Ε Θ Ι Α Γ Ε

Ε Θ Ν Ι Κ Ο Ι Δ Ρ Υ Μ Α
ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΛΙΣΣΟΚΟΜΙΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ
Νέα Μουδανιά, 63 200

2007

Δρ. Φανή Χατζήνα
Βιολόγος, Διδάκτορας Μελισσοκομίας –Επικονίασης
Ερευνήτρια Ινστ. Μελισσοκομίας (ΕΘΙΑΓΕ)
Τηλ. 23730-91297
Email: fhatjina@instmelissocomias.gr

ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ

Ενότητα 1η:

Η προσφορά των μελισσών στην αγροτική οικονομία και στη διατήρηση του οικοσυστήματος μέσω της επικονίασης

1. Γενικά στοιχεία για την επικονίαση με μέλισσες

Η επικονίαση αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της αναπαραγωγικής δραστηριότητας, επιβίωσης και εξέλιξης των φυτικών ειδών. Ο όρος επικονίαση αναφέρεται κυρίως στην απελευθέρωση και με οποιονδήποτε τρόπο μεταφορά της γύρης από τους στήμονες ενός άνθους στο στίγμα ενός άλλου άνθους. Αυτό αποτελεί και το πρώτο βήμα στην αναπαραγωγή του φυτού.

Πόσο σημαντική είναι η επικονίαση στη ζωή των φυτών; Κάθε στάδιο του βιολογικού κύκλου των φυτών είναι ζωτικό για την επιβίωση ενός φυτικού πληθυσμού και η επικονίαση είναι ένα δυνητικά περιοριστικό στάδιο του βιολογικού κύκλου. Η διασπορά είναι ζωτική για όλους τους οργανισμούς. Το κάθε άτομο διασκορπίζεται με τη βοήθεια των σπόρων αλλά η επικονίαση είναι ένας τρόπος με τον οποίο ένα φυτό διατηρεί επαφή με άλλα άτομα του πληθυσμού του και το στάδιο στο οποίο τα γονίδια μπορούν να αναδιανεμηθούν για μια καινούργια γενεά. Η γενετική ποικιλομορφία είναι το σημείο εκκίνησης για την εξελικτική διαδικασία.

Αν και εκ πρώτης όψεως η επικονίαση φαίνεται απλή διαδικασία, εντούτοις, δεν είναι. Η πλειονότητα των φυτών των ανθοφόρων φυτών έχει αναπτύξει μια τεράστια ποικιλία τρόπων επικονίασης, οι οποίοι είναι συνήθως ιδιότυποι, επιτηδευμένοι και περίπλοκοι. Οι πολύπλοκες αυτές σχέσεις μεταξύ των Αγγειόσπερμων φυτών (φυτών που φτιάχνουν άνθη) και των επικονιαστών τους ερμηνεύονται πολύ συχνά σαν το αποτέλεσμα μιας μακριάς και στενής εξελικτικής σχέσης η οποία ξεκίνησε τουλάχιστον 70 εκατομμύρια χρόνια πριν.

Οι κλασσικές θεωρίες της εξέλιξης θεωρούν την συμπεριφορά των επικονιαστών σαν έναν από τους σημαντικότερους μηχανισμούς για την εξέλιξη και τη διαμόρφωση των φυτικών ειδών. Έτσι πολλά μορφολογικά ή και αναπαραγωγικά γνωρίσματα των φυτών, όπως η μορφολογία του άνθους, η αρχιτεκτονική του φυτού, τα στάδια άνθησης, η ποικιλομορφία των αναπαραγωγικών συστημάτων, έχουν συσχετιστεί με την επιλεκτική δύναμη των εντόμων επικονιαστών στη διάρκεια της εξέλιξής τους. Η εξάπλωση των εντόμων και η προστασία των αναπαραγωγικών οργάνων των φυτών αποτέλεσαν δύο πολύ ισχυρούς εξελικτικούς παράγοντες, γεγονός που αποτελεί μια επιπλέον ένδειξη για τη στενή αλληλεξάρτηση φυτών και εντόμων καθώς και για την παράλληλη εξέλιξή τους. Τα απολιθωμένα ευρήματα δίνουν την ευκαιρία να γίνει σε βάθος διερεύνηση των παραγόντων εκείνων που μαζί με την παράλληλη εξέλιξη των εντόμων και κυρίως των μελισσών βοήθησαν στην κυριαρχία των ανθοφόρων φυτών.

Οι κυριότεροι τρόποι επικονίασης στα αγγειόσπερμα είναι ο άνεμος, τα έντομα και τα πουλιά και σε κάθε περίπτωση η γύρη προσαρμόζεται στον τρόπο με τον οποίο μεταφέρεται. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που τα φυτά επικονιάζονται με έντομα, η γύρη είναι γενικά βαριά, κολλώδης και κατάλληλη να προσκολληθεί πάνω στις τρίχες των εντόμων (Meeuse, 1961).

Όλα τα φυτά που έχουν φανερά ανθικά μέρη (πέταλα) επικονιάζονται με έντομα. Στα περισσότερα οπωροφόρα (γιγαρτόκαρπα και πυρηνόκαρπα) η επικονίαση γίνεται με έντομα (Free, 1993) και γι' αυτό τα είδη αυτά χαρακτηρίζονται ως εντομόφιλα. Τα άνθη στα εντομόφιλα είδη παρουσιάζουν κατάλληλες προσαρμογές στην κατασκευή τους, ώστε να προσελκύουν ορισμένα είδη εντόμων που είναι χρήσιμα για την επικονίασή τους. Τα πιο σπουδαία είδη εντόμων που συντελούν στη μεταφορά της γύρης στα εντομόφιλα οπωροφόρα, είναι οι άγριες ή ήμερες μέλισσες (*Apis mellifera* L.) και ορισμένα είδη εντόμων που ανήκουν στα γένη Bombus, Halictus και Andrena.

