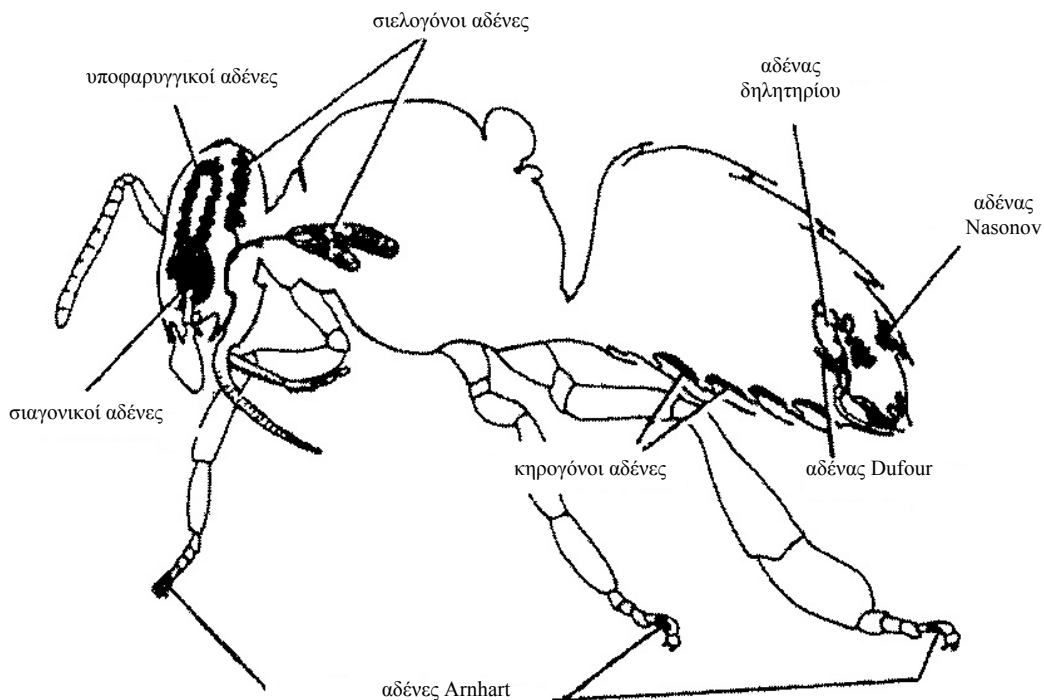
Το **νευρικό σύστημα** της μέλισσας είναι σχετικά απλό, αποτελούμενο από νευρικά κύτταρα, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους, αλλά και με τα διάφορα αισθητήρια όργανα, με τη βοήθεια συνάψεων. Τα νευρικά κύτταρα συγκεντρώνονται σε ομάδες, που ονομάζονται γάγγλια. Στο σώμα της μέλισσας υπάρχουν 7 γάγγλια, τα οποία μαζί με τον εγκέφαλο, απαρτίζουν το νευρικό σύστημα.

Το **αναπαραγωγικό σύστημα** της μέλισσας, είναι πλήρως ανεπτυγμένο μόνο στη βασίλισσα και στον κηφήνα, ενώ στις εργάτριες είναι ατροφικό. Τα γεννητικά όργανα της βασίλισσας απαρτίζονται από δύο καλά ανεπτυγμένες ωοθήκες, κάθε μία των

οποίων αποτελείται από 150-180 ωοφόρους σωλήνες (οβαριόλες). Οι οβαριόλες παράγουν ένα μεγάλο αριθμό ωών, τα οποία μέσω των ωαγωγών, περνάνε από τη σπερματοθήκη και εξέρχονται από τον κόλπο.

### 1.5. Το αδενικό σύστημα των μελισσών

Οι μέλισσες διαθέτουν δύο ειδών αδένες, τους ενδοκρινείς και τους εξωκρινείς (Εικ. 5). Οι πρώτοι παράγουν ορμόνες που δρουν μέσα στο σώμα της μέλισσας, ενώ οι δεύτεροι ελευθερώνουν πτητικές ουσίες στο περιβάλλον των μελισσών, που σχετίζονται με τις δραστηριότητες των μελισσών.



**Εικόνα 5.** Εξωκρινείς αδένες της εργάτριας μέλισσας (Αλυσσανδράκης, 2008).

Οι εξωκρινείς αδένες σχετίζονται με τέσσερις βασικές λειτουργίες της εργάτριας μέλισσας: την επικοινωνία, την άμυνα, την παραγωγή τροφής, την παραγωγή κεριού και, τέλος, την επεξεργασία της τροφής και του κεριού.

Στους εξωκρινείς αδένες κατατάσσεται ο **αδένας Νασάνοφ**. Βρίσκεται στον 7<sup>ο</sup> κοιλιακό τεργίτη και παράγει την ομώνυμη φερομόνη, με την οποία οι εργάτριες



υποδεικνύουν την είσοδο της φωλιάς, την ύπαρξη νερού και τροφής, ενώ βοηθά και στο σχηματισμό του τσαμπιού κατά τη σμηνουργία. Οι νεαρές εργάτριες εκκρίνουν μικρή ποσότητα, η οποία αυξάνει με την ηλικία και μεγιστοποιείται την περίοδο που η εργάτρια λειτουργεί ως συλλέκτρια.

Οι **αδένες Άρνχαρτ** βρίσκονται στο τελευταίο άρθρο του ταρσού, σε καθένα από τα έξι πόδια των θηλυκών μελισσών, παράγοντας ουσίες που συνθέτουν τη φερομόνη «ίχνος ποδιού», η οποία κατευθύνει τις συλλέκτριες μέλισσες στα άνθη και την είσοδο της φωλιάς, ενώ η βασίλισσα την αποθέτει πάνω στα κελιά της κηρήθρας.

Στους εξωκρινείς αδένες, ανήκουν και οι **σιαγονικοί**. Οι αδένες αυτοί μοιάζουν με σάκο και είναι προσκολλημένοι στις σιαγόνες (Εικ. 6). Είναι πολύ μεγάλοι στη βασίλισσα και παράγουν μίγμα πολλών ουσιών με σημαντική επίδραση στη σωστή λειτουργία του μελισσιού. Η συγκεκριμένη φερομόνη λειτουργεί σαν ένδειξη για τις εργάτριες ότι υπάρχει βασίλισσα, και έτσι το μελίτσι διατηρεί τη συνοχή του. Δύο από τις ουσίες αυτές είναι οι σημαντικότερες, τα 9-οξύ-2-δεκενοϊκό οξύ και το 9-υδροξυ-2-δεκενοϊκό οξύ. Η πρώτη λέγεται και βασιλική ουσία. Σε εργάτριες μικρής ηλικίας, οι σιαγονικοί αδένες παράγουν το σημαντικότερο λιπίδιο του βασιλικού πολτού, το 10-υδροξυ -2-δεκενοϊκό οξύ. Σε μεγαλύτερη ηλικία παράγουν την ουσία 2-επτανόνη, η οποία δρα ως φερομόνη συναγεμμού.



**Εικόνα 6.** Σιαγονικοί αδένες της μέλισσας  
([http://photo.bees.net/gallery/head/mandibular\\_gland](http://photo.bees.net/gallery/head/mandibular_gland)).

Ένας άλλος αδένας είναι ο **Κοστσέβνικοφ**, ο οποίος βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας και εκκρίνει ένα μίγμα ουσιών, από τις οποίες ο οξικός ισοαμυλεστέρας δρα σαν φερομόνη συναγερμού. Κάποιες άλλες από τις ουσίες που παράγει ο αδένας αυτός θεωρείται ότι κατευθύνουν τις μέλισσες προς το στόχο. Γενικά, η φερομόνη αυτή προκαλεί έντονο συναγερμό στις μέλισσες, με αποτέλεσμα αν κάποιος κεντριστεί μια φορά να ακολουθήσουν και άλλα κεντρίσματα.

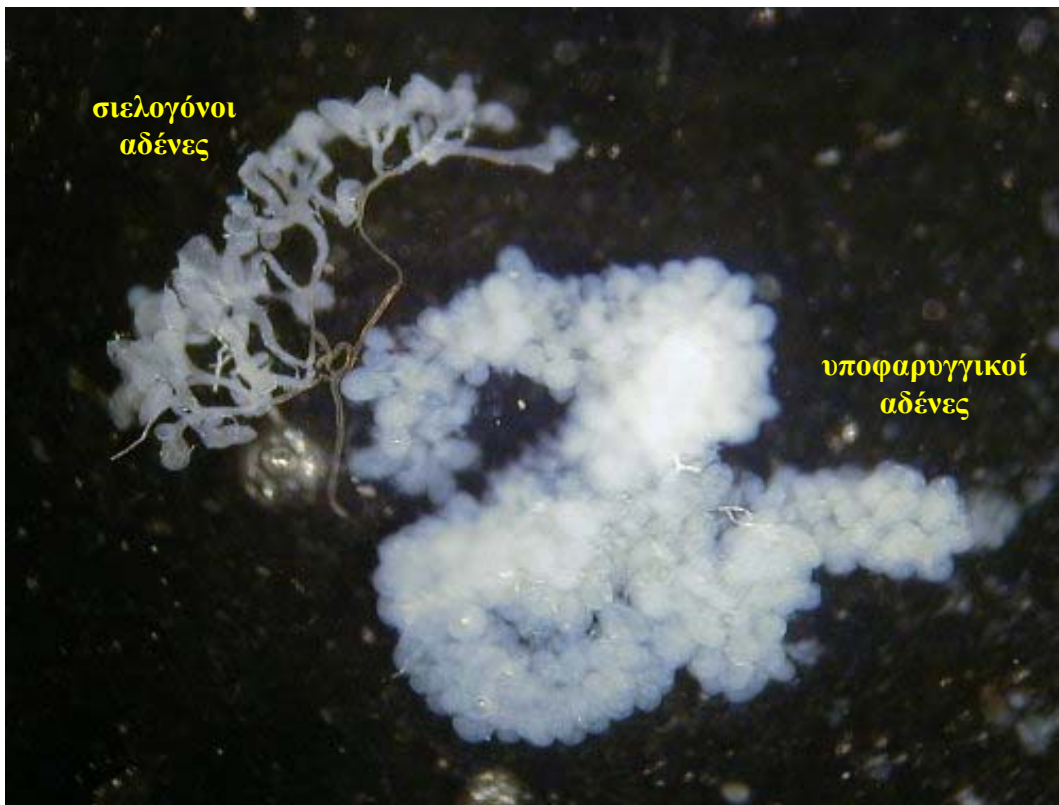
Οι **αδένες δηλητηρίου**, εκτός από αυτούς που προαναφέρθηκαν, παράγουν δηλητήριο το οποίο συγκεντρώνεται στο σάκο δηλητηρίου μέχρι η μέλισσα να κεντρίσει. Η ποσότητα του δηλητηρίου μέσα στο σάκο αυξάνει μέχρι τη 12<sup>η</sup> ημέρα της ζωής της εργάτριας, φτάνοντας τα 0,3 mg.

Οι **υποφαρυγγικοί αδένες**, βρίσκονται στην κεφαλή της εργάτριας και ο ρόλος τους είναι η παραγωγή του βασιλικού πολτού στην αρχή της ζωής τους, οπότε και είναι καλά αναπτυγμένοι. Αποτελούνται από έναν κεντρικό αγωγό, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένοι χιλιάδες μικροί σάκοι, δίνοντας τη μορφή σταφυλιού (Εικ. 7). Καθώς η μέλισσα μεγαλώνει σε ηλικία, αυτοί οι αδένες ατροφούν, συρρικνώνονται και παράγουν κυρίως το ένζυμο ιμβερτάση, το οποίο είναι απαραίτητο για τη μετατροπή του νέκταρος σε μέλι.

Υπάρχουν και 4 ζεύγη **κηρογόνων αδένων** στο κάτω μέρος της κοιλιάς, από το 4<sup>ο</sup> ως το 7<sup>ο</sup> κοιλιακό τμήμα. Το κερί παράγεται σαν διαυγές υγρό, το οποίο στερεοποιείται μόλις έρθει σε επαφή με τον αέρα και βγαίνει υπό μορφή λεπιών. Η παραπέρα κατεργασία του από τις μέλισσες έχει ως αποτέλεσμα οι φρεσκοκτισμένες κηρήθρες να έχουν χρώμα λευκό.

Οι **σιελογόνοι αδένες** (Εικ. 7) παρουσιάζονται σε ζεύγη και βρίσκονται σε δύο μέρη, στην κεφαλή (κεφαλικοί σιελογόνοι αδένες) και τον θώρακα (θωρακικοί σιελογόνοι αδένες). Ο ρόλος τους είναι η διάλυση των τροφών προς πέψη και η κατεργασία υλικών, όπως του κεριού.

Τέλος, οι μέλισσες φέρουν τους **μεταξογόνους αδένες** στο στάδιο της προνύμφης, οι οποίοι εκκρίνουν το μετάξι για το πλέξιμο του κουκουλιού προ της νύμφωσης (Χαριζάνης, 1996).



**Εικόνα 7.** Σιελογόνοι (πάνω αριστερά) και σιαγονικοί αδένες της μέλισσας ([http://photo.bees.net/gallery/head/salivary\\_hypopharyngeal](http://photo.bees.net/gallery/head/salivary_hypopharyngeal)).

Οι διάφοροι αδένες δεν βρίσκονται ή δεν είναι το ίδιο ανεπτυγμένοι στις βασίλισσες, τις εργάτριες και τους κηφήνες. Η παρουσία διαφορετικών μορφών εντός της κυψέλης έχει ως αποτέλεσμα τα επιμέρους άτομα να έχουν συγκεκριμένο ρόλο, ο οποίος επιτελείται πιο αποτελεσματικά λόγω της μεγάλης εξειδίκευσης. Αναφορικά με τους αδένες, αυτοί είναι λειτουργικοί μόνο στις μορφές που τις χρειάζονται. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, υπάρχουν αδένες που έχουν μόνο οι εργάτριες (αδένας Nasonov, κηρογόνοι αδένες), αδένες που είναι πιο ανεπτυγμένοι στις βασίλισσες (σιαγονικοί αδένες, αδένας Dufour) ή στις εργάτριες (υποφαρυγγικοί αδένες). Επίσης, είναι φανερό ότι το αδενικό σύστημα του κηφήνα είναι συνολικά ελάχιστα ανεπτυγμένο.

### 1.6. Γενικά για τη συμπεριφορά και τις δραστηριότητες των μελισσών

Οι διάφορες μέλισσες με τις δραστηριότητές τους πάντοτε μαγεύουν τον άνθρωπο είτε για την εργατικότητά τους είτε για την θαυμαστή τους επικοινωνία. Για πολλούς

αιώνες η επικοινωνία των μελισσών ήταν ένα μυστήριο, μέχρι που κατασκευάστηκε η κυψέλη παρατήρησης (γυάλινη κυψέλη).

**Πίνακας 2.** Διαφορές στο αδενικό σύστημα μεταξύ εργατριών, βασίλισσών και κηφήνων (από Winston, 1987).

<i>Τύπος αδένων</i>	<i>Εργάτρια</i>	<i>Βασίλισσα</i>	<i>Κηφήνας</i>
Υποφαρυγγικοί	Παρόντες	Υποτυπώδεις	Απόντες
Σιαγονικοί	Μεγάλοι	Πολύ μεγάλοι	Μικροί
Κεφαλικοί σιελογόνοι	Μεγάλοι	Μεγάλοι	Υποτυπώδεις
Θωρακικοί σιελογόνοι	Μεγάλοι	Μεγάλοι	Μικροί
Κηρογόνοι	Παρόντες	Απόντες	Απόντες
Αδένας Nasonov	Παρών	Απών	Απών
Αδένας Dufour	Μειωμένος	Μεγάλος	Απών
Αδένας Koschevnikov	Μειωμένος	Παρών	Απών

Μερικές δραστηριότητες της μέλισσας περιορίζονται μόνο σε ένα στάδιο ανάπτυξης ή σε μια ορισμένη ηλικία. Για παράδειγμα η παραγωγή βασιλικού πολτού γίνεται μόνο από μέλισσες που έχουν αναπτυγμένους τους υποφαρυγγικούς αδένες. Όταν ατροφούν αυτοί οι αδένες, τότε οι εργάτριες δεν είναι σε θέση να παράγουν βασιλικό πολτό. Επίσης εργάτριες ηλικίας μιας ημέρας ή και λιγότερο δεν μπορούν να τσιμπήσουν, γιατί το κεντρί τους δεν είναι ακόμη καλά αναπτυγμένο και το δηλητήριο δεν έχει παραχθεί στους αδένες.

Άλλος εσωτερικός παράγοντας που επηρεάζει τη συμπεριφορά είναι ορισμένες ορμόνες που παράγονται από αδένες του σώματος σε κάποια ηλικία και κυκλοφορούν μέσα στην αιμοδέμφο των μελισσών. Η κληρονομικότητα επίσης παίζει πολύ βασικό ρόλο, γιατί πολλοί χαρακτήρες κληρονομούνται και επηρεάζουν τη συμπεριφορά των απογόνων. Για παράδειγμα η επιθετικότητα μιας κυψέλης ελέγχεται γενετικά.

Πολλές όμως δραστηριότητες της μέλισσας είναι φανερό ότι επηρεάζονται από το εξωτερικό περιβάλλον. Το φως, ο ήλιος, οι διάφορες χημικές ενώσεις κ.λ.π. προσλαμβάνονται (ανιχνεύονται) με τα χιλιάδες εξειδικευμένα κύτταρα του νευρικού συστήματος, επεξεργάζονται στον εγκέφαλο και κατόπιν επέρχεται η ανάλογη αντίδραση. Επίσης, διαφορετική ένταση ή ποσότητα του ερεθίσματος μπορεί να επιφέρει διαφορετική αντίδραση.