2. <u>Τα οφέλη των καλλιεργειών και των αυτοφυών φυτών από την επικονίαση (οικονομικοί και περιβαλλοντικοί παράμετροι)</u>

Η προσφορά της μελισσοκομίας ως κλάδου της γεωργικής παραγωγής είναι μικρή, όταν υπολογίζεται με βάση την αξία των προϊόντων που παράγει άμεσα η ίδια, εφόσον καλύπτει μόλις το 1,80 % της ζωικής παραγωγής και το 0,55 % της συνολικής ακαθάριστης αξίας της αγροτικής παραγωγής της χώρας μας (Οικονόμου και συν., 1987). Είναι όμως ιδιαίτερα σημαντική, όταν σε αυτήν συνυπολογίζεται η συμμετοχή της μέλισσας στην επικονίαση. Από τη δραστηριότητα αυτή της μέλισσας προκύπτουν γενικότερα οφέλη, όπως η βελτίωση ποιότητας και παραγωγής φρούτων, καρπών και σπόρων, η ποικιλότητα της αυτοφυούς βλάστησης, η διατήρηση της βιολογικής ισορροπίας και άλλα.

Θεωρείται φοβερά δύσκολο να εκτιμήσει κανείς την προσφορά των μελισσών στην επικονίαση και να την αντιστοιχήσει με ακριβή οικονομικά νούμερα. Συχνά, ακόμα και οι καλλιεργητές οι ίδιοι δεν γνωρίζουν τη σημασία της μέλισσας στη γονιμοποίηση και καρπόδεση των καλλιεργειών τους, καθώς και στην ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής. Χαρακτηριστικό είναι το παρακάτω παράδειγμα: οι μέλισσες μιας κυψέλης κάνουν περίπου 4 εκατομμύρια ταξίδια συλλογής τροφής το έτος και σε κάθε ένα τέτοιο ταξίδι επισκέπτονται κατά μέσο όρο 100 άνθη! Οι McGregor (1976) και Anderson (1986) συμφωνούν ότι τα έντομα είναι υπεύθυνα για το 86% της επικονίασης των φρούτων, των ξηρών καρπών και των σποροκαλλιεργειών, επειδή η ανάπτυξη τους συμπίπτει με την ταυτόχρονη ανάπτυξη των ανθέων (Kevan & Baker 1983).

Στο παρελθόν έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες και εκτιμήθηκε ότι η οικονομική αξία των μελισσών στην επικονίαση των καλλιεργειών ήταν πολλές φορές μεγαλύτερη από την αξία του παραγόμενου μελιού και κεριού μαζί. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι στις ΗΠΑ το οικονομικό όφελος από την προσφορά της μέλισσας στην επικονίαση των φυτών ήταν για το 1989 κατά 60 φορές μεγαλύτερο από τη συνολική άξια των προϊόντων της μέλισσας και για το 1981 κατά 143 φορές μεγαλύτερο ενώ για τη Ν. Ζηλανδία αναφέρεται ως 113 φορές μεγαλύτερο (για τα έτος πριν το 1987) (Free, 1993), Το 2000 το Cornell University σε έρευνά του παρουσιάζει την άμεση αξία της επικονίασης των μελισσών στη γεωργική οικονομία των ΗΠΑ ως μεγαλύτερη των 14,6 δις. δολαρίων.

Ο Soldatov (1976) αναφέρει ότι στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης καλλιεργούνταν 156 εκατομμύρια στρέμματα αγρών από τα οποία τα 131 εκατομμύρια στρέμματα είχαν ανάγκη από την επικονίαση με μέλισσες. Αναφέρει επίσης ότι σε μια σειρά ετών η μέση αύξηση της παραγωγής των καλλιεργειών αυτών ήταν: 65% για τη μηδική, 28% για το βαμβάκι, 11% για την αγγουριά, 35% για το λινάρι, 29% για το σταφύλι, 30% για το λάχανο, 82% για το τριφύλλι, 35% για διάφορα οπωροφόρα.

Οι Bornek & Bricout (1984) και οι Bornek & Merle (1989) θεωρούν ότι οι μέλισσες ήταν υπεύθυνες για την επικονίαση του 85% των καλλιεργειών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο Robinson & συν. (1989) θεωρούν ότι οι μέλισσες είναι υπεύθυνες για το 80% της επικονίασης των καλλιεργειών που επιτελείται με έντομα. Ειδικότερα οι κοινές μέλισσες είναι σημαντικοί επικονιαστές κυρίως γιατί:

α) της συμπεριφοράς τους: συλλέγουν μεγάλα ποσά γύρης και νέκταρ, επισκέπτονται μεγάλο αριθμό φυτών (είναι polylectic) και δείχνουν αφοσίωση στα είδη των φυτών που επισκέπτονται (Maurizio, 1953, Free, 1963).

β) την έντονη κοινωνική ύπαρξη τους, που τις καθιστά ικανές να ελέγχουν τις ανάγκες της τροφής τους ; το μοναδικό τους σύστημα να επιστρατεύουν nest mates ; ο 'χορός΄ για να δείξουν τις θέσεις των πηγών τροφής και να ανταλλάξουν πληροφορίες (Von Frisch, 1967; 1968; Winston, 1987; Seeley et al. 1991); η στρατηγική αναζήτησης που έχει ονομαστεί 'κέντρο πληροφόρησης της κοινωνίας των μελισσών' από τον Seeley (1985) τις επιτρέπει να κατευθύνουν μεγάλο αριθμό συλλεκτριών επάνω σε συγκεκριμένα φυτά ή καλλιέργειες που βρίσκονται στην άνθηση.

γ) η ικανότητά τους να μαθαίνουν και να θυμούνται την ώρα της ημέρας, όπου κάθε είδος άνθους απελευθερώνει τη γύρη του και εκκρίνει νέκταρ (Percival, 1955; Moore & Ranklin, 1983; Moore et al. 1989).

δ) οι μορφολογικές τους προσαρμογές, οι οποίες τις κάνουν ικανές να συλλέγουν και να μεταφέρουν μεγάλα ποσά γύρης (Dade, 1985; Thorp, 1979b; Winston, 1987): λεπτές διακλαδισμένες τρίχες, οι οποίες καλύπτουν το σώμα τους και συγκεκριμένα όργανα, ονομάζονται καλαθάκι ή κάνιστρο, για τη μεταφορά της γύρης πίσω στη φωλιά.

Αναμφισβήτητη όμως είναι η προσφορά των μελισσών και της επικονιαστικής τους ικανότητας στη διατήρηση του οικοσυστήματος σαν σύνολο αν και δεν έχει μετρηθεί ποτέ. Η επικονίαση των χιλιάδων ειδών άγριων φυτών που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του φυσικού περιβάλλοντος είναι αδύνατο να υπολογιστεί με ακρίβεια και να μεταφραστεί σε οικονομικό όφελος. Η επικονίαση των φυτών που βοηθούν εφ' ενός στην αποφυγή της διάβρωσης του εδάφους και αφ' ετέρου στη διατήρηση της άγριας πανίδας ήταν και είναι πάντα σημαντικότατης σημασίας. Οι Barley & Moffett (1984) συμπέραναν ότι η επικονίαση του 65% των φυτών που είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της άγριας πανίδας, εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις μέλισσες.

Για παράδειγμα, στην Καλιφόρνια, διαπιστώθηκε ότι η παραγωγικότητα και η έκταση των ξερικών λιβαδιών αυξάνονταν κατά πολύ με την παρουσία μεγάλων αριθμών μελισσών. Η παρουσία των μελισσών στα νησιά μας που πάσχουν από ανομβρία παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατήρηση της βλάστησης (κύρια της φρυγανικής χλωρίδας) και την προστασία της από παραπέρα υποβάθμιση. Ας σκεφτούμε έτσι απλά, ότι η διατήρηση των αυτοφυών φυτών, αρωματικών, καλλωπιστικών και ζιζανίων βοηθάει άμεσα στη διατήρηση της ισορροπίας του οικοσυστήματος αλλά και έμμεσα με το να διατηρεί στη ζωή όλα τα είδη μελισσών και έναν άλλο αριθμό ζωντανών οργανισμών που εξαρτώνται από αυτά (Εικόνα 1). Τα αυτοφυή φυτά αποτελούν επίσης μια πολύ σημαντική πηγή νέκταρος και γύρης (ιδιαίτερα για την Ελλάδα) και κρατούν τα μελίσσια δυνατά και κοντά στις καλλιέργειες. Ως γνωστό η Ελλάδα φημίζεται για το θυμαρίσιο της μέλι και αυτό των αγριολούλουδων. Η προσφορά λοιπόν της μέλισσας στο περιβάλλον είναι τεράστια και μάλλον αδύνατον να υπολογιστεί με οικονομικούς όρους.

Εικόνα 1. Οικοσυστήματα με αυτοφυή βλάστηση. Η διατήρησή τους οφείλεται κυρίως στις μη κοινωνικές μέλισσες. [Φωτογραφίες: Δ. Τσέλλιος]

3. <u>Μέλισσες και επικονίαση, γιατί είναι πολύτιμοι και εποικοδομητικοί επικονιαστές-χαρακτηριστικά</u>

Πιστεύεται ότι οι μέλισσες οφείλουν την καταγωγή τους στις αρχέγονες σφήκες από τις οποίες διαφοροποιήθηκαν αρχίζοντας να τρέφουν τις προνύμφες τους με γύρη στις αρχές της Τριτογενούς περιόδου, περίπου 70 εκ. χρόνια πριν. Πολύ σύντομα με την εμφάνισή τους διαμορφώθηκαν και διαφορετικά είδη, γεγονός που συμπίπτει με την έξαρση στη διασπορά των ανθοφόρων φυτών την ίδια περίοδο.

Τα πρώτα απολιθώματα μελισσών που βρέθηκαν όμως χρονολογούνται στα 40 εκ. χρόνια, στην Εόκαινο περίοδο. Οι μέλισσες θεωρούνται από τα πιο σταθερά και περισσότερο καλά προσαρμοσμένα έντομα για επικονίαση. Έχουν μορφολογικές προσαρμογές που αφορούν το μήκος της προβοσκίδας, την κουταλοειδή μορφή της γλώσσας, το πυκνό τους τρίχωμα για τη συλλογή της γύρης (τα καλαθάκια γύρης στις κοινωνικές μέλισσες), πολύ οξεία όσφρηση και λεπτή γεύση. Στα σημερινά είδη μελισσών μπορεί κανείς να αναγνωρίσει με τη σειρά τα στάδια στην εξέλιξή τους (μορφολογική αλλά και κοινωνική). Με το να τρέφουν τις προνύμφες τους με γύρη, οι μέλισσες ανέπτυξαν επίσης την ικανότητα να εκμεταλλεύονται στο έπακρο τα δώρα των φυτών, τη γύρη, που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες τροφή και το νέκταρ που αποτελεί την πηγή ενέργειας.

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την εκμετάλλευση τέτοιων πηγών τροφής αποδείχθηκε η κοινωνική ζωή κάποιων ειδών μελισσών, η εξέλιξη της οποίας οφείλεται στην αποκλειστικά φυτική διατροφή των μελισσών. Ανάλογα με την κοινωνικότητά τους, οι μέλισσες ανέπτυξαν και σχετικές προσαρμογές στη συμπεριφορά τους καθώς και στην επικοινωνία μεταξύ τους. Το σύστημα επικοινωνίας και αναζήτησης τροφής των κοινωνικών μελισσών θεωρείται σήμερα ένα από τα πλέον αποτελεσματικά και δίκαια αποκαλείται από τον Seeley ‘κέντρο πληροφοριών της κυψέλης’.

Πάνω από 20.000 είδη μελισσών υπάρχουν στον κόσμο και ανήκουν σε 700 περίπου γένη και 10 οικογένειες (Πίνακας 1, Εικόνα 2). Το ελάχιστο μέγεθός τους είναι 2 χιλιοστά και το μέγιστο 39 χιλιοστά. Η συντριπτική πλειοψηφία των ειδών ζει μοναχική ζωή σύμφωνα με την οποία το συζευγμένο θηλυκό βγαίνει από τη διαχείμαση την άνοιξη ή το καλοκαίρι, φτιάχνει τη φωλιά του, ωοτοκεί και πεθαίνει χωρίς άλλη φροντίδα για τους απογόνους. Οι απόγονοι διαχειμάζουν συνήθως στο στάδιο της νύμφης. Μερικά είδη μελισσών ζουν σε ομάδες (συν-αθροιστικά είδη) χωρίς να παρατηρούνται χαρακτηριστικά κοινωνικής συμπεριφοράς, άλλα έχουν ημικοινωνική ζωή και ορισμένα μόνο σχηματίζουν πραγματικές κοινωνίες.