Πολλές δραστηριότητες στη μέλισσα γίνονται τόσο γρήγορα, που το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να παρακολουθήσει. Για παράδειγμα, όταν οι μέλισσες περπατούν γρήγορα

επάνω σε μια επιφάνεια είναι αδύνατο να διακρίνουμε τις κινήσεις των ποδιών ή όταν πετούν, να διακρίνουμε τα φτερά τους. Οι μέλισσες, όπως και τα άλλα έντομα, αντιδρούν με μεγάλη ταχύτητα, γιατί οι αποστάσεις των αισθητήριων οργάνων προς τον εγκέφαλο και από εκεί στους μυς είναι πολύ μικρές. Έτσι οι μέλισσες δέχονται ένα ερεθίσμα και αντιδρούν σ' αυτό σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, ενώ η αντίδραση του ανθρώπου είναι κατά πολύ πιο αργή. Οι μέλισσες αντιδρούν μηχανικά στα διάφορα εξωτερικά και εσωτερικά ερεθίσματα και δεν μπορούν να σκεφτούν όπως οι άνθρωποι. Οι περισσότεροι επιστήμονες πιστεύουν ότι σχεδόν όλες οι δραστηριότητες των εντόμων περιλαμβανόμενης και της μέλισσας, είναι γενετικά προγραμματισμένες μέσα τους από τη στιγμή που θα γονιμοποιηθεί το αυγό. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι οι προνύμφες μόλις σφραγιστούν μέσα στο κελί τους δεν έχουν καμία επικοινωνία με τις ενήλικες μέλισσες και όμως μόλις εκκολαφθούν συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο, όπως και οι άλλες μέλισσες. Ένα άλλο παράδειγμα που αποδεικνύει την προαναφερθείσα υπόθεση είναι το ακόλουθο: από σφραγισμένο γόνο και σφραγισμένο βασιλοκύτταρο είναι δυνατό να δημιουργηθεί ολόκληρο μελίτσι, δίχως προηγουμένως να έχουν έρθει σε επαφή με καμία ενήλικη μέλισσα (Χαριζάνης, 1996).

Σαν συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι η μέλισσα είναι ένα μικρό βιολογικό ρομπότ, που είναι γενετικά προγραμματισμένο να εκτελεί ορισμένες εργασίες, οι οποίες ευνοούν την επιβίωσή της (Χαριζάνης, 1996).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η επικοινωνία ανάμεσα στα άτομα ενός μελισσιού είναι εξαιρετικά συχνή και παρουσιάζει πολλές και ποικίλες μορφές. Επικοινωνώντας μεταξύ τους οι μέλισσες μπορούν να προσδιορίζουν τις θέσεις συλλογής τροφής και εφοδίων ή τη θέση ενός νέου καταφυγίου, να επισημαίνουν την παρουσία κάποιου εχθρού, κ.ο.κ. Επίσης μέσα από την επικοινωνία τους οι μέλισσες υπόκεινται στη ρύθμιση της συμμετοχής τους ή μη στην αναπαραγωγική διαδικασία, κ.λπ.

Η επικοινωνία ανάμεσα στα άτομα του μελισσιού πραγματοποιείται με τη μεταβίβαση ερεθισμάτων (μηνυμάτων), τα οποία γίνονται αντιληπτά κατά περίπτωση με τις αισθήσεις κυρίως της όσφρησης, της αφής, της ακοής και δευτερευόντως της όρασης.

Με την επικοινωνία ανάμεσα στις μέλισσες ενός μελισσιού αλληλοεπηρεάζεται η συμπεριφορά της καθεμιάς ως κυττάρου του υπεροργανισμού και επιτυγχάνεται ο συντονισμός των ενεργειών τους, ο οποίος και συνεπάγεται, σε τελική ανάλυση, την ομαλή λειτουργία του μελισσιού (Υφαντίδης, 2002).

### 2.1. Η χημική επικοινωνία στην κοινή μέλισσα

Τα ερεθίσματα στα οποία αντιδρά μια μέλισσα δέκτης μπορεί να διακριθούν σε ειδικά και σε γενικά. Ειδικά ερεθίσματα είναι οι φερομόνες και οι χοροί των μελισσών. Αντίθετα, τα γενικά ερεθίσματα είναι δυνατόν να προκαλούν αντιδράσεις και σε άλλα είδη ζώων. Τέτοια ερεθίσματα είναι διάφορες, εξωγενούς προέλευσης χημικές ουσίες (οσμές λουλουδιών, το διοξείδιο του άνθρακα, κ.ά.), η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, κ.λπ. Οι περισσότερες πηγές πληροφοριών για τις μέλισσες είναι τα γενικά ερεθίσματα παρά τα ειδικά.

Στα ειδικά ερεθίσματα ανήκουν οι φερομόνες. Φερομόνες ονομάζονται οργανικές ενώσεις, μικρού συνήθως μοριακού βάρους, οι οποίες παράγονται από εξωκρινείς αδένες, ενός συγκεκριμένου κάθε φορά είδους ζώου και οι οποίες, κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος προκαλούν μια χαρακτηριστική αντίδραση (συμπεριφορά)

άλλου ζώου-δέκτη του ίδιου είδους. Φερομόνες παράγονται από όλες τις ακμαίες μέλισσες (εργάτριες, βασίλισσα, κηφήνες) αλλά και από το γόνο (Υφαντίδης, 2002).

### **2.1.1. Φερομόνες της εργάτριας**

Στην περίπτωση της εργάτριας μέλισσας διακρίνουμε δύο γενικές κατηγορίες φερομονών. Η πρώτη κατηγορία αφορά σε φερομόνες με προσανατολιστική δράση, ενώ στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται φερομόνες που προκαλούν συναγερμό στις μέλισσες.

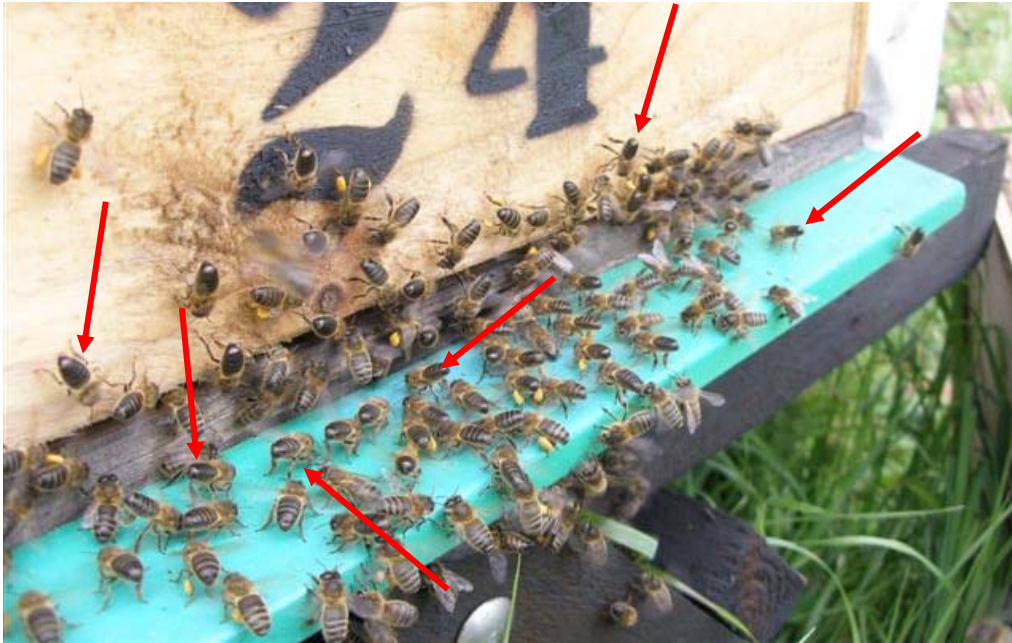
#### **Φερομόνες προσανατολισμού**

Η σημαντικότερη φερομόνη προσανατολισμού των μελισσών παράγεται από τον αδένα Nasonov. Η φερομόνη αυτή είναι ένα μίγμα από τα τερπένια (πτητικές ουσίες) γερανιόλη, γερανικό οξύ, κιτράλη, νερόλη, νερολικό οξύ και φαρνεζόλη. Το ποσοτικό κυρίαρχο συστατικό των εκκρίσεων του αδένα Nasonov είναι η γερανιόλη, αλλά οι πιο δραστικές ουσίες του είναι η κιτράλη και το γερανικό οξύ. Εικάζεται ότι η σχετικά λιγότερο πτητική γερανιόλη αποτελεί εφεδρική ουσία. Αυτή μετατρέπεται στις άλλες δύο με ειδικά ένζυμα, μόλις κατά τη στιγμή της απελευθέρωσής της (Winston, 1987).

Την χαρακτηριστική στάση του σώματος της μέλισσας όταν εκθέτει τον αδένα Nasonov (Εικ. 8) την παρατηρεί κανείς πολύ εύκολα και σε μεγάλο αριθμό μελισσών, αν σωριάσει στην είσοδο μιας κυψέλης μέλισσες επάνω από μια κηρήθρα, ή επίσης στην περίπτωση της μετάγγισης ενός μελισσιού π.χ. από ένα κοφίνι σε μια σύγχρονη κυψέλη. Αυτή είναι η πρώτιστη λειτουργία της φερομόνης του αδένα Nasonov, η υπόδειξη δηλαδή της εισόδου της φωλιάς. Έτσι οι μέλισσες π.χ. ενός αφεσμού, οι οποίες θα φτάσουν πρώτες στην είσοδο ενός καταφυγίου, εκθέτουν το συγκεκριμένο αδένα τους και φτερουγίζουν. Η διαχεόμενη φερομόνη στο περιβάλλον προσανατολίζει τις υπόλοιπες μέλισσες, οι οποίες συμβαίνει να πετούν ακόμα τριγύρω και σε μια απόσταση έως δέκα μέτρων.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μέλισσες διεγείρονται από διάφορες μυρωδιές της κυψέλης ώστε να ελευθερώσουν τη φερομόνη του αδένα Nasonov. Τέτοιες μυρωδιές προέρχονται από τις άδειες κηρήθρες, από το μέλι, από τη γύρη και από την πρόπολη, ενώ ίδια επίδραση έχει και μια από τις ουσίες που παράγει η βασίλισσα.





**Εικόνα 8.** Μέλισσες στην είσοδο της κυψέλης, κάποιες από τις οποίες εκθέτουν τον αδένα Nasonov (κόκκινο βέλος) (<http://www.dublin.ie/websites/bees/Image/fanning.jpg>).

Το ρόλο της φερομόνης του αδένα Nasonov, δηλαδή τον προσανατολισμό άλλων μελισσών-δεκτών σε συγκεκριμένο σημείο, από τον οποίο αυτή εκπέμπεται, τον διαπιστώνουμε στις ακόλουθες περιπτώσεις (Υφαντίδης, 2002):

α) στην προσωρινή θέση, όπου σχηματίζεται το μελισσοταμπί (αφεςμός), αλλά και στην τοποθεσία της νέας φωλιάς

β) στη θέση της εισόδου της κυψέλης προς τις νεαρές εργάτριες μέλισσες, όταν αυτές εκτελούν τις πτήσεις προσανατολισμού τους και αντίστοιχα προς τη βασίλισσα, η οποία επιστρέφει από τα δικά της ταξίδια προσανατολισμού και σύζευξης. Ανάλογη δράση φερομονών της εργάτριας μέλισσας στους κηφήνες, δεν έχει αναφερθεί. Επισημαίνεται πάντως ότι οι κηφήνες, σε αντίθεση προς τις εργάτριες και τη βασίλισσα αλλάζουν συχνά κυψέλη, χωρίς δυσμενείς συνέπειες για το άτομό τους. Ακόμη οι συλλέκτριες μέλισσες εκθέτοντας τον αδένα Nasonov βοηθούν τις συντρόφους τους να προσανατολιστούν, προκειμένου να βρουν γρηγορότερα τη θέση είτε πολύ πλούσιας τροφής, είτε τροφής η οποία στερείται αρώματος (π.χ. ένα δισκάκι σιρόπι) καθώς και τη θέση μιας πηγής νερού.

Δράση προσανατολιστική σχετικά με την είσοδο της κυψέλης ή πιθανόν και σχετικά με άνθη ασκεί και άλλη μια φερομόνη των εργατριών μελισσών, η οποία



πιθανολογείται ότι παράγεται από τους αδένες Arnhart στα πέλματα των μελισσών. Η σχετική ουσία είναι γνωστή ως ‘φερομόνη πατημασιάς ή ιχνών’. Σε σχετικά πειράματα βρέθηκε ότι η φερομόνη αυτή είναι αμοιβαία συνεργιστική προς τη φερομόνη του αδένα Nasonov (Winston, 1987).

Περισσότερο αδιευκρίνιστη είναι η συμμετοχή άλλων δύο φερομονών της εργάτριας μέλισσας στον προσανατολισμό άλλων εργατριών. Η μια φερομόνη, η (Z)-11-εικοσαν-1-όλη, παράγεται από τη συσκευή του κεντριού και η άλλη πιθανόν από επιδερμικά κύτταρα, διάσπαρτα στους κοιλιακούς τεργίτες. Θα μπορούσαμε, λοιπόν, να πούμε ότι υπάρχουν τουλάχιστον 4 φερομόνες προσανατολισμού στις εργάτριες μέλισσες, η φερομόνη του αδένα Nasonov, η (Z)-11-εικοσαν-1-όλη, η φερομόνη του αδένα Arnhart και η φερομόνη που παράγεται από τους κοιλιακούς τεργίτες (Winston, 1987). Ίσως κάποιες από αυτές να είναι οι ίδιες ουσίες, καθώς οι δύο τελευταίες φερομόνες δεν έχουν ακόμα ταυτοποιηθεί.

#### **Φερομόνες συναγερμού**

Η δεύτερη κατηγορία φερομονών της εργάτριας μέλισσας περιλαμβάνει ουσίες, οι οποίες προκαλούν συναγερμό στις συντρόφους της, προκειμένου το μελίσι να αμυνθεί αποτελεσματικά σε κάποιο εχθρό του. Πρέπει, ωστόσο, να επισημανθεί ότι οι φερομόνες συναγερμού απλά διεγείρουν τις εργάτριες και τις προδιαθέτουν για αντιμετώπιση του εχθρού. Ωστόσο για το τσίμπημα απαιτείται να συνεργήσει και το γενικό ερέθισμα ‘κίνηση του εχθρού’. Φαίνεται, δηλαδή, η αναγκαιότητα της αίσθησης της όρασης παράλληλα με την αίσθηση της όσφρησης στην επικοινωνία των μελισσών.

Στις φερομόνες συναγερμού πάντως συγκαταλέγονται ο οξικός ισοαμυλεστέρας, ο οποίος παράγεται από ομάδα αδενικών κυττάρων στη βάση του κεντριού, και δεύτερον η 2-επτανόνη, προϊόν του σιαγονικού αδένου της εργάτριας. Η τελευταία έχει επικουρική δράση και διαχέεται στο περιβάλλον τη στιγμή κατά την οποία μια φρουρός μέλισσα ανοίγει διάπλατα τα σαγόνια της δείχνοντας έτοιμη να επιτεθεί (Εικ. 9). Ο οξικός ισοαμυλεστέρας προκαλεί 20-70 φορές πιο έντονο συναγερμό από την 2-επτανόνη και θεωρείται ότι η επίδραση της φερομόνης του κεντριού οφείλεται σχεδόν εξολοκλήρου στην ουσία αυτή (Boch et al., 1970). Κάποιες άλλες από τις ουσίες που παράγει ο αδένος αυτός θεωρείται ότι κατευθύνουν τις μέλισσες προς το στόχο.



**Εικόνα 9.** Μέλισσα σε στάση που εκλύει την 2-επτανόνη.

Πέρα από το γεγονός ότι οι φερομόνες της εργάτριας έχουν μεταξύ τους συνεργιστική δράση, επισημαίνεται ακόμη ότι η αποτελεσματικότητά τους επηρεάζεται και από την ηλικία της μέλισσας-δέκτη, όπως επίσης και από παράγοντες του περιβάλλοντος. Το τελευταίο ισχύει προφανώς και για τις φερομόνες της βασίλισσας.

Οι φερομόνες που παράγουν οι εργάτριες βοηθούν στον προσανατολισμό καθώς επίσης και στο συναγερμό και την άμυνα. Μόνο για τις τρεις αυτές δραστηριότητες έχουν αναγνωριστεί 16 φερομόνες και υπάρχουν και άλλες που δεν έχουν αναγνωριστεί.

### **2.1.2. Φερομόνες που παράγει η βασίλισσα**

Στις εργάτριες παράγεται ένας μεγάλος αριθμός ενώσεων που έχουν σχέση με λίγες λειτουργίες, ενώ στη βασίλισσα υπάρχουν λίγες προσδιορισμένες χημικές ουσίες που έχουν σχέση με πολλές λειτουργίες (Χαριζάνης, 1996).

Η επικοινωνία με τις φερομόνες της βασίλισσας συμπυκνώνεται στη γενική πληροφορία 'η βασίλισσα είναι εδώ'. Η παρουσία της βασίλισσας υποδηλώνεται είτε μέσα στο μελίσι, είτε και προσωρινά έξω από το ενδιαίτημά της, δηλαδή μέσα στους σχηματισμούς του αφεσμού ή στους τόπους συγκέντρωσης των κηφήνων. Στην τελευταία περίπτωση η επικοινωνία μεταξύ κηφήνων και βασίλισσας συντελείται επιπλέον και με οπτικά ερεθίσματα (Υφαντιδης, 2002).

Ο κυριότερος αδένας παραγωγής φερομονών της βασίλισσας είναι ο σιαγονικός, ωστόσο φερομόνες παράγονται και από άλλα μέρη του σώματος της βασίλισσας. Η

φερομόνη του σιαγονικού αδένου της βασίλισσας είναι γνωστή από τη δεκαετία του '50. Πρόκειται στην ουσία για ένα σύνολο από 16 διαφορετικές ενώσεις, από τις οποίες έχουν προσδιοριστεί το βενζοϊκό οξύ, μια αλκοόλη και τρία άλλα οργανικά ακόρεστα οξέα με δέκα άτομα άνθρακα. Τα τελευταία είναι και τα πιο σημαντικά συστατικά της. Πρόκειται για το 9-οξο-2-δεκενοϊκό οξύ (9-ΟΔΟ), το οποίο καλείται και βασιλική ουσία, και τα δύο εναντιομερή του 9-υδροξύ-2-δεκενοϊκού οξέος (9-ΥΔΟ) (Υφαντίδης, 2002).