Λόγω της αποκλειστικής διατροφή τους από τα φυτά, οι μέλισσες έχουν ανάγκη να συλλέγουν και να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες νέκταρος και γύρης αλλά και να

επισκέπτονται μεγάλο αριθμό ανθέων σε κάθε ταξίδι τους. Στην πλειοψηφία τους τα μοναχικά είδη ζουν για μία περιορισμένη χρονική διάρκεια, επισκέπτονται ένα μικρό αριθμό φυτικών ειδών στα οποία και εξειδικεύονται (ολίγο-λεκτικά, ολιγότροπα έντομα), και οι πληθυσμοί τους κυμαίνονται από χρόνο σε χρόνο. Τα ημικοινωνικά είδη συναντώνται σε μεγαλύτερους πληθυσμούς, είναι δραστήρια για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια και εκμεταλλεύονται και επικονιάζουν ένα ευρύτερο φάσμα φυτικών ειδών (μεσότροπα έντομα).

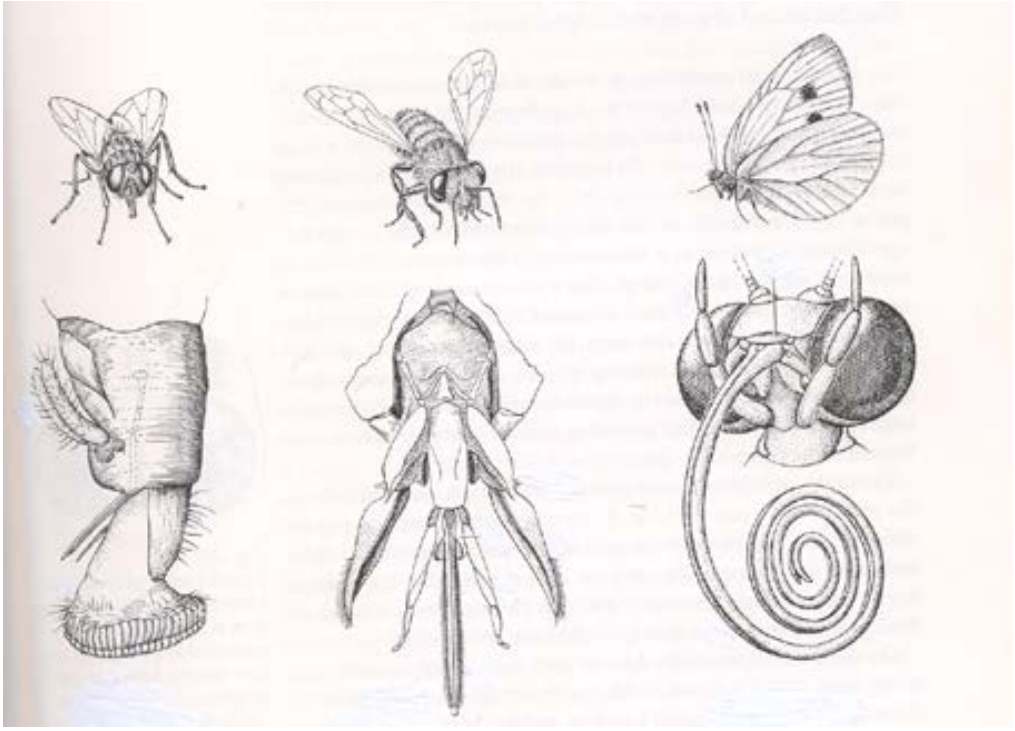
Πίνακας 1. Οικογένειες, κυριότερες υπό-οικογένειες και γένη της υπέρ-οικογένειας Apoidea

Οικογένεια	**Υπό-οικογένεια**	***Γένος***	**Βαθμός κοινωνικότητας**
Colletidae	Colletinae	*Colletes*	Μοναχικά
	Hylaeinae	*Hylaeus*	Μοναχικά
Stenotritidae		*Stenotritus*	Μοναχικά
Melittidae	Melittinae	*Melitta*	Μοναχικά
	Dasypodinae	*Dasypoda*	Μοναχικά
Halictidae	Nominae	*Nomia*	Μοναχικά
	Halictinae	*Halictus*	Μοναχικά
		Lasioglossum	Μοναχικά
	Dufoureinae	*Dufourea*	Μοναχικά
Oxaeidae			Μοναχικά
Andrenidae	Andreninae	*Andrena*	Μοναχικά
	Panurginae	*Panurgus*	Μοναχικά
Ctenoplectridae			Μοναχικά
Megachilidae	Megachilinae	*Megachile*	Μοναχικά
		Osmia	Μοναχικά
Fidelidae	Fidelinae	*Neofidelia*	Μοναχικά
		Fidelia	Μοναχικά
Apidae	Anthophorinae	*Anthophora*	Μοναχικά
		Eucera	Μοναχικά
	Nomadinae	*Nomada*	Μοναχικά
	Xylocopinae	*Xylocopa*	Μοναχικά
Apidae	Apini	*Apis*	Κοινωνικά
	Bombini	*Bombus*	Ημικοινωνικά
		Psithyrus	Ημικοινωνικά
	Euglossini	*Euglossa*	Μοναχικά και Ημικοινωνικά
	Meliponini	*Melipona*	Κοινωνικά
		Trigona	Κοινωνικά

Εικόνα 2. Μέρος της συλλογή ειδών μελισσών του Ινστιτούτου Μελισσοκομίας

Τα κοινωνικά είδη του γένους *Apis* όμως είναι εκείνα που αναπτύσσονται σε πολύ μεγάλους πληθυσμούς, είναι δραστήρια καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, συλλέγουν και αποταμιεύουν μεγάλες ποσότητες νέκταρος και γύρης, επισκέπτονται την πλειοψηφία των φυτικών ειδών (πολύ-λεκτικά, πολύτροπα έντομα), επιδέχονται διάφορους χειρισμούς και μεταφέρονται όπου υπάρχει ανάγκη για επικονίαση.

Τα στοματικά μόρια των μελισσών είναι τα περισσότερο προσαρμοσμένα από όλων των άλλων εντόμων για την αναρρόφηση του νέκταρος και την επεξεργασία της γύρης των φυτών (Εικόνα 3). Η προβοσκίδα των μελισσών είναι μεγάλη και ικανή να φτάνει τα ανθικά νεκτάρια στο μεγαλύτερο αριθμό φυτικών ειδών. (Εικόνα 4).



Εικόνα 3. Τα στοματικά μόρια της μύγας, της μέλισσας και της πεταλούδας

Εικόνα 4. Μέλισσα *Anthophora fulvitarsis*, με χαρακτηριστικά μεγάλη προβοσκίδα

Η αίσθηση της όρασης είναι πολύ καλά ανεπτυγμένη σε όλες τις μέλισσες. Διακρίνουν το υπεριώδες και άλλα τρία βασικά χρώματα, αλλά δε διακρίνουν το κόκκινο χρώμα από το μαύρο. Όλες οι μέλισσες αντιλαμβάνονται το πολωμένο φως και προσανατολίζονται ακόμα και σε συννεφιασμένες ημέρες (Menzel, 1990 από Proctor et al. 1996; Von Frisch, 1950).

Η αίσθηση της όσφρησης είναι επίσης πολύ καλά ανεπτυγμένη στις μέλισσες. Τα αισθητήρια όργανα βρίσκονται στις κεραίες και έχουν τη δυνατότητα να διακρίνουν 10 μέχρι και 100 φορές ασθενέστερες οσμές από ότι ο άνθρωπος (Von Frisch, 1950, 1967). Η πλειοψηφία των λουλουδιών που επισκέπτονται οι μέλισσες δεν έχουν ισχυρό άρωμα και η δική μας όσφρηση δε μπορεί να τα διακρίνει. Στις μέλισσες, η όραση είναι η κύρια αίσθηση που τις οδηγεί στην τροφή από απόσταση, αλλά η όσφρηση είναι εκείνη που θα τις κάνει να διερευνήσουν το άνθος από κοντά (Free, 1970). Η όσφρηση παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία μεταξύ των κοινωνικών μελισσών, στην ένδειξη της ποιότητας της τροφής αλλά και στην αναγνώριση της φωλιάς τους. Είναι χαρακτηριστικό των μελισσών το ότι παράγουν ένα σημαντικό αριθμό φερομονών με τις οποίες προσελκύουν ή επηρεάζουν γενικότερα άτομα του ίδιου είδους (Von Frisch, 1950).

Ο τρόπος συλλογής της γύρης διαφέρει στα διάφορα είδη μελισσών (O' Toole & Raw, 1991) (Εικόνα 5). Στο γένος *Hylaeus* (Colletidae) η γύρη μεταφέρεται στο κοινωνικό στομάχι του εντόμου μαζί με το νέκταρ αν και στο σώμα του εντόμου υπάρχουν διακλαδισμένες τρίχες, προσαρμογή που σε άλλες μέλισσες βοηθάει στη συλλογή της γύρης. Τα έντομα της οικογένειας Megachilidae έχουν πυκνό και κυρτό τρίχωμα στους κοιλιακούς στερνίτες και σκληρές τρίχες στο εσωτερικό των πίσω ποδιών τους όπου και μεταφέρουν τη γύρη.

Τα γένη *Colletes* (Colletidae) και *Adrena* (Adrenidae) μεταφέρουν τη γύρη στις βούρτσες των πίσω ποδιών τους και στο κάτω μέρος του θώρακα, ενώ το είδος *Dasypoda* (Melittidae) έχει πεπλατυσμένο το μεταταρσό των πίσω ποδιών και πυκνό και μακρύ τρίχωμα σε όλο το πίσω πόδι. Από όλα τα μοναχικά είδη μελισσών η *Dasypoda* μεταφέρει τις μεγαλύτερες ποσότητες γύρης. Στα πίσω τους πόδια μεταφέρουν τη γύρη και τα έντομα των υπο-οικογενειών Apini (*Apis*, κοινή μέλισσα), Meliponini (*Melipona,Trigona,* άκεντρες μέλισσες) και Bombini (*Bombus,* βομβίνοι) της οικογένειας Apidae.

Εικόνα 5. Μέλισσες του γένους Osmia και κοινή μέλισσα (Apis). Η Osmia συλλέγει τη γύρη στο κάτω μέρος της κοιλιάς της με τη βοήθεια σκληρών πορτοκαλόχρωμων τριχών ενώ η κοινή μέλισσα στα πίσω της πόδια.

Όλα τα Apidae έχουν ειδικές κατασκευές στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια του πίσω ζεύγους ποδιών τους, τα χαρακτηριστικά κάνιστρα, για τη μεταφορά της γύρης. Μερικά είδη μοναχικών μελισσών όπως και τα κοινωνικά είδη προσθέτουν νέκταρ από τον πρόλοβό τους στη γύρη για να την κάνουν περισσότερο κολλώδες και εύκολη στη μεταφορά.

Η αλληλεξάρτηση των μελισσών και των φυτών είναι μερικές φορές πολύ στενή. Η ανθική σταθερότητα που δείχνουν οι κοινές μέλισσες (*Apis mellifera*) σε κάθε ταξίδι συλλογής τροφής ή και σε ακόλουθα ταξίδια είναι χαρακτηριστική (Free, 1963). Την ιδιότητα αυτή παρατηρούμε και σε είδη των *Andrena, Hallictus , Megachile, Lasioglossum* και *Bombus*, αλλά σε μικρότερο βαθμό (Chambers, 1946; Grant, 1950). Με την ιδιότητά τους αυτή, οι μέλισσες μαθαίνουν να εκμεταλλεύονται καλύτερα και αποδοτικότερα το κάθε φυτικό είδος, ενώ στα φυτά εξασφαλίζεται η μεταφορά των γαμετών τους. Η ανθική σταθερότητα επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως, η διαθεσιμότητα της τροφής για μεγάλο χρονικό διάστημα, η έλλειψη ελκυστικότερων πηγών τροφής, η ανταγωνιστικότητα και οι υπάρχουσες οσμές της φωλιάς. Είναι επίσης γεγονός, ότι επειδή οι μέλισσες είναι σε θέση να διακρίνουν τα άνθη διαφορετικών ποικιλιών και να μένουν σταθερές μόνο στη μία δεν ευνοείται η σταυρό-επικονίαση (Free, 1963; 1966).