Οι φερομόνες της βασίλισσας έχουν τόση άμεση σχέση όσο και μακροχρόνια μορφή δράσης στις υπόλοιπες μέλισσες του μελισσιού. Σύνηθες παράδειγμα άμεσης δράσης φερομονών της βασίλισσας είναι η περίπτωση κατά την οποία προκαλείται η συμπεριφορά της διαδοχικής και σχετικά βραχυχρόνιας ενσωμάτωσης παραμανών μελισσών στο γνωστό σχηματισμό της συνοδείας της (Εικ. 9). Ένα άλλο παράδειγμα πιο ομαδικής, αλλά πάντοτε άμεσης αντίδρασης των εργατριών μελισσών είναι το 'κουβάρισμα' της βασίλισσας τους, όταν για κάποιο λόγο η τελευταία γίνεται υπερελκυστική προς τις εργάτριες (Υφαντίδης, 2002).



**Εικόνα 9:** Η βασίλισσα με την κλασική συνοδεία της από εργάτριες μέλισσες (<http://www.carolinabees.com/media/img/main/honey-bee-queen-00.png>).

Οι περιπτώσεις μακροχρόνιας δράσης φερομονών της βασίλισσας είναι πολλές και σχετίζονται με τη δημιουργία νέας βασίλισσας και τη σημνουργία, την ανάπτυξη των

ωοθηκών των εργατριών, την ελκυστικότητα των κηφήνων, τη σταθεροποίηση του σμήνους, τη διέγερση του αδένου Nasonov και την αναγνώριση της βασίλισσας (Winston, 1987).

**Αναστολή της εκτροφής νέας βασίλισσας και της σμηνοουργίας:** Αμφότερες οι προαναφερθείσες ουσίες έχει αποδειχτεί ότι αναστέλλουν την εκτροφή νέας βασίλισσας. Φαίνεται ότι υπάρχουν επίσης και άλλες ενώσεις με αυτή την ιδιότητα, οι οποίες εκκρίνονται από αδένες στους κοιλιακούς τεργίτες της βασίλισσας. Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι ακόμη και οι ανώριμες βασίλισσες παράγουν ουσίες (πιθανόν το 9-ΟΔΟ και 9-ΥΔΟ) πριν βγουν από το κελί και οι οποίες έχουν την ίδια επίδραση. Εκτός από τις φερομόνες των σιαγονικών αδένων, σημαντικό ρόλο παίζουν και οι ουσίες των αδένων Άρνχαρτ, τουλάχιστον για το πρώτο στάδιο της διαδικασίας, δηλαδή την κατασκευή βασιλικών κελιών. Μάλιστα, η φερομόνη αυτή δρα συνεργιστικά με τις ενώσεις των σιαγονικών αδένων.

**Παρεμπόδιση της ανάπτυξης των ωοθηκών στις εργάτριες:** Από μελέτες βρέθηκε ότι το 9-ΟΔΟ παρεμποδίζει την ανάπτυξη των ωοθηκών στις εργάτριες, όμως όχι τόσο αποτελεσματικά όσο η παρουσία βασίλισσας, γεγονός που δεικνύει ότι σε αυτό βοηθούν και άλλες φερομόνες ή δραστηριότητες εντός της κυψέλης.

**Ελκυστικότητα των κηφήνων για σύζευξη:** Τους κηφήνες έλκουν πριν τη σύζευξη ένας αριθμός από ουσίες, όμως το 9-ΟΔΟ έχει τη μεγαλύτερη επίδραση, αφού τραβάει τους κηφήνες από απόσταση 60 μέτρων.

**Ελκυστικότητα των μελισσών στο σμήνος και σταθεροποίηση αυτού:** Οι φερομόνες των σιαγονικών αδένων της βασίλισσας έχουν τρεις επιδράσεις που σχετίζονται με τη σμηνοουργία, την προσέλκυση των μελισσών στον αφεσμό, τη σταθεροποίηση αυτού και την υποβοήθηση της κίνησής του. Αν και οι δύο ενώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο, το 9-ΟΔΟ έχει σημαντικότερη επίδραση στην πρώτη και τρίτη περίπτωση, ενώ το 9-ΥΔΟ στη δεύτερη.

**Διέγερση του αδένου Nasonov και της συλλογής τροφής:** Η διέγερση του αδένου Nasonov οφείλεται στο 9-ΥΔΟ, ενώ το 9-ΟΔΟ δεν έχει καμία επίδραση. Αναφορικά με τη συλλογή τροφής, οι φερομόνες της βασίλισσας προκαλούν κάποια διέγερση, όμως οι παράγοντες που σχετίζονται είναι πολυάριθμοι.

**Ελκυστικότητα και αναγνώριση της βασίλισσας:** Κύριο ρόλο σε αυτό παίζει το 9-ΟΔΟ και λιγότερο το 9-ΥΔΟ. Συμμετοχή φαίνεται ότι έχουν και ουσίες που παράγονται από αδένες της κοιλιάς.

Στην ίδια κατηγορία δράσης φερομονών της βασίλισσας φαίνεται ότι υπάγεται και η μετατόπιση του χρόνου (ηλικίας), κατά τον οποίο οι εργάτριες μέλισσες μέσα σε ένα κανονικό μελίσσι αναλαμβάνουν καθήκοντα συλλεκτριών. Η ηλικία ανάληψης καθηκόντων συλλογής τροφής φαίνεται ότι καθορίζεται από τη συγκέντρωση της νεανικής ορμόνης στην αιμολέμφο των εργατριών, την οποία συγκέντρωση με τη σειρά της επηρεάζει πάλι η βασιλική ουσία (Υφαντίδης, 2002).

Υπάρχουν και άλλες φερομόνες της βασίλισσας, πέραν των όσων παράγονται από τους σιαγονικούς της αδένες (Winston, 1987). Ο αδένας Κοστσέβνικοφ φαίνεται ότι παράγει φερομόνη που ελκύει τις εργάτριες σε αυτήν. Επίσης, φερομόνη που παράγεται από τους κοιλιακούς τεργίτες τραβάει τους κηφήνες και ευνοεί τη σύζευξη, ενώ παρεμποδίζει την ανάπτυξη των ωοθηκών στις εργάτριες. Τέλος, φερομόνη που παράγεται στα πόδια της βασίλισσας αναστέλλει την παραγωγή βασιλικών κελιών από τις εργάτριες.

Ο μηχανισμός διασποράς των φερομονών της βασίλισσας μέσα στην κυψέλη είναι σύνθετος και περιλαμβάνει (Winston, 1987):

- α) την επαφή των μελισσών με τη βασίλισσα και την μετέπειτα με άλλες μέλισσες
- β) την τροφάλλαξη,
- γ) τις πατημασιές της βασίλισσας, και
- δ) τη μεταφορά μορίων φερομονών της βασίλισσας με διάχυση στον αέρα μέσα στην κυψέλη.

Η τελευταία περίπτωση μπορεί να ισχύει για μικρές μόνον αποστάσεις, μερικών δηλαδή εκατοστών του μέτρου από την εκάστοτε θέση της βασίλισσας.

Η έρευνα γύρω από την επικοινωνία των μελισσών με φερομόνες της βασίλισσας, καθώς και γύρω από τον έλεγχο της συμπεριφοράς τους με τις ενώσεις αυτές, μπορεί να οδηγήσει σε συμπεράσματα χρήσιμα στην μελισσοκομική πράξη, αλλά και στη γεωργία γενικότερα. Συγκεκριμένα, με χρήση εμπορικών σκευασμάτων της βασιλικής ουσίας μπορεί να πυκνώσουν οι πτήσεις των συλλεκτριών μελισσών και να αυξηθούν

αντίστοιχα τα ποσοστά επικονίασης καλλιεργειών, οι οποίες συμβαίνει κάποτε να είναι ελάχιστα ελκυστικές για τις μέλισσες. Επίσης, με τέτοια σκευάσματα μπορεί να παρεμποδιστεί η σμηνουργία, να συλληφθούν αφεσμοί ή τέλος να βελτιωθούν τα ποσοστά σύζευξης των βασιλισσών. Πρέπει ωστόσο να επισημανθεί ότι η διάρκεια δράσης των συνθετικών φερομονών είναι σχετικά μικρή και το κόστος παραγωγής και εφαρμογής τους για τον έλεγχο π.χ. της σμηνουργίας μεγάλο. Οι λόγοι αυτοί θα μπορούσαν να εξηγήσουν και την ως τώρα αρνητική ανταπόκριση των μελισσοκόμων στις προοπτικές πρακτικών εφαρμογών των φερομονών της βασίλισσας στην μελισσοκομική πράξη (Υφαντίδης, 2002).

### **2.1.3. Φερομόνες των κηφήνων και του γόνου**

Σε σύγκριση με τις φερομόνες των εργατριών και της βασίλισσας, οι γνώσεις για τις φερομόνες των κηφήνων είναι λιγοστές. Η χημική σύνθεση των φερομονών των κηφήνων παραμένει ακόμη άγνωστη. Διαπιστώθηκε ωστόσο ότι εκκρίσεις του σιαγονικού αδένου των κηφήνων προσελκύουν στους τόπους συγκέντρωσης τους άλλους κηφήνες. Επιπλέον, εικάζεται ότι οι φερομόνες των κηφήνων προσελκύουν στους τόπους συγκέντρωσής τους και τις βασίλισσες. Είναι προφανές ότι η επικοινωνία μεταξύ των αναπαραγωγικά ικανών μελισσών (κηφήνων με κηφήνες και κηφήνων με βασίλισσες) επηρεάζει τη συμπεριφορά σύζευξής τους, η οποία συντελείται εκτός κυψέλης (Υφαντίδης, 2002).

Ενώσεις που παράγονται από τον γόνου των μελισσών έχουν τουλάχιστον 2 επιδράσεις στις εργάτριες. Αναστέλλουν την ανάπτυξη των ωοθηκών τους και τις διεγείρουν για τη συλλογή τροφής. Φερομονικής φύσεως είναι και το σήμα που δέχονται οι παραμάνες μέλισσες από τις προνύμφες, προκειμένου να σφραγίσουν τα κελιά για να πραγματοποιηθεί η νύμφωση. Αυτό το σήμα αποτελείται από 10 εστέρες και μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων: παλμιτικός μεθυλεστέρας, παλμιτικός αιθυλεστέρας, στεαρικός μεθυλεστέρας, παλμιτικός αιθυλεστέρας, ελαϊκός μεθυλεστέρας, ελαϊκός αιθυλεστέρας, λινολεϊκός μεθυλεστέρας, λινολεϊκός αιθυλεστέρας, λινολενικός μεθυλεστέρας και λινολενικός αιθυλεστέρας. Στους κηφήνες, αφθονότεροι εστέρες είναι αυτοί του παλμιτικού, λινολενικού και ελαϊκού οξέος οι οποίοι αναφέρονται και ως εστέρες σφραγίσματος. Έχει βρεθεί ότι οι ίδιες αυτές ενώσεις προσελκύουν και το

άκαρι βαρρόρα να εισέλθει εντός του κελιού πριν αυτό σφραγιστεί (Trouiller et al., 1994).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ουσίες από τις άδειες κηρήθρες λειτουργούν διεγερτικά για τις συλλέκτριες ώστε να μαζέψουν και να αποθηκεύσουν νέκταρ (Rinderer, 1981).

## **2.2. Η ενδοεπικοινωνία των εργατριών μελισσών με «χορούς»**

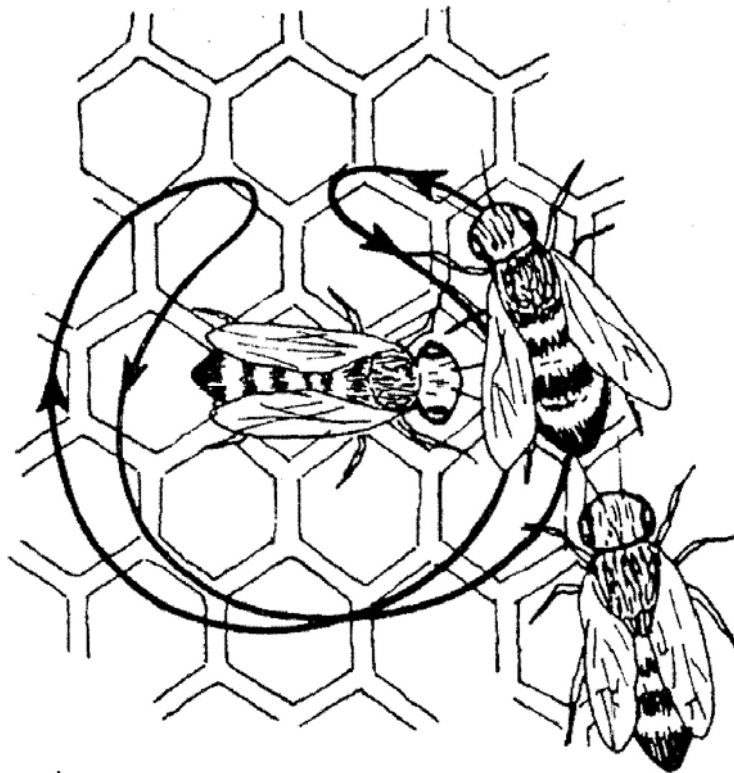
Η ενδοεπικοινωνία των μελισσών με χορούς παρουσιάζει, όπως και η αντίστοιχη με φερομόνες, μεγάλο ενδιαφέρον, αποδεικνύεται όμως ταυτόχρονα και ως ένα ακανθώδες επιστημονικό θέμα των τελευταίων δεκαετιών. Πράγματι, γύρω από το θέμα αυτό έχει εγερθεί μια από τις πιο αξιοπρόσεκτες, ιστορικές πλέον, επιστημονικές αντιπαραθέσεις σε διεθνή κλίμακα (Wenner & Wells, 1990).

Τη θεωρία της γλώσσας των χορών την ερμηνεύει ο von Frisch, ο πρώτος που την περιέγραψε, ως εξής: η επιτυχημένη συλλέκτρια μέλισσα από τη δική της μεριά χορεύει, για να διαβιβάσει με τις κινήσεις του σώματος (φιγούρες) στις υπόλοιπες συλλέκτριες ακριβές μήνυμα για την κατεύθυνση και την απόσταση της θέσης συλλογής ή του καταφυγίου για έναν αφεσμό. Οι συνοδοί από την άλλη μεριά παρακολουθούν την χορεύτρια με τις κεραίες τους αφού τα μάτια δεν τις βοηθούν να δουν τις φιγούρες μέσα στη σκοτεινή κυψέλη. Όταν οι ίδιες βγουν αμέσως μετά από την κυψέλη μετατρέπουν με απόλυτη ακρίβεια τα μηνύματα τα οποία πήραν στη διάρκεια του χορού, δηλαδή μπορούν και τα αποκωδικοποιούν, όπως ακριβώς μπορεί να το κάνει ο άνθρωπος ως λογικό ον. Παράλληλα οι επιστρατευμένες μέλισσες μετρούν και την απόσταση, πιθανότατα με βάση την ενέργεια (θερμίδες), την οποία καταναλίσκουν περπατώντας πίσω από την χορεύτρια. Με άλλα λόγια κατά τη θεωρία αυτή, η συνοδός μέλισσα επάνω στην 'πίστα' διαβάζει με τυφλό σύστημα μια γλώσσα συμβολισμών και βγαίνοντας από την κυψέλη ψάχνει είτε «τριγύρω» από την κυψέλη (αυτό λέει ο συμβολισμός του κυκλικού χορού) είτε κατευθείαν «σε ορισμένη κατεύθυνση και απόσταση» από την κυψέλη (σύμφωνα πάλι με το συμβολισμό του μικτού χορού). Όταν η επιστρατευμένη μέλισσα φτάσει στο διαφημιζόμενο με τους χορούς σημείο βοηθιέται, να εντοπίσει τη συγκεκριμένη τροφή με την οσμή, η οποία της είναι ήδη γνωστή.

Κατά τη σχολή των Wenner και Wells (1990), δηλαδή σύμφωνα με την υπόθεση της αναζήτησης της τροφής αποκλειστικά με οσμές (“odor alone”), η πληροφορημένη συνοδός της χορεύτριας εγκαταλείπει την κυψέλη και αναζητεί αυτόνομα, την υποδειχθείσα με την οσμή πηγή στη γύρω περιοχή (Wenner & Wells, 1990).

### 2.2.1. Κυκλικός χορός

Ο von Frisch περιέγραψε το 1946 δύο βασικούς τύπους (φιγούρες) χορών. Τον **κυκλικό χορό** κατά τον οποίο η ακόμη φορτωμένη συλλέκτρια, διαγράφει μια πλήρη κυκλική διαδρομή, με διάμετρο κάπως μεγαλύτερη από το μήκος του σώματός της. Μόλις ολοκληρωθεί ο πρώτος κύκλος η χορεύτρια κάνει την ίδια τη φιγούρα, αλλά τώρα κατά την αντίστροφη φορά (Εικ. 10). Αυτό επαναλαμβάνεται αρκετές φορές.



Εικόνα 10. Κυκλικός χορός (από Morse και Hooper, 1985).