Μια άλλη χαρακτηριστική σχέση ορισμένων ειδών μελισσών και φυτών είναι η επικονίαση με δονήσεις. Τα είδη του γένους *Bombus* και του γένους *Xylocopa* όταν επισκέπτονται τα άνθη του είδους *Lycopersicum esculentum* (ντομάτα) αλλά και άλλων Solanaceae τα δονούν, με αποτέλεσμα να διασκορπίζεται η γύρη και να επέρχεται επαρκής επικονίαση. Τα είδη αυτά δημιουργούν δονήσεις με τους μύες του θώρακα. Άλλα έντομα που δε συμπεριφέρονται με αυτόν τον τρόπο δεν επικονιάζουν το άνθος της ντομάτας (Buchmann, 1983; Corbet et al. 1988).

Είναι επίσης γνωστό, ότι οι βομβίνοι, οι *Nomia* και οι *Megachile* είναι εύτροποι επισκέπτες των Ψυχανθών και αυτό γιατί μπορούν να θέσουν σε λειτουργία το ‘μηχανισμό εκτίναξης των αναπαραγωγικών οργάνων' του άνθους των φυτών αυτών χωρίς κανένα πρόβλημα. Αυτός είναι και ο μόνος τρόπος να επέλθει επικονίαση στα φυτά αυτά. Η κοινή μέλισσα δεν είναι τόσο αποτελεσματική στην πρακτική αυτή γιατί ο μηχανισμός εκτίναξης και ελευθέρωσης των αναπαραγωγικών οργάνων του άνθους της δημιουργεί ενόχληση (Free, 1993). Η κολοκυθιά και η αγγουριά έχουν τους δικούς τους εξειδικευμένους επικονιαστές (Εικόνα 6).

Εικόνα 6. Οι επικονιαστές της κολοκυθιάς και αγγουριάς αντίστοιχα

Ακόμη πιο στενή είναι η σχέση κάποιων άλλων ειδών μελισσών με τα φυτά που επικονιάζουν. Τα αρσενικά ειδών *Andrena* (Andrenidae) και *Eucera* (Anthophoridae) επικονιάζουν συγκεκριμένα είδη που ανήκουν στα Orchidaceae στην προσπάθειά τους να ζευγαρώσουν με το δήθεν θηλυκό (ψευτο-ζευγάρωμα). Είδη των Euglossini (Apidae) επικονιάζουν τα Orchidaceae στην προσπάθειά τους να συλλέξουν αφροδισιακές ουσίες από τα άνθη, τις οποίες χρησιμοποιούν αργότερα για να προσελκύσουν τα θηλυκά του είδους τους, και τα *Rediviva* (Melittidae) συλλέγουν έλαια αντί για νέκταρ από τα άνθη, τα οποία μεταφέρουν πάνω στο φορτίο της γύρης (Vogel, 1969).

Ενότητα 2η:

Η συμπεριφορά των μελισσών στην αναζήτηση τροφής

4. Γυρεοσυλλέκτριες και νεκταροσυλλέκτριες

Συλλέκτριες γίνονται συνήθως οι εργάτριες, ηλικίας είκοσι ημερών και πάνω. Οι συλλέκτριες κινούνται για πολλές μέρες γύρω-γύρω από την πηγή τροφής, ώσπου να εξαντληθούν, και σε κάθε ταξίδι τους επισκέπτονται άνθη που βρίσκονται σε αποστάσεις μικρές μεταξύ τους. Σε περιπτώσεις που υπάρχουν δέντρα ή καλλιέργειες σε σειρές, τότε κινούνται κατά μήκος της σειράς. Όταν μια φορτωμένη νεκταροσυλλέκτρια επιστρέψει στην κυψέλη και χορέψει, περιμένει τις οικιακές μέλισσες να παραλάβουν το φορτίο της. Όσο περισσότερο θα περιμένει για την παραλαβή του νέκταρος, τόσο μικρότερη τάση έχει να συνεχίσει τη συλλογή του. Η γυρεοσυλλέκτρια αντίθετα, αφήνει μόνη της τη γύρη σε ένα κελί της κηρήθρας.

Γενικά πιστεύεται ότι οι γυρεοσυλλέκτριες μέλισσες είναι καλύτεροι επικονιαστές από τις νεκταροσυλλέκτριες (Free, 1960b; Free & Williams, 1972; Robinson, 1979b; Thorp, 1979a). Οι γυρεοσυλλέκτριες είναι γρηγορότερες μέσα στο άνθος από τις νεκταροσυλλέκτριες και επισκέπτονται περισσότερα άνθη σε κάθε πτήση αναζήτησης τροφής. Οι γυρεοσυλλέκτριες, στη προσπάθεια τους να συλλέξουν γύρη, στριφογυρνάνε πάνω από τους ανθήρες και καλύπτονται με γύρη σε όλο το σώμα και το κεφάλι τους. Την ίδια ώρα, αγγίζουν το στίγμα του άνθους με το κεφάλι και το σώμα και έτσι επικονιάζουν τα άνθη (Εικόνα 7).

Ένα πολύ καλό παράδειγμα είναι η περίπτωση των γυρεοσυλλεκτριών στα άνθη της μηλιάς (Malus spp.). Οι νέκταροσυλλέκτριες καλύπτονται με γύρη μόνο τυχαία και κυρίως στο κεφάλι τους. Μια εξαίρεση είναι ο ηλίανθος (Helianthus annuus), όπου οι νεκταροσυλλέκτριες είναι καλύτεροι επικονιαστές από τις γυρεοσυλλέκτριες, εξαιτίας της μορφολογίας του άνθους του φυτού. Το σχήμα του διευκολύνει την επαφή του στίγματος από τις νέκταροσυλλέκτριες και όχι από τις γυρεοσυλλέκτριες (Free, 1964). Οι νεκταροσυλλέκτριες επίσης, είναι καλύτεροι επικονιαστές όταν επισκέπτονται τα άνθη του αβοκάντο, γιατί επισκέπτονται και τα υπεροφόρα και τα στημενοφόρα άνθη, τα οποία έχουν την ίδια μορφολογία (Ish-Am & Eisikowitch, 1993).

Οι νεκταροσυλλέκτριες, ειδικότερα αυτές που αναζητούν καλλιέργειες μήλων, έχει παρατηρηθεί ότι χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνικές για να αποκτήσουν το νέκταρ. Οι Free (1960a), Robinson (1979b) και Kuhn & Ambrose (1983) περιέγραψαν τις διαφορετικές τεχνικές και σημείωσαν ότι οι νεκταροσυλλέκτριες μαθαίνουν την μορφολογία του άνθους κάθε καλλιέργειας, χρησιμοποιούν συγκεκριμένη συμπεριφορά για να φτάσουν το νέκταρ των ανθέων των διαφόρων καλλιεργειών (π.χ. ‘sideworking’ συμπεριφορά των μελισσών σε μήλα ποικιλίας Delicious, Robinson, 1981; Kuhn & Ambrose, 1983; DeGrandi- Hoffman et al. 1985). Αυτές γίνονται αποτελεσματικές ή μη αποτελεσματικές, σύμφωνα με το κατά πόσο έρχονται σε επαφή με τα αναπαραγωγικά μέρη του άνθους.

Μια θετική ή νόμιμη επίσκεψη είναι από εκείνες που επηρεάζουν την επικονίαση (Free, 1962a; Poulsen, 1973b). Θετικές επισκέψεις πραγματοποιούνται κυρίως από γυρεοσυλλέκτριες, οι οποίες επισκέπτονται τα άνθη από μπροστά και έρχονται σε επαφή με τους ανθήρες και το στίγμα, αν και ορισμένες νεκταροσυλλέκτριες μπορούν να κάνουν το ίδιο επίσης, ειδικά πάνω σε άνθη με κοντή σωληνοειδή στεφάνη.

Εικόνα 7. Γυρεοσυλλέκτριες μέλισσες (*Apis mellifera, Megachile sp.*)

Όταν οι νεκταροσυλλέκτριες δεν έχουν αρκετά μεγάλη γλώσσα, ώστε να φτάσουν το νέκταρ στη βάση του άνθους, παράδειγμα σε καλλιέργεια κουκιού (Vicia faba), προσπαθούν να κλέψουν νέκταρ μέσα από τις τρύπες που οι άγριες μέλισσες με κοντή γλώσσα (π.χ. Bombus terrestris) έχουν ανοίξει στη βάση της στεφάνης (Free, 1962a; Poulsen, 1973b; Bond & Poulsen, 1983). Αυτές οι επισκέψεις λέγονται αρνητικές ή μη νόμιμες, επειδή δεν επηρεάζουν άμεσα την επικονίαση (Free & Williams, 1973b; Newton & Hill, 1983), αν και μπορούν να μεταφέρουν τη γύρη από τους ανθήρες πάνω στο στίγμα, επηρεάζοντας έμμεσα την επικονίαση (Soper,1952; Kendall & Smith, 1975).

Εξωανθικά νεκτάρια επίσης, δείχνουν να έχουν επιβλαβή επίδραση στην επικονίαση, ειδικά όταν εκκρίνουν νέκταρ πριν τα άνθη του ίδιου είδους φυτού ανοίξουν (Stoddard & Bond, 1987). Οι νέκταροσυλλέκτριες επισκέπτονται τα εξωανθικά νεκτάρια πριν η άνθηση των φυτών ξεκινήσει. Με αυτό τον τρόπο οι συλλέκτριες γίνονται συμβατές με αυτά και δεν επισκέπτονται τα άνθη, ούτε επηρεάζουν την επικονίαση (Free, 1962 a; Bond & Hawkins, 1967; Bond & Poulsen, 1983; Poulsen,1973b; Stoddard & Bond, 1987).

5. <u>Ανθική σταθερότητα και σταυρεπικονίαση</u>

Οι μέλισσες είναι πολυσυλλεκτικά-πολύτροπα έντομα και δεν περιορίζουν τις επισκέψεις τους σε ένα είδος φυτού, αν και οι εργάτριες παρουσιάζουν γενικότερα ανθική σταθερότητα κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού αναζήτησης τροφής (Waser, 1986) . Δηλαδή, τείνουν σε κάθε ένα ταξίδι τους να συλλέγουν ένα είδος τροφής από ένα είδος φυτού μόνο, για παρατεταμένες περιόδους, μέχρι να σταματήσει αυτό να παράγει νέκταρ και γύρη (Free, 1963; Free & Williams, 1983b; Waddington, 1983; Wells & Wells, 1983). Η συμπεριφορά αυτή είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής, έτσι ώστε οι μέλισσες να εξοικονομούν ενέργεια και χρόνο, γιατί μαθαίνουν το χρώμα, την οσμή και πώς να χειρίζονται το κάθε είδος φυτού, ενώ συγχρόνως τα φυτά επωφελούνται από την επικονίαση, δηλαδή μεταφορά της γύρης από άνθος σε άνθος του ίδιου είδους (Robinson, 1979a; 1979b; Kevan & Baker, 1983; Kuhn & Ambrose, 1983). Αυτός ο τρόπος αναζήτησης τροφής των μελισσών, τις κάνει γρηγορότερες και πιο αποτελεσματικές στη συλλογή γύρης και νέκταρ. Κατά αυτό τον τρόπο, μπορούν να είναι ακόμα πιο πολύτιμοι επικονιαστές σε σύγκριση με άλλα έντομα .