Ευάριθμες συντρόφισσες την ακολουθούν από πίσω, ακουμπώντας την ενδεχομένως και με τις κεραίες τους. Κάποια στιγμή η χορεύτρια κάνει ένα σύντομο διάλειμμα και με τη διαδικασία της τροφάλλαξης εφοδιάζει μέλισσες της συνοδείας της με μικρή

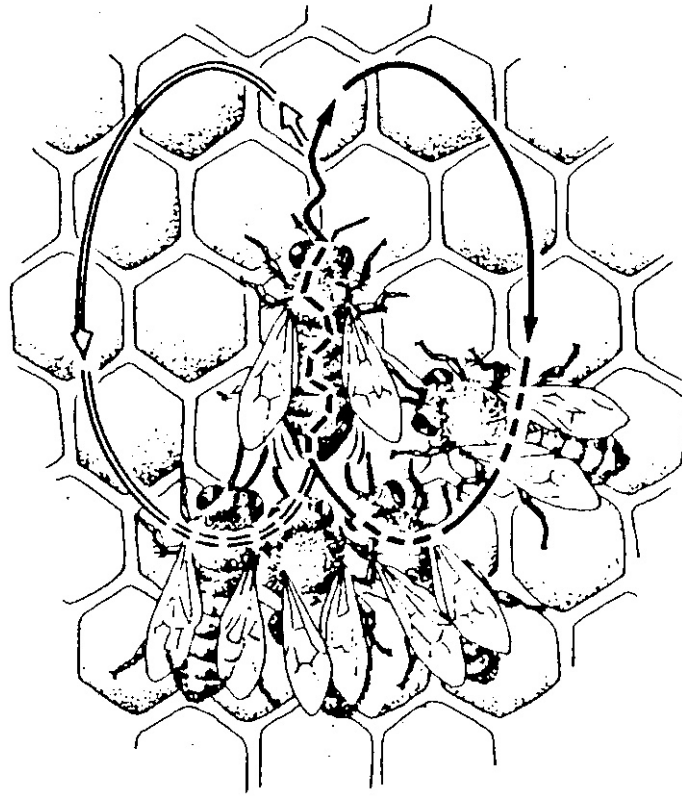


ποσότητα τροφής, από τον πρόλοβό της. Έπειτα επαναλαμβάνει το χορό της και σε κάθε διάλειμμα διανέμει πάλι μικροσκοπικές σταγόνες από το γλυκό αρωματικό φορτίο της. Με την τροφάλλαξη οι συνοδοί της χορεύτριας πληροφορούνται για την οσμή της ανακαλυφθείσας τροφής, ενώ εικάζεται ότι εκτιμούν και την ποιότητα της τροφής. Ωστόσο, την πληροφορία αυτή μπορεί να παίρνουν οι συνοδοί μέλισσες και χωρίς τροφάλλαξη, παρακολουθώντας, δηλαδή απλά από μικρή απόσταση τη χορεύτρια με προτεταμένες τις κεραίες τους, καθώς οι οσμηρές ουσίες της τροφής προσκολλώνται και επάνω στο τριχωτό σώμα της μέλισσας, την ώρα που αυτή συλλέγει σε άνθος ή και βλαστό κ.τ.λ., πάνω στον οποίο βρίσκεται μελίτωμα. Ο κυκλικός χορός εκτελείται, όταν η τροφή βρίσκεται κοντά στην κυψέλη (Υφαντίδης, 2003).

### **2.2.2. Μικτός ή κουνιστός ή χορός της ουράς ή της παλλόμενης κοιλιάς**

Ο επόμενος χορός ονομάζεται μικτός ή κουνιστός ή χορός της ουράς ή της παλλόμενης κοιλιάς. Εκτελώντας αυτό το χορό η ανιχνεύτρια, διαγράφει επάνω στην κατακόρυφη επιφάνεια της κηρήθρας, εναλλάξ, καμπυλόγραμμες και ευθύγραμμες διαδρομές, σχηματίζοντας έτσι νοερά ένα κλειστό «οχτώ» (Εικ. 11). Η κατεύθυνση της ευθύγραμμης διαδρομής προς την κατεύθυνση της κατακορύφου (βαρύτητας), αλλά και το μήκος της διαδρομής αυτής επάνω στην κηρήθρα παραμένουν αμετάβλητα στοιχεία στη διάρκεια ενός χορού. Επιπλέον, στην ευθύγραμμη διαδρομή η χορεύτρια πάλλει την κοιλιά της δεξιά και αριστερά. Μετά την ολοκλήρωση της διαδρομής αυτής, η χορεύτρια επιστρέφει στο αρχικό σημείο εκκίνησης του χορού της, έχοντας διαγράψει ημικυκλική διαδρομή. Η επόμενη ημικυκλική διαδρομή γίνεται κατά την αντίστροφη φορά. Σε ότι αφορά τα διαλείμματα του χορού και τη διανομή της υγρής τροφής στις συνοδούς, ισχύουν όσα αναφέρονται και για τον κυκλικό χορό (Υφαντίδης, 2003).

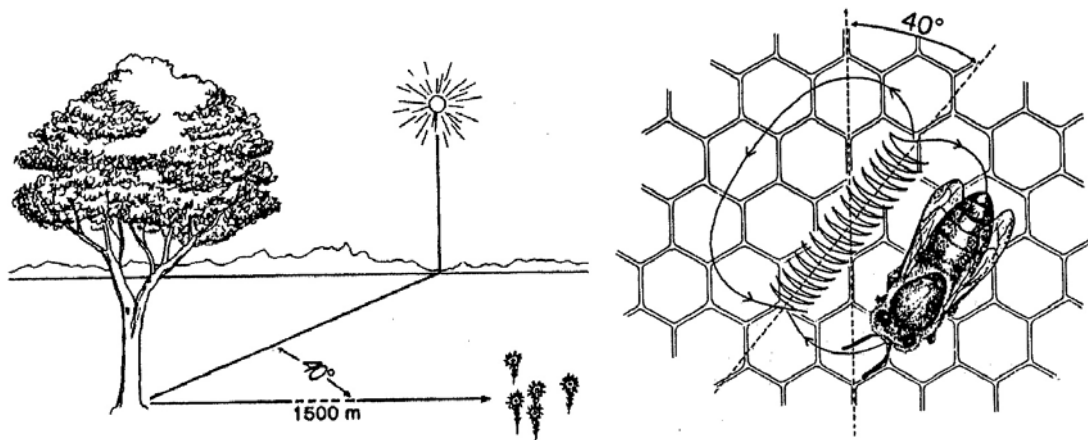
Η απόσταση της τροφής δηλώνεται με τον αριθμό των ευθέων διαδρομών που πραγματοποιεί η χορεύτρια μέλισσα στη μονάδα του χρόνου. Όσο πιο αργός είναι ο χορός, τόσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση και το ανάποδο. Έτσι, για να υποδείξει απόσταση 100 μέτρων από την κυψέλη, η μέλισσα κάνει 9-10 ευθείες διαδρομές στα 15 δευτερόλεπτα, ενώ για 1000 μέτρα οι διαδρομές είναι μόλις 4 (Χαριζάνης, 1996).



**Εικόνα 11.** Μικτός χορός (από Winston, 1987).

Ο von Frisch διαπίστωσε ότι η νοητή γωνία, η οποία σχηματίζεται επάνω στην κατακόρυφη επιφάνεια της κηρήθρας ανάμεσα στην κατεύθυνση της ευθύγραμμης διαδρομής του μικτού χορού και στην κατεύθυνση της βαρύτητας, έχει το ίδιο ακριβώς μέγεθος με την αντίστοιχη γωνία, η οποία σχηματίζεται όμως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάμεσα δηλαδή στα σημεία, εκείνα της θέσης της κυψέλης, της θέσης της τροφής και του σημείου προβολής της εκάστοτε θέσης του ήλιου στην επιφάνεια του εδάφους. Επίσης, η δεξιά ή η αριστερή απόκλιση της κατεύθυνσης της ευθύγραμμης διαδρομής του χορού από την κατεύθυνση της βαρύτητας είναι αντίστοιχα η ίδια με την απόκλιση της κατεύθυνσης κυψέλης-τροφής από την κατεύθυνση κυψέλης-ήλιου (Εικ. 12).

Ο μικτός χορός εκτελείται, όταν η τροφή βρίσκεται μακριά από την κυψέλη, δηλαδή σε απόσταση πάνω από εκατό μέτρα προκειμένου για την *A. mellifera carnica*. Η απόσταση αυτή είναι διαφορετική στις διάφορες φυλές της δυτικής μέλισσας και στα διάφορα είδη μελισσών του γένους *Apis* (Υφαντίδης, 2003).



Εικόνα 12. Ο μικτός χορός και το μήνυμα που μεταδίδει (από Θρασυβούλου, 1998).

### 2.2.3. Ο τρεμουλιαστός χορός

Ένας ακόμη χορός είναι ο **τρεμουλιαστός**. Αυτός ο χορός της ανιχνεύτριας μέλισσας μελετήθηκε για πρώτη φορά μόλις την τελευταία δεκαετία του 20<sup>ου</sup> αιώνα (Seeley, 1992). Ο τρεμουλιαστός χορός περιλαμβάνει τρεις διακριτές μεταξύ τους φιγούρες, α) κινήσεις του σώματος μπρος-πίσω ή από δεξιά προς τα αριστερά και αντίθετα, β) περιστροφές ακανόνιστες και γ) μετακίνηση προς τυχαίες κατευθύνσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι κινήσεις της χορεύτριας εξυπηρετούν βέβαια την επικοινωνία της χορεύτριας, αλλά μόνον με εκείνες τις «οικιακές» μέλισσες, οι οποίες είναι επιφορτισμένες ειδικά με την εργασία παραλαβής του νέκταρος. Σε ημέρες λοιπόν άφθονης, εισροής νέκταρ στο μελίσσι δημιουργείται προσωρινή έλλειψη των «οικιακών» μελισσών, οι οποίες ξεφορτώνουν τη νεκταροσυλλέκτρια. Με τον τρεμουλιαστό χορό η συλλέκτρια εικάζεται ότι κατορθώνει να προσελκύσει την προσοχή της συγκεκριμένης κατηγορίας μελισσών, για να τους παραδώσει το φορτίο της. Όσο παρατείνεται ο χρόνος από την επιστροφή της συλλέκτριας στην κυψέλη έως τη στιγμή, κατά την οποία οι «οικιακές» μέλισσες θα αρχίσουν να την ξεφορτώνουν, τόσο η συλλέκτρια περιορίζει το μικτό ή κυκλικό χορό και αντί αυτών εκτελεί τον τρεμουλιαστό. Ο τρεμουλιαστός χορός δεν θα πρέπει να εκτελείται από τη συλλέκτρια γύρης, καθώς είναι γνωστό ότι ξεφορτώνει μόνη της το φορτίο της (Υφαντίδης, 2003).

#### 2.2.4. Συριστικός χορός

Ένας άλλος χορός είναι ο **συριστικός**. Αυτός εκτελείται από τις ανιχνεύτριες και σχετίζεται με τη θέση ενός καταφυγίου, λίγο πριν αναχωρήσει ο αφεσμός από την μητρική κυψέλη, προκαλώντας μια γενικευμένη αναστάτωση στις εργάτριες. Οι χορεύτριες περπατούν γρήγορα ανάμεσα στις άλλες, δονούν πολύ ζωνηρά την κοιλιά τους δεξιά και αριστερά και παράγουν χαρακτηριστικό συριγμό με τα φτερά τους. Ο συριστικός χορός δεν περιέχει στοιχεία, τα οποία να συνδέονται με τις συντεταγμένες της θέσης του καταφυγίου. Οι χορεύτριες απλά επικοινωνούν με τις άλλες μέλισσες προκειμένου να τις διεγείρουν, ώστε οι τελευταίες να εγκαταλείψουν το παλαιό τους κατάλυμα (Υφαντίδης, 2003).

#### 2.2.5. Νωτοστερνιαίος χορός

Ένας ακόμη χορός επικοινωνίας των μελισσών, είναι ο **νωτοστερνιαίος**, ο οποίος δεν ερμηνεύεται με βάση την άποψη για συμβολική σημασία των χορών, αλλά ως ένας τρόπος μεταβίβασης ενός απλού συνθήματος μηχανικής φύσης (με επαφή ή με ήχο). Αυτόν τον χορό τον εκτελούν κατά κανόνα μέλισσες της ηλικίας των συλλεκτριών και τον περιέγραψε πρώτος ο Haydak το 1954, χαρακτηρίζοντας τον τότε, με εντελώς ανθρωποκεντρική έννοια, ως “χορό της χαράς”.

Κατά τη διάρκεια του νωτοστερνιαιού χορού η εργάτρια μέλισσα ακουμπά τα μπροστινά της πόδια σε κάποιο μέρος του σώματος μιας άλλης εργάτριας ή καμιά φορά και επάνω σε ένα σφραγισμένο βασιλικό κελί ή τέλος σε μια βασίλισσα, και ανεβοκατεβάζει στη συνέχεια πέντε έξι φορές την κοιλιά της, με ταυτόχρονο ελαφρύ κούνημα μπρος πίσω. Τις κινήσεις αυτές τις κάνει ακολούθως ακουμπώντας επάνω σε άλλες μέλισσες. Όταν εκκολαφθεί μια παρθένα βασίλισσα, ένας μεγάλος αριθμός από μέλισσες εκτελούν τέτοιο χορό. Η μέλισσα (εργάτρια ή βασίλισσα), η οποία υφίσταται την ενέργεια της χορεύτριας, αντιδρά με σύντομη ακινητοποίηση (Υφαντίδης, 2003).

Υπάρχουν ενδείξεις ότι ο χορός αυτός συντονίζει τις δράσεις των μελισσών κατά την διαδικασία της σημουργίας, ενώ σχετίζεται και με τη διαδικασία συλλογής τροφής (Winston, 1987). Στην πρώτη περίπτωση φαίνεται να αποτρέπει τη βασίλισσα να καταστρέψει τα βασιλικά κελιά που έχουν σχηματιστεί ώστε να επιτευχθεί η σημουργία. Στη δεύτερη περίπτωση, ο χορός αυτός διεγείρει τις εργάτριες μέλισσες να

κινήθουν εντός της κυψέλης, κυρίως προς τα σημεία όπου διεξάγονται ο κυκλικός και ο μικτός χορός.

Κατά τη διάρκεια του νωτοστερνιαίου χορού εκπέμπεται το σινιάλο δόνησης (vibratory signal) ή σινιάλο προσαρμογής (modulatory signal), το οποίο είναι συνδυασμός ηχητικού και μηχανοδεκτικού ερεθίσματος. Η χορεύτρια παράγει τότε ήχο συχνότητας 400-500 Hz η οποία αντιστοιχεί στη συχνότητα της νότας La (Υφαντίδης, 2005).

Σε μια συνθετική εργασία του 2004, οι Schneider και Lewis παρουσιάζουν εμπειρικά δεδομένα, για να καταδείξουν μέσω αυτών ότι το μέλισσι αντί του κεντρικού νευρικού συστήματος των πολυκύτταρων ζωικών οργανισμών χρησιμοποιεί (μεταξύ άλλων) και το σινιάλο δόνησης και συντονίζει έτσι τη δράση χιλιάδων μελισσών του. Το σινιάλο δόνησης δεν έχει εξειδικευμένη δράση. Αντίθετα γίνεται αντιληπτό από όλες τις εργάτριες, ανεξάρτητα από την ομάδα εργασίας στην οποία αυτές εντάσσονται σε δεδομένη χρονική περίοδο της μετεμβρυικής τους εξέλιξης. Κατά τους συγγραφείς το σινιάλο αυτό κρατά τις μέλισσες σε εγρήγορση, ώστε οι ίδιες να αντιδρούν χωρίς χρονοτριβή σε άλλα εξειδικευμένα σινιάλα, όπως είναι οι ήχοι διαφορετικής συχνότητας στους διάφορους χορούς ή σε διάφορα συνθήματα, π.χ., οι οσμές της συλλεγόμενης τροφής. Δύο παραδείγματα αναφέρονται για να καταδειχθεί ή μη εξειδικευμένη μορφή του σινιάλου δόνησης: οι ιπτάμενες μέλισσες (συλλέκτριες) μετά τη λήψη του σινιάλου αυτού, μετακινούνται προς τις πίστες των χορών, ενώ οι οικιακές προς τα κελιά του γόνου. Σε κάθε περίπτωση οι γνώσεις μας γύρω από το σινιάλο δόνησης είναι ακόμη στοιχειώδεις (Υφαντίδης, 2005).

### 2.3. Η θεωρία του Wenner

Πέρα από τις φερομόνες και τους χορούς, στην επικοινωνία των μελισσών παίζουν σημαντικό ρόλο και οι εξωγενείς οσμές. Η σημασία των εξωγενών οσμών περιγράφεται από **θεωρία του Wenner**. Η χημική αίσθηση της όσφρησης είναι εξαιρετικής και πολύπλευρης σημασίας. Εξάλλου, και ο von Frisch, εξειδικεύοντας τη σημασία της οσμής για την ενδοεπικοινωνία των μελισσών, αναφέρει ότι αυτή «εγκλωβίζεται στο σώμα της» και η διασπορά αυτής της οσμής, από το σώμα της χορεύτριας, γίνεται με το ρεύμα αέρα γύρω της με κινήσεις των φτερών της. Η διαδικασία λοιπόν της

αναζήτησης της τροφής από την πρωτόπειρη συλλέκτρια ακολουθεί της εξής φάσεις (Υφαντίδης, 2003):

1. Η συλλέκτρια μέλισσα, αφού δεχθεί το οσμηρό μήνυμα από την χορεύτρια, εγκαταλείπει τη φωλιά της, και πραγματοποιεί γύρω από αυτήν ανυψωτικές, κυκλικές, βαθμιαία διευρυμένες πτήσεις προσανατολισμού. Η μέλισσα αυτή, εθισμένη ήδη στις διαχεόμενες οσμές στο άμεσο περιβάλλον της ίδιας της φωλιάς της, αποστασιοποιείται από αυτές με την πορεία που διαγράφει, δηλαδή αποδεσμεύεται από τη δράση τους και έτσι δεν επιστρέφει αμέσως στην κυψέλη.

2. Μέσα στο υπάρχον τη στιγμή εκείνη ρεύμα αέρα, η άπειρη ακόμα συλλέκτρια αφήνεται να παρασυρθεί από αυτό. Ο ίδιος άνεμος παρασύρει αναπότρεπτα προς την κατεύθυνση του και τα μόρια της αναζητούμενης, συγκεκριμένης οσμηρής ουσίας. Αυτά εκπέμπονται τόσο από τη θέση, στην οποία ανακαλύφθηκε η τροφή από την ανιχνεύτρια όσο και από το σύνολο των άλλων επίσης έμπειρων συλλεκτριών, όταν ακόμη αυτές βρίσκονται στον αέρα, ή όταν συλλέγουν. Οι τελευταίες, σε αντίθεση με την πρωτόπειρη επιστρατευμένη, ακολουθούν λίγο-πολύ σταθερή πορεία, πετώντας δηλαδή κατευθείαν ανάμεσα στη θέση συλλογής και στη θέση της κυψέλης, καθοδηγούμενες από επίγεια ορόσημα ή από την ουράνια πυξίδα, τον ήλιο. Σε κάθε περίπτωση, οι έμπειρες συλλέκτριες πετώντας δημιουργούν γύρω τους ένα «οσμηρό μονοπάτι», τα μόρια του οποίου παρασύρονται προς την κατεύθυνση του ανέμου. Έτσι, σε δεδομένη στιγμή τα μόρια της αναζητούμενης ουσίας συλλαμβάνονται από τις κεραίες της επιστρατευμένης μέλισσας (σε κάποια απόσταση από το «οσμηρό μονοπάτι» αλλά και από τη θέση της τροφής).

3. Έχοντας συλλάβει εκ νέου το χημικό ερέθισμα, τη φορά αυτή εκτός κυψέλης πλέον, η πρωτόπειρη συλλέκτρια εκτελεί γρήγορες, ζικ -ζακ κινήσεις, αντίθετα τώρα προς την κατεύθυνση του ανέμου. Με αυτές τις κινήσεις πλησιάζει προς την περιοχή με την όλο και μεγαλύτερη συγκέντρωση των μορίων της οσμηρής ουσίας.

4. Αν στην προσπάθειά της να πλησιάσει την πηγή εκπομπής της οσμής η μέλισσα βρεθεί για κάποιο λόγο έξω από το οσμηρό χωνί, τότε εκτελεί πιο γρήγορες πτήσεις, διασχίζοντας περίπου εγκάρσια (180 μοίρες), τον εναέριο χώρο σε σχέση με την κατεύθυνση του πνέοντος ανέμου, και στρίβοντας εναλλάξ δεξιά-αριστερά. Αυτός ο

τρόπος πτήσης είναι γνωστός με τον αγγλικό όρο 'casting' (στρίψιμο) και εξασφαλίζει πολύ γρήγορα πάλι την επάνοδό της μέσα στο οσμηρό χωνί.

**5.** Τελικά η μέλισσα επαναλαμβάνοντας τις ζικ -ζακ κινήσεις μέσα στο οσμηρό χωνί και πετώντας πάντα αντίθετα από την κατεύθυνση του ανέμου φτάνει στην τροφή και επιδίδεται στη συλλογή της.

Το μοντέλο αυτό πάντως, δεν έχει ακόμη επιβεβαιωθεί πειραματικά, καθώς είναι όντως δύσκολο να παρακολουθήσει κανείς την συλλέκτρια σε όλη την υποθετική διαδρομή της, όπως αυτή περιγράφεται πιο πάνω. Το μόνο δεδομένο είναι ότι αυτή τη μέλισσα τη βλέπει ο παρατηρητής στην αρχική φάση (ανυψωτικές κινήσεις μόλις βγει από την κυψέλη) αλλά και στην τελική φάση, όταν πλησιάζει τη θέση τροφής κόντρα στον άνεμο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΛΙΣΣΩΝ

Ο θαυμαστός κόσμος των μελισσών, πέρα απ' τα παράξενα φαινόμενα και τη χρησιμότητά του, μας δίνει το παράδειγμα ενός τέλει σε οργάνωση συστήματος κατανομής έργων, ενός μοντέλου ιδανικής κοινωνίας απ' την οποία έχουμε να μάθουμε πολλά.

### 3.1. Δραστηριότητες εντός της κυψέλης

#### 3.1.1. Η κατανομή των εργασιών στο μελίσι

Η σωστή οργάνωση ενός μελισσιού είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρησή του. Οι δραστηριότητες και η συμπεριφορά των μελισσών έχουν σαν στόχο πάντα το καλό του συνόλου, καθώς, όπως είπαμε και νωρίτερα, το μελίσι είναι ένας υπεροργανισμός, κάθε μέλος του οποίου επιτελεί μια συγκεκριμένη εργασία ανά πάσα στιγμή.

Στην κοινωνία των μελισσών, η εργασία είναι στενά συνδεδεμένη με την ηλικία τους. Από την αρχή της ζωής της και μέχρι να πεθάνει, μια εργάτρια μπορεί να κάνει διάφορες εργασίες, τόσο εντός, όσο και εκτός κυψέλης, όπως (Lindauer, 1953; Winston, 1987):

- **Να καθαρίζει κελιά (καθαρίστρια, 1<sup>η</sup>-6<sup>η</sup> μέρα).** Η πρώτη, ύστερα από το παρθενικό και σύντομο γεύμα, έκδηλη συμπεριφορά μιας οικιακής μέλισσας αμέσως μετά την έξοδο από το κελί είναι η απομάκρυνση των απορριμμάτων μέσα από τα κελιά, τα οποία οι συνομήλικές της άφησαν βγαίνοντας ως ακμαία πλέον άτομα. Τα απορρίμματα περιέχουν τα εκδύματα, τα οποία αποβάλλει η αναπτυσσόμενη μέλισσα μέσα στο κελί της καθώς μεταμορφώνεται αρχικά από προνύμφη σε πλαγγόνα και αργότερα σε ακμαίο έντομο.
- **Να σφραγίζει τα κελιά του γόνου (3<sup>η</sup>-5<sup>η</sup> μέρα).** Το σφράγισμα των κελιών γίνεται από πολύ νεαρές εργάτριες, οι οποίες δεν έχουν απαραίτητα ανεπτυγμένους τους κηρογόνους αδένες (Εικ. 13). Πράγματι, οι αδένες αυτοί είναι ανεπτυγμένοι σε ηλικίες μεταξύ 8 και 17 ημερών. Έχει παρατηρηθεί ότι εργάτριες μεγαλύτερης ηλικίας



αποθέτουν λέπια κεριού στην άκρη των κελιών και οι νεαρότερες εργάτριες τα κατεργάζονται για να σφραγίζουν τα κελιά με το γόνο.

- **Να φροντίζει το γόνο ή να ταΐζει τη βασίλισσα (παραμάνα, 6<sup>η</sup>-16<sup>η</sup> μέρα).** Μια από τις γνωστές για την ομάδα των οικιακών μελισσών συμπεριφορές είναι και η εκτροφή του γόνου (Εικ. 14). Μέλισσες ηλικίας μεγαλύτερης των 3 ημερών ταΐζουν το γόνο με εκκρίσεις των υποφαρρυγικών και σιαγονικών τους αδένων. Η εργασία αυτή σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη των αδένων αυτών. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, οι μέλισσες περιποιούνται και τη βασίλισσα, ταΐζοντάς την κάθε 20-30 λεπτά περίπου όταν η ωοτοκία βρίσκεται στην κορύφωσή της.



**Εικόνα 13.** Εργάτριες σφραγίζουν εργατικό γόνο ([http://photo.bees.net/gallery/mellifera/two\\_capping?full=1](http://photo.bees.net/gallery/mellifera/two_capping?full=1)).



**Εικόνα 14.** Μέλισσες περιποιούνται τον εργατικό γόνο (<http://photo.bees.net/gallery/mellifera/nursing>).

- **Να καθαρίζει την κυψέλη (10<sup>η</sup>-20<sup>η</sup> μέρα).** Καθώς μεγαλώνουν οι οικιακές μέλισσες καθαρίζουν τα κελιά από τυχόν νεκρό γόνο. Την απομάκρυνση πτωμάτων των συντρόφων τους (ακμαίων και μη) από τον πυθμένα της φωλιάς την αναλαμβάνει αποκλειστικά και μόνον ομάδα μελισσών, όχι απόλυτα προσδιορισμένης ηλικίας.

- **Να παραλαμβάνει το νέκταρ και να πακετάρει τη γύρη (10<sup>η</sup>-20<sup>η</sup> μέρα).** Η διαχείριση του νέκταρος γίνεται από εργάτριες που δέχονται το νέκταρ από τις συλλέκτριες μέλισσες. Κατόπιν, το συμπυκνώνουν διπλώνοντας και ξεδιπλώνοντας τα στοματικά τους μόρια, το εμπλουτίζουν εκ νέου με ένζυμα και τέλος το αποθέτουν στα κελιά για να ωριμάσει. Η γύρη μεταχειρίζεται αφού έχει αποθεθεί στα κελιά και αφορά στο πακετάρισμά της στο βάθος των κελιών και στον εμπλουτισμό της με μέλι και

σιελογόνες εκκρίσεις, ώστε να δημιουργηθεί ένα λεπτό στρώμα που προστατεύει τη γύρη.

- **Να χτίζει κελιά (12<sup>η</sup>-18<sup>η</sup> μέρα).** Στις χαρακτηριστικές συμπεριφορές των οικιακών μελισσών ανήκει και η κατασκευή των κηρηθρών (Εικ. 15). Μια βασική προϋπόθεση για να παράξει η οικιακή μέλισσα κερι, είναι να έχει πλήρως ανεπτυγμένους τους κηρογόνους αδένες της, τα βιολογικά εργοστάσια παραγωγής κεριού. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η μέλισσα επιδίδεται στην κατασκευή κηρηθρών σε ηλικία 12-18 ημερών. Η δεύτερη προϋπόθεση για την παραγωγή κεριού είναι να έχει η μέλισσα αυτής της ηλικίας αναγκαστικά γεμάτο τον προλοβό της με νέκταρ. Τέλος, απαραίτητα για την διεκπεραίωση της κατασκευής των κηρηθρών είναι και τα αισθητήρια όργανα αφής, τα οποία φέρονται επάνω στις κεραίες. Με τη βοήθειά τους οι μέλισσες αντιλαμβάνονται το πάχος των τοιχωμάτων των κελιών, ώστε να μπορούν να τα κατασκευάζουν όσο χρειάζεται λεπτά, και να εξοικονομείται κερι με αυτόν τον τρόπο.



**Εικόνα 15.** Εργάτρια χτίζει κελί (<http://photo.bees.net/biology/ch5/waxwork.jpg>).

- **Να είναι αερίστρια (16<sup>η</sup>-28<sup>η</sup> μέρα).** Με τον αερισμό της κατοικίας τους οι μέλισσες υποβιβάζουν τη θερμοκρασία μέσα στο κατάλυμά τους, κάθε φορά που αυτή τείνει να υπερβεί τα ανώτερα φυσιολογικά της όρια των 36,5 °C. Ο αερισμός της κατοικίας αποσκοπεί και στην απομάκρυνση της περίσσειας υδρατμών, στη μείωση του

επιπέδου του CO<sub>2</sub> και στη συμπύκνωση του μελιού. Μπορεί να λάβει χώρα σχεδόν σε κάθε μέρος της κυψέλης, κυρίως όμως στα κελιά πάνω από το μέλι ή στην είσοδο της κυψέλης.

- **Να είναι φρουρός (16<sup>η</sup>-28<sup>η</sup> μέρα).** Οι μέλισσες φρουροί βρίσκονται σε διαρκή εγρήγορση, όπως δείχνει η τυπική στάση τους. Κοιτάζοντας προς τα έξω στέκονται συχνά στα τέσσερα τους πόδια, και έχουν τα άλλα δύο (μπροστινά) ελαφρώς ανασηκωμένα, τις κεραίες προτεταμένες και τα σαγόνια τους κλειστά. Σε στιγμή διέγερσης οι φρουροί ανοίγουν τα σαγόνια και τεντώνουν τα φτερά τους. Από τα ανοιχτά σαγόνια απελευθερώνεται η επικουρική φερομόνη συναγερωμού του σιαγονικού αδένου, η 2-επτανόνη. Εκτός από μέλισσες της ίδιας κυψέλης, επιτρέπεται να μπουκφήνευ, νεαρές εργάτριες από άλλες κυψέλες και συλλέκτριες φορτωμένες με νέκταρ ή γύρη. Η είσοδος φρουρείται από περισσότερες μέλισσες όταν το μελίτσι έχει ήδη δεχτεί επίθεση ή όταν υπάρχει έλλειψη τροφής.

- **Να είναι συλλέκτρια τροφής, νερού και πρόπολης (20<sup>η</sup> μέρα και μετά).** Η συλλογή είναι η τελευταία εργασία που θα κάνει μια εργάτρια πριν πεθάνει. Η διάρκεια ζωής της ως συλλέκτρια είναι συνήθως 4-5 μέρες, όμως ουσιαστικά η απόσταση που πετάει καθορίζει το πότε θα πεθάνει. Έχει υπολογιστεί ότι η μέλισσα πεθαίνει όταν η συνολική απόσταση που θα πετάξει είναι 800 Km. Μια μέρα περίπου πριν η μέλισσα ξεκινήσει τις πτήσεις συλλογής, κάνει τις λεγόμενες πτήσεις προσανατολισμού με στόχο να προσδιορίσει την τοποθεσία της κυψέλης, ώστε να την βρίσκει εύκολα όταν επιστρέφει σε αυτή (Winston, 1987).

Τον περισσότερο χρόνο τους πάντως οι εργάτριες τον περνούν σε απραξία, εποπτεύοντας άλλες εργάτριες και αποτελώντας εφεδρείες για συγκεκριμένες εργασίες. Ενδέχεται τη στιγμή της απραξίας να παράγουν κερι ή βασιλικό πολτό (Lindauer, 1953, Winston, 1987).

Μια μέλισσα μπορεί να ασχολείται με την ίδια εργασία για πολλές μέρες ή να κάνει πολλές διαφορετικές εργασίες μέσα σε μια μέρα. Επίσης υπάρχει επικάλυψη ηλικιών μεταξύ των διαφόρων εργασιών. Η εργασία που κάνει κάθε εργάτρια σε μια δεδομένη χρονική στιγμή της ζωής της είναι στενά συνδεδεμένη με τα επίπεδα της νεανικής ορμόνης και άρα με το στάδιο ανάπτυξης συγκεκριμένων αδένων στο σώμα. Είναι όμως βέβαιο ότι η κατανομή των εργασιών καθορίζεται από τις εκάστοτε ανάγκες του

μελισσιού. Έτσι, αν οι ανάγκες το επιτάσσουν, εργάτριες μεγάλης ηλικίας μπορεί να φροντίσουν το γόνο και αντίστοιχα εργάτριες μικρής ηλικίας να γίνουν συλλέκτριες (Winston, 1987).

### 3.1.2. Τροφάλλαξη

Μιας εξαιρετικής σημασίας συμπεριφορά, η οποία εκδηλώνεται μέσα στη φωλιά από ‘οικιακές’ αλλά και από ‘ιπτάμενες’ μέλισσες, είναι η τροφάλλαξη. Με τον όρο αυτό εννοούμε την ανταλλαγή (μεταφορά) τροφής προβοσκίδα με προβοσκίδα από μια μέλισσα σε άλλη (Εικ. 16). Με τη διαδικασία της τροφάλλαξης μεταβιβάζονται και φερομόνες από τη μια μέλισσα στην άλλη. Πρόσφατα βρέθηκε μια φερομόνη που δίδεται κατά την τροφάλλαξη από μέλισσες μεγαλύτερης σε μέλισσες μικρότερης ηλικίας και τις αποτρέπει να γίνουν συλλέκτριες. Η τροφάλλαξη λαμβάνει χώρα και κατά τη διάρκεια των χορών των συλλεκτριών μελισσών, οπότε και η συλλέκτρια μέλισσα δίνει δείγματα της τροφής που βρήκε στις υπόλοιπες μέλισσες για να εκτιμήσουν και αυτές την ποιότητα της τροφής που προτείνει να συλλέξουν.



**Εικόνα 16.** Το φαινόμενο της τροφάλλαξης (<http://photo.bees.net/gallery/mellifera/1against4>).

Στην τροφάλλαξη συμμετέχουν και η βασίλισσα και οι κηφήνες, παρόλο ότι οι δυο αυτές μορφές μέλισσας δέχονται από τις εργάτριες μόνον χωρίς να προσφέρουν τροφή. Με το ίδιο φαινόμενο οι εργάτριες δέχονται από τη βασίλισσα φερομόνες (Winston, 1987). Τροφάλλαξη πάντως μεταξύ κηφήνων και βασίλισσας δεν έχει παρατηρηθεί (Υφαντίδης, 2005).

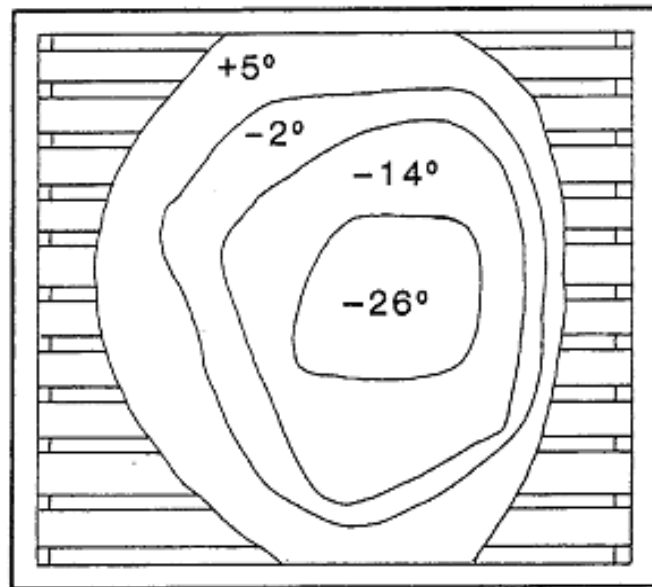
### **3.1.3. Ομοιόσταση**

Ως ομοιόσταση ονομάζουμε γενικότερα το βιολογικό φαινόμενο κατά το οποίο ένας οργανισμός, ακόμη και ένα ολόκληρο οικοσύστημα έχει τη ικανότητα να διατηρεί μέσα σε ορισμένα όρια κάποιες φυσιολογικές του παραμέτρους παρά τις όποιες μεταβολές στο περιβάλλον. Πολύ κοινά παραδείγματα ομοιόστασης στον οργανισμό του ανθρώπου και των ομοιόθερμων ζώων είναι η συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα ή η θερμοκρασία του σώματος. Η ιδιότητα της ομοιόστασης στο μελίσι εκδηλώνεται πολύ ανάγλυφα, ειδικότερα στην περίπτωση της ρύθμισης της θερμοκρασίας του.

Γενικά, με τον όρο ομοιόσταση περιγράφεται η ικανότητα του μελισσιού να διατηρεί τη θερμοκρασία και τις άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους εντός της φωλιάς σχετικά σταθερές, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Οι μέλισσες γενικά είναι δραστήριες σε θερμοκρασίες μεταξύ 10 και 38 °C, όμως για την εκτροφή του γόνου, η άριστη θερμοκρασία είναι αυτή των 35 °C. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, οι παραμάνες μέλισσες καλύπτουν με το σώμα τους το γόνο για να αυξήσουν τη θερμοκρασία του, ενώ σε υψηλότερη θερμοκρασία δροσίζουν την κυψέλη συλλέγοντας νερό και αερίζοντάς τη με τα φτερά τους. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 14 °C, οι μέλισσες σχηματίζουν τη λεγόμενη μελισσόσφαιρα (Εικ. 17), για να εξοικονομήσουν ενέργεια αφού μειώνουν την επιφάνεια από την οποία αυτή χάνεται. Οι μέλισσες στο εσωτερικό και εξωτερικό μέρος της μελισσόσφαιρας εναλλάσσονται μεταξύ τους. Όταν δεν υπάρχει γόνος, η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 13 και 20 °C, ενώ αν υπάρχει γόνος, αυτός βρίσκεται στο κέντρο της μελισσόσφαιρας, με τη θερμοκρασία εκεί πάντα στους 35 °C (Αλυσσανδράκης, 2008).

Από τις διάφορες μελέτες για το θέμα της θερμορρύθμισης του μελισσιού προκύπτει τελικά ότι το μελίσι ως υπεροργανισμός κατορθώνει να παρουσιάζει τη μικρότερη θερμική αγωγιμότητα και να δαπανά αντίστοιχα τη μικρότερη ανά μονάδα βιομάζας

ποσότητα θερμότητας, για να ξεχειμωνιάσει στα εύκρατα κλίματα σε σύγκριση με όλα τα θηλαστικά, τα πτηνά αλλά και τα ερπετά. Αυτή η ιδιαιτερότητα του μελισσιού οφείλεται στη συνδυασμένη δράση των ιδιομορφιών των κρηθρών (σύσταση, δομή και τρόπος ανάρτησής τους) από τη μία, και από την άλλη στις ιδιομορφίες της ίδιας της μελισσόσφαιρας (σύσταση και λειτουργία).



**Εικόνα 17.** Μορφή της μελισσόσφαιρας σε διάφορες θερμοκρασίες (από Winston, 1987).

Συμπερασματικά, η θερμική ομοιόσταση του μελισσιού ως υπεροργανισμού στηρίζεται σε τελική ανάλυση στην εγωιστική συμπεριφορά της κάθε μέλισσας να προσπαθεί να αποτρέψει το θάνατο της από τις μη φυσιολογικές για την ίδια θερμοκρασίας, του περιβάλλοντος (Υφαντίδης, 2005).

### **3.1.4. Η φρούρηση της εισόδου**

Πρόκειται για δραστηριότητα “εξειδικευμένων” μελισσών στο μεταίχμιο της ηλικίας μεταξύ “οικιακών” και “ιπτάμενων”. Η εξειδίκευση των φρουρών, να αντιδρούν αυτές κατ’ αποκλειστικότητα στα οπτικά ερεθίσματα τα οποία προέρχονται από τον επίδοξο εισβολέα εδράζεται κατ’ αρχή στην ύπαρξη τουλάχιστον ενός γονιδίου το οποίο στερούνται οι υπόλοιπες μέλισσες. Αυτό δεν σημαίνει κατά καμιά έννοια ότι αποκλείονται οι μη εξειδικευμένες ιπτάμενες μέλισσες από την ενεργό συμμετοχή με τα



κεντρίσματα τους στην αντιμετώπιση ενός εισβολέα. Η συμμετοχή των τελευταίων προκαλείται από τις φερομόνες συναγεμίου των φρουρών.

Είναι φανερό, λοιπόν, ότι η αποστολή των φρουρών είναι διττή: από τη μία ο έλεγχος της εισόδου για κινήσεις εχθρών του μελισσιού μπροστά στην κατοικία τους και από την άλλη η διέγερση των συντρόφων τους για άμυνα, όταν απαιτηθεί να γίνει κάτι τέτοιο (Υφαντίδης, 2005).



**Εικόνα 18.** Χαρακτηριστική στάση φρουρού-εργάτριας (από Θρασυβούλου, 1998).

Τα μέτρα φρούρησης της εισόδου του μελισσιού είναι άλλοτε χαλαρά και άλλοτε πάλι αυστηρά, ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος. Στην διάρκεια π.χ. μιας πλούσιας ανθοφορίας, οπότε εισρέει άφθονη τροφή, και για όσο διάστημα το μελίσι παραμένει ανενόχλητο, βρίσκει κανείς πολύ λίγες έως και καθόλου φρουρούς- μέλισσες στην είσοδο της κατοικίας του.

Η συμπεριφορά άμυνας της *A. mellifera* επηρεάζεται πολλαπλά από άμεσους και έμμεσους παράγοντες κατά τον Collins και τους συνεργάτες του. Στους πρώτους συγκαταλέγονται, για παράδειγμα, η ηλικία της εργάτριας, το ηλεκτρικό δυναμικό της ατμόσφαιρας, το γεωμαγνητικό πεδίο, η υγρασία, η ένταση και η διάρκεια του φωτός, η ένταση των ανέμων, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, τα αποθέματα τροφής. Σχετικά με τον τελευταίο ειδικότερα παράγοντα, κοινή είναι η εμπειρία των μελισσοκόμων, ότι τα μελίσι δεν κεντρίζουν πολύ, όταν έχουν περιορισμένα αποθέματα τροφής. Στους

έμμεσους, παράγοντες επηρεασμού της διάθεσης των μελισσών για κέντρισμα υπάγονται η ηλικιακή σύνθεση του μελισσιού, η ύπαρξη ή η απουσία γόνου, η απασχόληση ή όχι με την κατασκευή νέων κηρηθρών, οι ασθένειες, η καταστροφή μέρους της φωλιάς (π.χ από ποντίκια), η ορφάνια, η λεηλασία, η προσβασιμότητα σε νερό, ο γενετικός παράγοντας, το μέγεθος του πληθυσμού, κ.λπ. Οι πιο πάνω παράγοντες επηρεάζουν το επίπεδο ετοιμότητας της καθεμιάς μέλισσας (Υφαντίδης, 2005).

### **3.2. Δραστηριότητες εκτός της κυψέλης**

Οι μέλισσες από μια κυψέλη μπορούν να επισκεφτούν εκατομμύρια άνθη σε μια περιοχή 400 τετραγωνικών χιλιομέτρων και αυτό στη διάρκεια μόνο μιας ημέρας. Ακόμα και στην εργασία εκτός κυψέλης, συναντάται οργάνωση και συνεργασία που προκύπτει μετά την επικοινωνία των μελισσών, ώστε να αποδώσουν το μέγιστο των ικανοτήτων τους.

#### **3.2.1. Η πλοήγηση και ο προσανατολισμός**

Όπως πολλοί οργανισμοί, έτσι και οι μέλισσες δε χρησιμοποιούν μόνο ένα μηχανισμό πλοήγησης, αλλά χρησιμοποιούν ένα πολύπλοκο συνδυασμό οπτικών και μαγνητικών αισθήσεων, για να βρουν τον τρόπο επιστροφής σε ένα περιβάλλον που σταθερά μεταβάλλεται. Ο οπτικός προσανατολισμός των μελισσών γίνεται με τη χρησιμοποίηση του ήλιου, των πεπολωμένων κυμάτων του φωτός και των διάφορων ορόσημων, για να πάνε στην τροφή και μετά να επιστρέψουν στην κυψέλη. Οι μέλισσες μπορούν να προσανατολιστούν με βάση τη θέση του ήλιου ακόμη και όταν ο ήλιος έχει δύσει. Ακόμη πιο σημαντικό είναι η ικανότητα των εργατριών να χρησιμοποιούν τη θέση του ήλιου σε συννεφιασμένες ημέρες. Ένα μέρος της ικανότητας αυτής οφείλεται στο ότι χρησιμοποιούν τις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου παρά το ορατό φάσμα, επειδή η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να διεισδύσει μέσω του συννεφιασμένου ουρανού, όταν τα σύννεφα δεν είναι πολύ πυκνά (Χαριζάνης, 1996).

Οι μέλισσες εκτός από την όραση χρησιμοποιούν και άλλες αισθήσεις, αισθητήρια συστήματα, που έχουν σχέση με τον προσδιορισμό των αποστάσεων και επιτρέπουν στις εργάτριες να βρουν τη θέση της τροφής και να επιστρέψουν πίσω όταν λείπουν τα



ορόσημα και ο ήλιος. Τέτοια αισθητήρια συστήματα είναι ο προσανατολισμός με βάση το μαγνητικό πεδίο της γης. Η θέση των μαγνητικών κυττάρων, που είναι υπεύθυνα για την ανίχνευση του μαγνητικού πεδίου, είναι μία κάθετη περιοχή από μαγνητικό υλικό στο μπροστινό μέρος της κοιλιάς και λωρίδες από κύτταρα γύρω από κάθε κοιλιακό τμήμα, που περιέχουν κόκκους σιδήρου (Winston, 1987).

Οσμές τις οποίες μαθαίνουν οι εργάτριες χρησιμοποιούνται σαν ένα συμπληρωματικό σήμα για τον προσανατολισμό των μελισσών. Αυτές οι οσμές μπορεί να είναι οσμές λουλουδιών, οσμές τοπικού περιβάλλοντος, όπως συστάδες θάμνων ή σειρές από θάμνους, οργωμένο χωράφι ή πεσμένα φύλλα. Αυτές οι μυρωδιές είναι πιο σημαντικές, όταν η πηγή τροφής είναι από τη μεριά απ' όπου έρχεται ο αέρας (Χαριζάνης, 1996).

### **3.2.2. Συλλογή τροφής**

Για τις μέλισσες τροφή σημαίνει νέκταρ, μελίτωμα και γύρη. Όλες οι θρεπτικές απαιτήσεις του γόνου και των ενήλικων μελισσών ικανοποιούνται από αυτές τις τροφές φυτικής προέλευσης. Όπως οι περισσότερες λειτουργίες του μελισσιού, η συλλογή τροφής είναι οργανωμένη ιεραρχικά. Προϋποθέτει το συνδυασμό απλών ενεργειών της εργάτριας ανάλογα με τις απαιτήσεις του μελισσιού, αλλά και ενός μεγάλου αριθμού ενεργειών σε επίπεδο ατόμων και σε επίπεδο ολόκληρου μελισσιού που πρέπει να συγχρονιστούν, για να γίνει αποτελεσματική η συλλογή νέκταρος και γύρης.

Οι εργάτριες που φεύγουν από τη φωλιά, για να συλλέξουν τροφή, πρέπει να επιλέξουν ανάμεσα σε ένα μεγάλο αριθμό λουλουδιών. Η ποσότητα και η ποιότητα του νέκταρος ή και της γύρης που παράγονται από τα λουλούδια, ποικίλλει πάρα πολύ μεταξύ των ειδών των διαφόρων λουλουδιών, αλλά και μεταξύ συστάδων λουλουδιών στο ίδιο είδος. Σε μερικές περιοχές τα φυτά μπορούν να παράγουν νέκταρ τόσο πολύ που κάθε μέλισσα μπορεί να συλλέξει 5 κιλά ή και περισσότερο νέκταρ την ημέρα και μετά αυτό να μετατραπεί σε μέλι που μπορεί να ξεπεράσει τα 200 κιλά ετησίως, ενώ σε άλλες περιοχές τα μελίσσια θα πρέπει να ταΐζονται με σιρόπι, για να μην πεθάνουν από υποσιτισμό. Αν και τα μελίσσια έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζονται στην ποικιλομορφία των διάφορων καταστάσεων, οι δυνατότητες συλλογής τροφής περιορίζονται από την παραγωγή νέκταρος και γύρης από τα φυτά.

Υπάρχουν πολλά φυτά που χρησιμοποιώντας τα οι μέλισσες, μπορούν να παράγουν πάνω από 500 κιλά μέλι ανά εκτάριο, όπως ακακία, πεύκο κ.ά. Τα φυτά αυτά μπορεί να είναι δέντρα ή θάμνοι ή ποώδη φυτά και να ανήκουν σε διαφορετικές ταξινομικές μονάδες. Όλα τα καλά μελισσοκομικά φυτά χαρακτηρίζονται απ' ότι έχουν καλά αναπτυγμένα τα ανθικά και μερικές φορές τα εξωανθικά νεκτάρια, τα οποία συγκεντρώνουν και εκκρίνουν ζάχαρα, τα άνθη τους είναι γενικά σχεδιασμένα, για να προσελκύουν εύκολα τις μέλισσες και το νέκταρ είναι ευκολοδιαθέσιμο. Αλλά ακόμα και οι καλύτερες πηγές μελιού ποικίλουν στην παραγωγή μελιού από χρονιά σε χρονιά και από περιοχή σε περιοχή, επειδή η παραγωγή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, υγρασία του αέρα, η υγρασία του εδάφους, βροχές και γονιμότητα του εδάφους.

Όλα τα φυτά επενδύουν ενέργεια για την παραγωγή του νέκταρος με σκοπό να προσελκύσουν τις μέλισσες ή άλλους επικονιαστές, για να βοηθήσουν στη μεταφορά της γύρης από το ένα φυτό σε άλλο. Οι μέλισσες βέβαια χρησιμοποιούν τη γύρη για τροφή, αλλά στη διαδικασία της συλλογής του νέκταρος και της γύρης μια ποσότητα από γυρεόκοκκους επικονιάζει τα λουλούδια. Η γύρη παράγεται στους στήμονες των λουλουδιών και όπως στο νέκταρ έτσι και στη γύρη, η ποιότητα και η ποσότητα της γύρης που παράγεται διαφέρει ανάμεσα στα είδη των φυτών. Μερικά φυτά παράγουν λίγο ή καθόλου νέκταρ, αλλά είναι πιο ελκυστικά στις μέλισσες, γιατί παράγουν γύρη. Σε περιοχές όπου υπάρχουν καλλιέργειες, η μέση ακτίνα πτήσης των μελισσών είναι μόνο μερικές εκατοντάδες μέτρα, αν και ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού έχει βρεθεί να πετάει και 3700 m μακριά από το μελισσοκομείο και μέλισσες μπορούν να εκπαιδευτούν να πετάνε σε δίσκους με τροφή μέχρι και 10.000 m αν δεν υπάρχει άλλη διαθέσιμη τροφή στη γύρω περιοχή. Η μέση ακτίνα πτήσης σε δασική περιοχή είναι 1.700 m και η περισσότερη συλλογή συμβαίνει σε ακτίνα μικρότερη των 6.000 m (Χαριζάνης, 1996).

### **Οργάνωση των ταξιδιών για τη συλλογή τροφής**

Μια από τις ενδιαφέρουσες επιλογές για τη συλλέκτρια μέλισσα είναι το τι θα συλλέξει. Όπως και με τα περισσότερα χαρακτηριστικά της συλλογής, αυτό αποφασίζεται από τη διαθεσιμότητα των λουλουδιών στο χωράφι, όμως υπάρχουν

σταθερές τάσεις για το ποσοστό των εργατριών που είναι συλλέκτριες νέκταρος και γύρης. Οι εργάτριες έχουν την τάση να προτιμούν τη συλλογή νέκταρος. Σε δύο μελέτες που έγιναν περίπου 58% των συλλεκτριών μάζευαν μόνο νέκταρ, το 25% μόνο γύρη και 17% νέκταρ και γύρη. Οι εργάτριες έχουν την τάση να εξειδικεύονται σε έναν τύπο συλλογής κάθε φορά και συχνά επιδεικνύουν σταθερότητα για συλλογή νέκταρος ή γύρης κατά τη διάρκεια πολλών ταξιδιών. Οι εργάτριες έχουν την τάση να επισκέπτονται μόνο ένα είδος λουλουδιού σε κάθε ταξίδι και συνεχίζουν την επίσκεψη αυτού του λουλουδιού σε κάθε ταξίδι για μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι να σταματήσει να παράγει νέκταρ ή γύρη ή μέχρις ότου μία άλλη πηγή βρεθεί πολύ καλύτερη. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ανθική σταθερότητα (Αλυσσανδράκης, 2008).

### **Κοινωνική ευφυΐα**

Ως **κοινωνική ευφυΐα**, γενικότερα στην επιστήμη της Ηθολογίας ορίζεται “η έκδηλη αντίδραση αναφορικά με τη συμπεριφορά ενός κοινωνικού συνόλου σε ερεθίσματα του περιβάλλοντος”. Ο όρος αυτός φαίνεται να βρίσκει την πλήρη εφαρμογή του και στην περίπτωση της συμπεριφοράς της βόσκησης του μελισσιού. Εδώ το κοινωνικό σύνολο (το μελίσι) αντιδρά, με τη βαθμιαία μεταφορά της δραστηριότητας συλλογής των μελών του προς συγκεκριμένες κάθε φορά κατευθύνσεις, καθώς μεταβάλλονται διαρκώς οι συνθήκες παραγωγής της τροφής του στη γύρω περιοχή. Δίνεται έτσι, ίσως δικαιολογημένα η εντύπωση, ότι η συμπεριφορά αυτή του μελισσιού ελέγχεται από κάποια ηγεσία του, η οποία δίνει τις σχετικές εντολές για δράση. Κάτι τέτοιο όμως δεν μπορεί να συμβαίνει, διότι στους υπεροργανισμούς απουσιάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα, το οποίο, αντίθετα, είναι χαρακτηριστικό ανατομικό και λειτουργικό σύστημα στους πολυκύτταρους ζωικούς οργανισμούς.

Η απόφαση για τη βαθμιαία μετατόπιση της δράσης των συλλεκτριών μελισσών λαμβάνεται στο κέντρο πληροφοριών των κηρηθρών, μέσα από ένα δίκτυο πολλαπλών διόδων επικοινωνίας των ατόμων του κοινωνικού συνόλου. Η κάθε μέλισσα δηλαδή πληροφορείται μέσα από μια δυαδική σχέση με μια άλλη συντρόφισσά της για το πόσο προσοδοφόρα είναι μια τροφή και αντιδρά αναλόγως. Παρόλο ότι ένα τέτοιο σύστημα συνεργασίας σε μια κοινωνία ανθρώπων θα οδηγούσε πολύ εύκολα σε αναρχία, το ίδιο

σύστημα συνεργασίας στην περίπτωση του μελισσιού έχει αποτέλεσμα τον υποδειγματικό συντονισμό χιλιάδων ατόμων (Υφαντίδης, 2005).

Η κοινωνική ευφυΐα εκδηλώνεται και σε πολλές άλλες εκφάνσεις της ζωής του μελισσιού (ρύθμιση θερμοκρασίας, επιλογή νέου καταφυγίου, συλλογή νερού, κ.λπ.) με αντίστοιχους για κάθε περίπτωση μηχανισμούς. Για την προκειμένη περίπτωση της βόσκησης του μελισσιού ο μηχανισμός αυτός συνίσταται στην εφαρμογή των ακόλουθων **τριών κανόνων** από την κάθε μία συλλέκτρια (Υφαντίδης, 2005):

- ✓ Πρώτον, παράδοση της τροφής μέσα στην κυψέλη και εκτέλεση χορού, επιστροφή στο μέρος συλλογής.
- ✓ Δεύτερον, διακοπή του χορού και παραμονή στην κυψέλη, όταν ο χρόνος παράδοσης του φορτίου είναι μακρύς ή η τροφή δεν παραλαμβάνεται καθόλου.
- ✓ Τρίτον, παρακολούθηση άλλων χορευτριών, όταν η γνωστή περιοχή δεν αποδίδει πλέον ικανοποιητικά και επίσκεψη της περιοχής που υποδεικνύεται από αυτές.

Τα μειονεκτήματα του πιο πάνω μηχανισμού έγκεινται στα ακόλουθα σημεία (Υφαντίδης, 2005):

- Πρώτον, στο ότι ο μηχανισμός αναφέρεται επιλεκτικά και μόνον στη συλλογή νέκταρος.
- Δεύτερον, στην υπέρ-απλούστευση των πραγμάτων, καθώς δεν αναλύονται μέσα από το μηχανισμό αυτό επαρκώς όλες οι δυαδικές σχέσεις των διάφορων κατηγοριών ιπτάμενων και οικιακών μελισσών, οι οποίες άμεσα ή έμμεσα μπορεί να επηρεάζουν τη ροή των συλλεκτριών προς μια πηγή νέκταρος αλλά και γύρης. Μία από τις περιπτώσεις αυτών των δυαδικών σχέσεων είναι η επικοινωνία συλλεκτριών με οικιακές μέσα από την εκτέλεση του νωτοστερνιαίου χορού των πρώτων, στη διάρκεια του οποίου παράγεται το λεγόμενο σινιάλο δόνησης.

### **3.2.3. Η συμπεριφορά κατά τη συλλογή νερού**

Με ιχναθετημένες μέλισσες διαπιστώθηκε ότι στο μελίσσι υπάρχει μια εξειδικευμένη ομάδα εργατριών, η οποία αναλαμβάνει κατ' αποκλειστικότητα την εργασία συλλογής και μεταφοράς του νερού στη φωλιά. Ωστόσο, αυτής της ομάδας οι

εξειδικευμένες μέλισσες ασχολούνται αν χρειαστεί, και με τη συλλογή τροφής, κάθε φορά που θα έχουν ικανοποιηθεί οι ανάγκες του μελισσιού.

Ας σημειωθεί εδώ επίσης ότι το νερό χρησιμοποιείται από το μελίσι για δύο συγκεκριμένους σκοπούς. Πρώτον, για να καλυφθούν οι διατροφικές ανάγκες των αναπτυσσόμενων αλλά και των ακμαίων μελισσών, και δεύτερον, για να ρυθμισθεί η θερμοκρασία του μελισσιού σε ημέρες καύσωνα.

Στην πρώτη περίπτωση το νερό παραμένει στο προλοβό των εργατριών-συλλεκτριών, ώστε αυτές μετατρέπονται σε ζωντανές αποθήκες νερού. Οι νεροκουβαλήτρες μέλισσες παραμένουν κατά κανόνα στις παρυφές της “γονοφωλιάς”. Είναι προφανές ότι η πυκνότητα του περιεχομένου του προλοβού αυτών των μελισσών μεταβάλλεται βαθμιαία, καθώς η μέλισσα-αποθήκη αποδίδει κατά διαστήματα ποσότητες νερού σε όσες της το ζητούν, ενώ η ίδια δέχεται τροφή από άλλες συντρόφισσές της ή και παίρνει μόνη μέλι από τα κελιά, ώστε να καλύπτει τις προσωπικές της ανάγκες σε θερμίδες (Υφαντίδης, 2005).

#### **3.2.4. Οι περιοχές συγκέντρωσης κηφήνων**

Βασική διαπίστωση από όλες τις μελέτες που έχουν γίνει, ήταν ότι το ζευγάριωμα στην *A. mellifera* γίνεται σε ορισμένες περιοχές, απολύτως τις ίδιες κάθε χρόνο, και μέσα σε μία απόσταση έως και μερικών χιλιομέτρων μακριά από τα φυσικά ή τεχνητά ενδιαίτηματα των μελισσιών. Οι περιοχές αυτές ονομάστηκαν “τόποι συγκέντρωσης των κηφήνων”. Οι κηφήνες διανύουν αποστάσεις έως και 5 Km από τη φωλιά τους. Αντίθετα οι βασίλισσες επισκέπτονται τέτοιους τόπους, οι οποίοι βρίσκονται σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από 2 Km από το δικό τους μελίσι.

Δεν είναι ακόμη γνωστό, αν το ανάγλυφο του εδάφους ή κάποιοι άλλοι παράγοντες, όπως ανοδικά ρεύματα αέρα, τοπικές οσμές, κ.λπ., θα μπορούσαν να ευθύνονται, ώστε να καθοδηγούν τους κηφήνες κάθε χρόνο στους ίδιους τόπους. Έτσι κατά κανόνα, οι κηφήνες της *A. mellifera* συγκεντρώνονται σε ακάλυπτες από δενδρώδη βλάστηση περιοχές, ενώ αντίθετα οι κηφήνες της *A. cerana* πετούν με τον συγκεκριμένο σχηματισμό επάνω από κόμες υψηλών δένδρων (Υφαντίδης, 2005).

Οι βασίλισσες και οι κηφήνες έχουν την τάση να πετούν αρκετά μακριά από τη φωλιά τους, προκειμένου να πάνε στους τόπους που γίνεται η σύζευξη. Επίσης, ο

αριθμός των κηφήνων που μαζεύονται σε μια τέτοια περιοχή είναι πολύ μεγάλος, συχνά πάνω από 25.000. Αυτά τα δύο γεγονότα είναι πολύ σημαντικά καθώς μειώνουν κατά πολύ την πιθανότητα συγγενούς αναπαραγωγής (Winston, 1987).

Σε κάθε περίπτωση, οι κηφήνες από διάφορα μελίσσια πετούν και φθάνουν στους τόπους συγκέντρωσής τους και περιμένουν εκεί με τη μορφή σμήνους τις παρθένες βασίλισσες. Οι πτήσεις των κηφήνων πραγματοποιούνται σε ύψος περίπου 15-20 m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, μέσα σε μια περιοχή με διάμετρο έως και 200 m. Ο βόμβος από το πέταγμα του πλήθους των κηφήνων γίνεται εύκολα αντιληπτός από διερχόμενο άνθρωπο. Η βασίλισσα με τη σειρά της προσελκύεται προς τον ιπτάμενο αυτό σχηματισμό των κηφήνων με φερομόνες, τις οποίες φαίνεται να παράγουν οι τελευταίοι, από τους σιαγονικούς τους αδένες. Ενδέχεται επίσης οι φερομόνες οι οποίες προσελκύουν τις βασίλισσες στους τόπους συγκέντρωσης των κηφήνων να προέρχονται και από αδενικά κύτταρα των κεραιών τους, όπως έδειξαν σχετικά πρόσφατες έρευνες (Υφαντίδης, 2005).

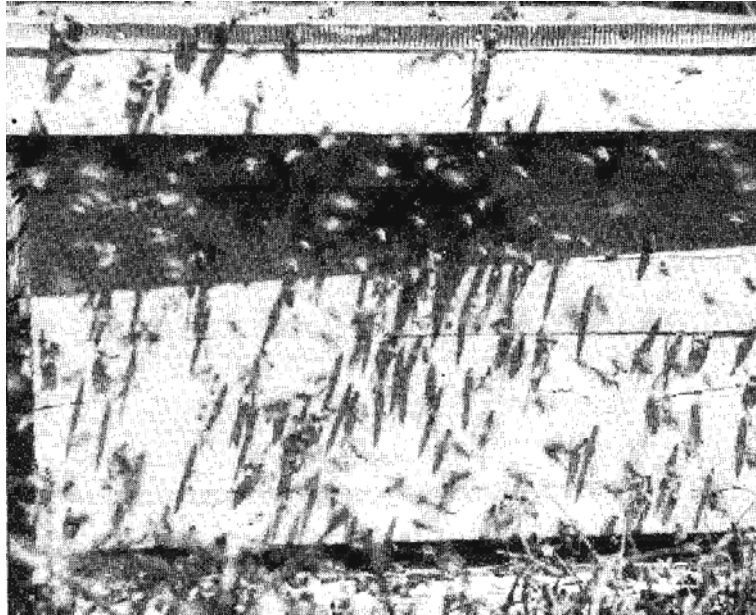
### 3.2.5. Η λεηλασία

Πρόκειται καταρχήν για έναν τύπο συμπεριφοράς της εργάτριας της *A. mellifera* ο οποίος φαίνεται να μην έχει περιγράψει επαρκώς σε φυσικές συνθήκες διαβίωσης μελισσιών, παρά μόνον σε συνθήκες συνωστισμού τους στα μελισσοκομεία. Κατά βάση, η λεηλασία στην περίπτωση της κοινής μέλισσας είναι μια ευκαιριακή μορφή συμπεριφοράς συλλογής τροφής των μελισσών, κατά την οποία όμως οι μέλισσες «συλλέγουν» μέλι από άλλα μελίσσια αντί νέκταρ ή άλλους φυτικούς χυμούς (Υφαντίδης, 2005).

Η λεηλασία ως φαινόμενο είναι περισσότερο πιθανόν να συμβεί σε περιόδους ξηρασίας και έλλειψης φυτικών χυμών, δηλαδή πιο συχνά προς το τέλος του καλοκαιριού, παρά την άνοιξη. Η αφορμή για την εκδήλωσή της είναι συχνά κάποιος αδέξιος μελισσοκομικός χειρισμός. Τέτοιοι χειρισμοί είναι, για παράδειγμα, μια παρατεταμένη επιθεώρηση ενός μελισσιού, μια ξεχασμένη εκτός κυψέλης κηρήθρα μελιού, κ.α.

Σε προφανή αντίθεση προς το φαινόμενο των πτήσεων προσανατολισμού, η λεηλασία είναι παρατεταμένης διάρκειας. Επιπλέον, οι έτσι κι αλλιώς ξένες μέλισσες

δεν πετούν μόνον μπροστά στην είσοδο της λεηλατούμενης κυψέλης, αλλά αναζητούν τυχόν άλλες προσβάσεις από όλες τις πλευρές της (Εικ. 19). Ο αριθμός των λεηλατριών αυξάνει διαρκώς από την ώρα της εκδήλωσης του φαινομένου. Τέλος, παρατηρούνται συνεχείς συμπλοκές ανάμεσα στις λεηλάτριες από τη μια και στις μέλισσες φρουρούς από την άλλη (Υφαντίδης, 2005).



**Εικόνα 19.** Ληλασία σε εξέλιξη (από Χαριζάνης, 1996).

Η παρουσία των λεηλατριών μπορεί να γίνει αισθητή από το μελισσοκόμο ακόμη και μόνον ακουστικά και μάλιστα από απόσταση δεκάδων μέτρων. Εάν το φαινόμενο διαφύγει της προσοχής του μελισσοκόμου, ώστε ο ίδιος να μην προλάβει να εφαρμόσει κατασταλτικά μέτρα, το αποτέλεσμα θα είναι το λεηλατούμενο μελίσσι τελικά να εξοντωθεί. Ακόμη, η τυχόν ανεξέλεγκτη λεηλασία μπορεί να επεκταθεί από το αρχικό και σε άλλα μελίσσια. Αλλά και η έμμεση συνέπεια της λεηλασίας είναι επίσης δυσμενής για το μελισσοκόμο και οφείλεται στην διασπορά των ασθενειών σε όλα τα μελίσσια του. Οι λεηλάτριες μέλισσες μπορεί να προέρχονται όχι μόνον από μελίσσια του ίδιου μελισσοκομείου αλλά ακόμη και από γειτονικά, ιδίως όταν ήδη έχει ξεσπάσει το φαινόμενο (Υφαντίδης, 2005).

Εκτός από την αναστάτωση και την απώλεια μελισσών, με τη λεηλασία μεταδίδονται εχθροί και ασθένειες, καθώς τα αδύνατα μελίσσια που λεηλατούνται είναι

συνήθως προσβεβλημένα. Για να αποφευχθεί η λεηλασία, ο μελισσοκόμος θα πρέπει (Αλυσσανδράκης, 2008):

- να διατηρεί, στο μέτρο του δυνατού, ισοδύναμα μέλισσα
- κατά τις επιθεωρήσεις σε περίοδο ξηρασίας, δεν πρέπει να αφήνει τις τροφές εκτεθειμένες για μεγάλο χρονικό διάστημα
- να διατηρεί τις κυψέλες καλά κλεισμένες και να μην υπάρχουν σχισμές ή άλλα ανοίγματα
- αν χρειάζεται να τροφοδοτεί, αυτό να γίνεται αργά το απόγευμα
- να μειώνει την είσοδο της κυψέλης, ώστε να φρουρείται καλύτερα και ευκολότερα

Αν ξεσπάσει λεηλασία στο μελισσοκομείο, η καταστολή είναι πολύ δύσκολη. Θα πρέπει αμέσως να σκεπάσουμε τις εκτεθειμένες τροφές, να μειώσουμε την είσοδο των κυψελών και να κλείσουμε πιθανά ανοίγματα. Αν η λεηλασία συνεχιστεί και την επόμενη μέρα, θα πρέπει τα αδύνατα μέλισσα να μεταφερθούν σε άλλη περιοχή (Χαριζάνης, 1996).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΜΗΝΟΥΡΓΙΑ

Η σμηνουργία είναι ένα φυσικό φαινόμενο που συμβαίνει, όταν ένα μελίσι χωρίζεται σε δύο μέρη. Είναι ο φυσικός τρόπος πολλαπλασιασμού των μελισσών και συμβαίνει με την οριστική αναχώρηση μέρους ενός μελισσιού με την παλιά βασίλισσα και η εγκατάσταση του σε ένα άλλο μέρος. Η σμηνουργία δεν προκαλείται από ένα απλό ερέθισμα αλλά είναι το συνδυασμένο αποτέλεσμα πολλών γεγονότων που άρχισαν αρκετές μέρες ή και μερικές εβδομάδες πριν. Σήμερα η σμηνουργία μπορεί να θεωρηθεί αμέλεια του μελισσοκόμου και σημαντική μείωση της παραγωγής σε μέλι, κέρδος είναι στην περίπτωση που ο αφεσμός συλλαμβάνεται. Αν και πολλοί μελισσοκόμοι προσπαθούν να προλάβουν ή να καταστείλουν την σμηνουργία, αυτό πάντοτε δεν είναι εφικτό (Χαριζάνης, 1996).

### 4.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη σμηνουργία

Ο μηχανισμός, ο οποίος ρυθμίζει το φαινόμενο της σμηνουργίας, περιλαμβάνει ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες και αποτέλεσε αντικείμενο ενδιαφέροντος και μελέτης των ασχολουμένων με τη μελισσοκομία από πολύ νωρίς. Στους εξωγενείς παράγοντες περιλαμβάνονται: α) η στενότητα του ενδαιτήματος του μελισσιού, β) η στενότητα ειδικότερα της περιοχής εκτροφής γόνου (γονοφωλιάς), γ) ο σχετικά (με τις πιο ηλικιωμένες) ή ο απόλυτα μεγάλος αριθμός νεαρής ηλικίας εργατριών μελισσών (παραμανών), και δ) οι μεγάλες ποσότητες τροφής (γύρης και κυρίως νέκταρος) οι οποίες εισρέουν στο μελίσι. Από την συνεπίδραση των πιο πάνω, αλλά ενδεχομένως και άλλων έως σήμερα άγνωστων παραγόντων, επηρεάζεται τελικά ο ενδογενής παράγοντας, ο οποίος δεν είναι άλλος από τη ποσότητα της διανεμόμενης βασιλικής ουσίας μεταξύ των εργατριών του μελισσιού.

Καθώς το μελίσι αναπτύσσεται την άνοιξη, έρχεται η στιγμή κατά την οποία υπάρχει μια ισοκατανομή των μελισσών στο μελίσι, δηλαδή ένας ορισμένος αριθμός εργατριών μελισσών αναλογεί σε μια ορισμένη μονάδα επιφάνειας των κρηθρών. Επιπλέον, οι πιο νεαρές από αυτές κατανέμονται στη γονοφωλιά, η οποία είναι το πιο θερμό μέρος του μελισσιού. Αντίθετα, πολλές από τις σχετικά πιο ηλικιωμένες εργάτριες μέλισσες, παραγκωνίζονται στην περιφέρεια της γονοφωλιάς και

ασχολούνται εκεί (μεταξύ άλλων) και με τη προετοιμασία των άδειων κελιών για ωτοκία. Μέλισσες τις ίδιας ηλικίας με τις “παραγκωνισμένες”, οι οποίες όμως βρίσκονται στη περιοχή του γόνου, ταΐζουν και τη βασίλισσα σχηματίζοντας τη γνωστή συνοδεία της, έναν σχετικά χαλαρό ακόμη κλοιό γύρω από αυτήν. Στη φάση αυτή ανάπτυξης του μελισσιού η τροφοδότηση της βασίλισσας γίνεται στα περίπου δεκάλεπτα διαλείμματα της ωτοκίας της.

Βαθμιαία, ο αριθμός των οικιακών μελισσών της συνοδείας της αυξάνει, ώστε ο κλοιός γύρω από την ίδια στενεύει, ενώ οι μέλισσες δείχνουν πλέον φανερά ανήσυχες. Η προσφορά από αυτές βασιλικού πολτού στη βασίλισσα γίνεται σε μεγάλες ποσότητες, σε σημείο που να καθίσταται σχεδόν αδιάλειπτη. Οι μέλισσες χώνονται κάτω από το κεφάλι και το θώρακα της βασίλισσας και μοιάζει, σαν να την εξαναγκάζουν, να δεχτεί την τροφή αυτή. Ο αριθμός των μελισσών της συνοδείας όλο και αυξάνει. Άλλες μέλισσες επιπλέον σκαρφαλώνουν επάνω στη βασίλισσα και εκτελούν το λεγόμενο νωτοστερνιαίο χορό. Έτσι, η βασίλισσα υποχρεώνεται τελικά να συνεχίζει την ωτοκία της με αντίστοιχα αυξανόμενους ρυθμούς.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες η βασίλισσα έχοντας πρακτικά εξαντλήσει τις δυνατότητες απόθεσης αυγών της σε εργατικά κελιά, ωτοκεί πλέον και στα πολυάριθμα βασιλικά κελιά. Αυτή η ενέργεια σηματοδοτεί και την έναρξη της σμηνοουργίας. Λόγω της έλλειψης άδειων κελιών αυτή την περίοδο, η βασίλισσα μπορεί, μάλιστα, να αποθέσει καμιά φορά και δεύτερο αυγό στο ίδιο εργατικό κελί.

Μόλις τα αυγά εκκολαφθούν μέσα στα βασιλικά κελιά, οι παραμάνες μέλισσες εφοδιάζουν τις νεαρές λάρβες με άφθονη ποσότητα βασιλικού πολτού. Το βασιλικό κελί σχεδόν γεμίζει στις τρεις πρώτες ημέρες της ηλικίας της λάρβας. Τώρα πια ο αριθμός των μελισσών της συνοδείας της βασίλισσας αρχίζει να λιγοστεύει. Αντίστοιχα, περιορίζονται δραστικά και τα γεύματα της βασίλισσας, με συνέπεια τη μείωση στο ρυθμό ωτοκίας της. Η μειωμένη ωτοκία της βασίλισσας οδηγεί πλέον στην προοδευτική μείωση της έκτασης του ασφράγιστου γόνου και, επομένως, στην αύξηση του αριθμού των άπραγων, νέων μελισσών (παραμανών). Άπραγες, οικιακές μέλισσες εμφανίζονται ακόμη και εξαιτίας του γεγονότος, ότι τα άφθονα αποθέματα τροφής γεμίζουν την εποχή αυτή όλα τα διαθέσιμα κελιά. Οι επιφορτισμένες, με τη διαδικασία του ξεφορτώματος των συλλεκτριών φυτικών χυμών, οικιακές μέλισσες, δεν

έχουν που να αποθέσουν το νέκταρ, το οποίο παραλαμβάνουν, και ως εκ τούτου σταματούν να ξεφορτώνουν τις συλλέκτριες. Αυτό έχει ως συνέπεια και οι συλλέκτριες φυτικών χυμών με τη σειρά τους να καθίστανται βαθμιαία άπραγες. Η απραξία παίρνει τελικά μεγάλες διαστάσεις στο μελίσσι. Οι άπραγες μέλισσες κρέμονται κατά μάζες κάτω από τις κηρήθρες και συνιστούν το “σώμα” του μελλοντικού σμαριού.

Τέσσερις εβδομάδες περίπου πριν από την έξοδο του αφεσμού, μέλισσες πέραν εκείνων της συνοδείας της, αρχίζουν ήδη να “κακομεταχειρίζονται” τη βασίλισσά τους. Μέρος αυτής της μεταχείρισης είναι και ο νωστερνιαίος χορός, τον οποίο αυτές εκτελούν τώρα και επάνω στη βασίλισσα τους, παράγοντας το σινιάλο δόνησης. Η παραγωγή των σινιάλων δόνησης είναι στην αρχή σποραδική, μία φορά περίπου ανά ώρα. Με την πάροδο των ημερών ο ρυθμός δονήσεων αυξάνει σιγά σιγά, μόλις αποθεθεί το πρώτο αυγό σε βασιλικό κελί το σινιάλο δόνησης παράγεται με όλο και πιο επιταχυμένο ρυθμό, για να φτάσει στο μέγιστό του (περίπου 300 δονήσεις την ώρα) λίγο πριν την αναχώρηση του αφεσμού (Υφαντίδης, 2005).

#### **4.2. Κριτήρια επιλογής του καταφυγίου**

Μέρος από τις άπραγες συλλέκτριες μέλισσες, των οποίων ο αριθμός συνεχώς αυξάνει όσο πλησιάζει η ώρα της αναχώρησης του αφεσμού, μετατρέπεται σε ανιχνεύτριες καταφυγίου. Η κάθε ανιχνεύτρια μέλισσα μπορεί και εκτιμά τη χωρητικότητα του νέου ενδιαιτήματος. Αυτό το πετυχαίνει, με το να εκτελεί πολυάριθμες διαδρομές μέσα στο κενό ακόμη καταφύγιο, άλλοτε περπατώντας στα τοιχώματα του και άλλοτε πετώντας από τη μία πλευρά έως την απέναντι. Επίσης ο Seeley (1982a) δέχεται, ότι η μέλισσα μπορεί να “μετράει” τον όγκο του καταφυγίου με βάση τη συνολική διαδρομή της μέσα σ’ αυτό (Υφαντίδης, 2005).

#### **4.3. Η διαδικασία εφοδιασμού των μελισσών του αφεσμού με ενέργεια**

Περίπου δέκα ημέρες πριν από την εκκόλαψη των νέων “βασιλισσών σημουργίας” οι μέλισσες, οι οποίες πρόκειται να εγκαταλείψουν τη φωλιά τους με τη μορφή του σμαριού αρχίζουν κιόλας να “αποθηκεύουν” στον πρόλοβό τους έως και 30-40 mg μέλι (στην ουσία ένα υδατικό διάλυμα συμπυκνωμένων ζαχάρων). Σε μέλισσα που δεν σημουργούν, το μέσο βάρος του προλοβού των μελισσών τους είναι γύρω στο 10 mg.

Πάντως, το μέγιστο του αριθμού των μελισσών με γεμάτο πρόλοβο παρατηρείται την τελευταία ημέρα πριν από την αναχώρηση του αφεσμού.

Οι μέλισσες, με το να αποθηκεύουν την υδατανθρακούχο τροφή στον πρόλοβο τους, αντιμετωπίζουν μια προφανή αναγκαιότητα, δηλαδή να έχουν εξασφαλισμένα αποθέματα τροφής στην καινούργια θέση για τις πρώτες ημέρες. Έτσι, μία ενδεχόμενη κακοκαιρία μετά την αναχώρηση του αφεσμού δεν θα επέτρεπε στις μέλισσες να συλλέξουν νέκταρ, το κατά τα άλλα τόσο άφθονο την εποχή αυτή (άνοιξη). Μια άλλη εναλλακτική, ερμηνεία λέει ότι η αυξημένη ποσότητα της υγρής τροφής στον πρόλοβο των μελισσών αυτό το διάστημα οφείλεται απλά στο γεγονός, ότι το νέκταρ, το οποίο συλλέγεται, δεν μπορεί να αποθεθεί στις κηρήθρες, επειδή όλα τα κελιά είναι γεμάτα είτε με γόνο είτε με τροφή.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο ερμηνείας του πιο πάνω φαινομένου, οι μέλισσες με το μέλι στον πρόλοβο τους είναι σε θέση, πράγματι, να αρχίσουν να χτίζουν κηρήθρες, όταν θα έχει εγκατασταθεί το σμάρι στο νέο καταφύγιο (Υφαντίδης, 2005).

#### **4.4. Τα χαρακτηριστικά του μελισσοτσαμπιού**

Κατ' αρχήν, με τον αφεσμό αναχωρούν μέλισσες σχεδόν όλων των ηλικιών. Οι νεότερες είναι ηλικίας έως και τεσσάρων ημερών. Αναλογικά, οι πολύ γερασμένες μέλισσες αποτελούν το μικρότερο ποσοστό μέσα στο σμάρι (Winston 1987), ίσως γιατί κουράζονται περισσότερο λόγω ηλικίας. Αυτό συνιστά επίσης ένα επιλεκτικό πλεονέκτημα για τη μέλισσα ως είδος, διότι έτσι περιορίζεται στον ελάχιστο δυνατό βαθμό η αναπόφευκτη επί μερικές εβδομάδες μείωση του μεγέθους ενός σμαριού, έως ότου δηλαδή αρχίσουν να παράγονται οι νέες μέλισσες στη θέση του καινούργιου καταφυγίου, οι οποίες θα αναπληρώσουν τις απώλειες λόγω γήρατος των παλιών.

Σε κάθε περίπτωση, το μελισσοτσαμπί παρά τη φαινομενική του “αταξία”, παρουσιάζει χαρακτηριστική δομή: Τα εξωτερικά του στρώματα κατέχουν οι πιο ηλικιωμένες μέλισσες, οι οποίες στις κρύες ώρες των επόμενων εικοσιτετραώρων σχηματίζουν έναν “φλοιό”, ανάλογα με εκείνον της “μελισσόσφαιρας” στη διάρκεια του χειμώνα. Πιθανώς, οι πιο ηλικιωμένες, αλλά όχι κατ' ανάγκη πιο γερασμένες μέλισσες, να διαθέτουν πληρέστερο σύστημα ενζύμων από τις νεότερες, με το οποίο καθίστανται αντίστοιχα περισσότερο αποτελεσματικές στην καύση υδατανθράκων της

αιμολέμφου τους, και επομένως περισσότερο αποτελεσματικές στην παραγωγή θερμότητας. Οι νεότερες μέλισσες, στα ενδότερα του μελισσοτσαμπιού, κρέμονται η καθεμιά από την πιο πάνω της με τη βοήθεια των νυχιών τους και σχηματίζουν σχετικά χαλαρές αλυσίδες. Η βασίλισσα κινείται επίσης στο κέντρο. Μια μικρή “οπή”, σαν είσοδος του μελισσοτσαμπιού, παρατηρείται προς τη χαμηλότερη περιοχή του, από την οποία μπεινοβγαίνουν οι μέλισσες (Υφαντίδης, 2005).



**Εικόνα 20.** Δεξιά: μέλισσες τη στιγμή της σμηνουργίας, αριστερά: αφεσμός σε κλαδί (από Θρασύβουλου, 1998)

#### 4.5. Ταχύτητα μετακίνησης μελισσοτσαμπιού

Από τον τρόπο μετακίνησης του αφεσμού γίνεται φανερό, ότι η ταχύτητα πτήσης του είναι μικρότερη από εκείνη την οποία αναπτύσσει η κάθε μέλισσα μεμονωμένα. Οι μέλισσες μέσα στο σμάρι πετούν με μέγιστη ταχύτητα, 4 m/sec, δηλαδή σχεδόν υποδιπλάσια από την ταχύτητα μιας μεμονωμένης μέλισσας, η οποία είναι 7,5 m/sec. Η συνολική ταχύτητα μετακίνησης ενός συγκεκριμένου αφεσμού ήταν μόλις 0,5 m/sec. Αυτή τη βραδυπορία του σμαριού την αντιλαμβάνεται ο καθένας, όταν τύχει να βιώσει την μετακίνηση ενός αφεσμού. Πρώτον, στο γεγονός ότι κατά την πτήση η καθοδήγηση χιλιάδων μελισσών συντελείται (οπτικά ή και οσμητικά) από μια μικρή σχετικά ομάδα

έμπειρων ανιχνευτριών και δεύτερον, στο ότι η βασίλισσα στερούμενη και αυτή της εμπειρίας για τη θέση του νέου καταλύματος αφήνεται κατ' ανάγκην να παρασύρεται σε τυχαίες κατευθύνσεις με μικρές διαδρομές, όπως εξάλλου και οι χιλιάδες των μη ανιχνευτριών (άπειρων επίσης) μελισσών μέσα στο σμήνος. Με τη διαφορά ότι η βασίλισσα αποτελεί ταυτόχρονα και έντονο πόλο χημικής έλξης για όλες τις εργάτριες του σμήνους λόγω των φερομονών της. Έτσι, από την ταχύτητα μετακίνησης της απροσανατόλιστης βασίλισσας θα εξαρτηθεί τελικά, αλλά και ουσιαστικά, η ταχύτητα μετακίνησης ολόκληρου του αφεσμού (Υφαντίδης, 2005).

#### **4.6. Οι εξελίξεις στο σμάρι μετά την εγκατάστασή του**

Στη νέα θέση, η οποία εποικίζεται από τον αφεσμό, χτίζονται γρήγορα κηρήθρες, η βασίλισσα αρχίζει να τροφοδοτείται πάλι κανονικά και να ωοτοκεί. Αν η βασίλισσα του αφεσμού είναι ακόμη γόνιμη, διατηρείται στο μελίσσι. Αλλιώς αντικαθίσταται μετά από λίγο από άλλη καινούργια. Στο μεταξύ νέκταρ και γύρη συλλέγονται με πολύ ζήλο, και αν όλα εξελιχθούν κανονικά, το μελίσσι προλαβαίνει και αποθηκεύει τις απαραίτητες ποσότητες τροφής για ένα επιτυχημένο διαχείμαση (Υφαντίδης, 2005).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ**

Την ανωτερότητα των έργων των μελισσών την αντιλαμβάνεται κανείς αφότου τις μελετήσει συνειδητοποιώντας κατά αυτό τον τρόπο ότι οι μέλισσες αποτελούν έναν σημαντικό κρίκο της τροφικής αλυσίδας αλλά και του οικοσυστήματος.

Οι μέλισσες ζουν σε μία τέλεια οργανωμένη κοινωνία με μία απaráμιλλη συνεργασία μεταξύ τους, αλλά πιο αξιοσημείωτο είναι ότι ένα τέτοιο σύστημα συνεργασίας σε μια κοινωνία ανθρώπων θα οδηγούσε πολύ εύκολα σε αναρχία, το ίδιο σύστημα συνεργασίας στην περίπτωση του μελισσιού έχει ως αποτέλεσμα τον υποδειγματικό συντονισμό χιλιάδων ατόμων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση

- ✓ Boch, R., Shearer, D. A. and Petrasovits, A. (1970). Efficacies of two alarm substances of the honey bee. *Journal of Insect Physiology*, 16: 17-24.
- ✓ Bouga M., Harizanis, P., Kiliyas, G. and Alahiotis, S. (2005). Genetic divergence and phylogenetic relationships of Honey Bee *A. mellifera* (Hymenoptera: Apidae) populations from Greece and Cyprus using PCR – RFLP analysis of three mtDNA Segments. *Apidologie*, 36(3): 344-353.
- ✓ Engel, M. S. (1999). The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae: *Apis*). *Journal of Hymenoptera Research*, 8: 165-196.
- ✓ Lindauer, M. (1953). Division of labour in the honeybee colony. *Bee World*, 34: 63-73, 85-91.
- ✓ Morse, A. R. and Hooper, T. (1985). *The illustrated encyclopaedia of beekeeping*. E. P. Dutton Inc., N. Y. USA, 421 pp.
- ✓ Rinderer, T. E. (1981). Volatiles from empty comb increase hoarding by the honey bee. *Animal Behaviour*, 29: 1275-1276.
- ✓ Systema Natura 2000. Διαθέσιμο on-line: <http://sn2000.taxonomy.nl>.
- ✓ Trouiller J., Arnold G., Chappe B., Le Conte Y, Billion A. and Masson C. 1994. The kairomonal esters attractive to the *Varroa jacobsoni* mite in the queen brood. *Apidologie*, 25:314-321.
- ✓ Wenner, A. M. and Wells, P. H. (1990). *Anatomy of a Controversy*. New York: Columbia University Press.
- ✓ Winston, M. L. (1987). *The biology of the honeybee*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 281 pp.

### Ελληνική

- ✓ Αλυσσανδράκης, Ε. (2008). *Μελισσοκομία*. ΤΕΙ Κρήτης. 94 σελ.
- ✓ Θρασυβούλου, Α., 1998. *Πρακτική μελισσοκομία*. Εκδόσεις Μελισσοκομική Επιθεώρηση, Ν. Παππάς, Μεσημέρι Θεσ/νίκης. σελ. 52-57.



- ✓ Υφαντίδης, Μ. (2002). Η χημική επικοινωνία στην κοινή μέλισσα *Apis mellifera*. *Μελισσοκομική επιθεώρηση*, 16(4): 207-214.
- ✓ Υφαντίδης, Μ. (2003). Η χημική επικοινωνία στην κοινή μέλισσα *Apis mellifera*. *Μελισσοκομική επιθεώρηση*, 17(4): 203-209.
- ✓ Υφαντίδης, Μ. (2005). *Η σύγχρονη μελισσοκομία ως επιστήμη και πράξη. Θεσσαλονίκη*. σελ. 1-3, 151, 210-211, 214, 217-218, 262-263, 280-281, 287-289, 301-307, 321-326, 336-337, 339-340.
- ✓ Χαριζάνης, Π. (1996). *Μέλισσα και μελισσοκομική τεχνική*. Β' Έκδοση του ιδίου. Θεσσαλονίκη, σελ. 22-25, 42-43, 45, 47-48, 50-51, 56, 152.