Παρ' όλα αυτά, η ανθική σταθερότητα βρίσκει επίσης εφαρμογή σαν ένας απομονωμένος μηχανισμός μεταξύ ποικιλιών του ίδιου είδους φυτού. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μέλισσες μπορούν να ξεχωρίζουν μεταξύ αυτών και να παραμένουν σταθερές στη μία ή στην άλλη ποικιλία, όταν αναζητούν τροφή από καλλιέργεια με ανάμικτες ποικιλίες. Σε αυτή τη περίπτωση, οι μέλισσες δεν είναι υπεύθυνες για απευθείας μεταφορά της συμβατής γύρης μεταξύ των ποικιλιών ενός είδους, απαιτώντας σταυρεπικονίαση. Συνεπώς, με αυτό τον τρόπο, η ανθική σταθερότητα εμποδίζει την σταυρεπικονίαση (Free, 1960; 1960b; 1966a;

1966b; 1966c; Robinson, 1979b; Free & Williams, 1983b; DeGrandi- Hoffman et al. 1984b; ; DeGrandi- Hoffman & Morales, 1989; DeGrandi- Hoffman & Martin, 1983). Πιστεύεται ότι μεμονωμένες μέλισσες δείχνουν σταθερότητα σε άνθη ενός είδους φυτού για αρκετές μέρες, ή σε άνθη ενός είδους που συνήθιζαν να επισκέπτονται πριν μεταφερθούν σε καινούρια καλλιέργεια (Free, 1959; 1960a; 1963). Ο Free (1963) ανέφερε ότι 80,8 % των γυρεοσυλλεκτριών συνεχίζουν να συλλέγουν το ίδιο είδος γύρης τις ακόλουθες μέρες, καθώς επίσης το ίδιο συμβαίνει και με τις νεκταροσυλλέκτριες. Σύμφωνα με τον Free (1963), η ανθική σταθερότητα από μέρα σε μέρα, είναι λιγότερο έντονη από τη σταθερότητα μεταξύ των πτήσεων αναζήτησης την ίδια μέρα .

Οι συλλέκτριες μέλισσες επίσης, δείχνουν σταθερότητα στο τύπο τροφής που συλλέγουν. Μεμονωμένες συλλέκτριες που συλλέγουν νέκταρ ή γύρη, συνεχίζουν να συλλέγουν νέκταρ ή γύρη αντίστοιχα, εφόσον οι ανάγκες και οι απαιτήσεις της κοινωνίας δεν έχουν αλλάξει (Free, 1960a; 1962a). Παρόλα αυτά, υπάρχει ένα μικρό ποσοστό συλλεκτριών, που συλλέγουν και τα δύο, γύρη και νέκταρ. Ο Free (1960a) υπολόγισε, για συγκεκριμένες συνθήκες, ότι λιγότερο από 17 % του πληθυσμού των συλλεκτριών συνέλεξαν γύρη και νέκταρ μαζί, ενώ σχεδόν 36% από όλες τις συλλέκτριες ήταν νεκταροσυλλέκτριες και το υπόλοιπο, 48% ήταν γυρεοσυλλέκτριες.

Κατά τη διάρκεια της πτήσης από άνθος σε άνθος, οι συλλέκτριες βουρτσίζουν και καθαρίζουν το σώμα και τις κεραίες τους από τη γύρη, την οποία είτε πακετάρουν στα καλαθάκια γύρης, είτε απορρίπτουν ανάλογα. Κι αυτό, γιατί ακόμα και μια συλλέκτρια νέκταρος έχει στο σώμα της, άθελα της, χιλιάδες γυρεόκοκκους. Παρ' όλο το βούρτσισμα όμως, αρκετή γύρη παραμένει στο σώμα τους. Μέσα στη φωλιά τους οι μέλισσες έρχονται σε στενή επαφή μεταξύ τους η μια με την άλλη και γίνεται ακούσια μεταφορά και ανταλλαγή γύρης, με αποτέλεσμα οι συλλέκτριες που βγαίνουν από τη φωλιά τους να φέρουν στο σώμα τους περισσότερα από ένα είδος ή ποικιλίες γύρης. Μ' αυτόν τον τρόπο συμβάλλουν στην σταυρεπικονίαση των φυτών (μεταφορά γύρης από ποικιλία σε ποικιλία του ίδιου είδους) (Hatjina, 1996).

Για να πετύχουμε σταυρεπικονίαση σε έναν οπωρώνα που καλλιεργείται αυτο-ασυμβίβαστο είδος, δυο ή περισσότερες ποικιλίες συν-καλλιεργούνται, έτσι ώστε η γύρη από την μια ποικιλία, η οποία καλείται επικονιάστρια, να είναι διαθέσιμη για να επικονιάσει την κύρια ή τις κύριες ποικιλίες (Free, 1960a; Hort. Educ. Asso. 1961; Anderson, 1986). Οι ποικιλίες πρέπει να είναι συμβατές: η γύρη της επικονιάστριας πρέπει να επηρεάζει την επικονίαση της άλλης ποικιλίας.

Παρ' όλα αυτά, μεμονωμένες συλλέκτριες μέλισσες δείχνουν αφοσίωση στη μια ή στην άλλη ποικιλία και δεν μετακινούνται εύκολα μεταξύ αυτών (Free, 1963; 1966a; 1966b). Αυτό μπορεί να περιορίσει την επικονίαση, ή η επικονίαση μπορεί να μειωθεί με την αύξηση της απόστασης από την επικονιάστρια (Free, 1962b; 1960b; Free & Spencer- Booth, 1964a). Το πλέον προτεινόμενο σχέδιο φύτευσης τοποθετεί διαφορετικές ποικιλίες κατά μήκος της ίδιας σειράς, με την ελπίδα να μετακινούνται οι μέλισσες από την μια ποικιλία στην άλλη. Κατ' αυτό τον τρόπο, περισσότερη σταυρεπικονίαση συμβαίνει σε οπωρώνες με αυτό-ασυμβίβαστες ποικιλίες και θεωρείται ότι ένας μεγάλος αριθμός μεταφέρει γύρη από συμβατή ποικιλία στο σώμα της, αν και μπορεί να παραμένουν σταθερές σε μια ποικιλία για τη διάρκεια της ζωής τους. Πειράματα από τους Free και Williams(1972) και Karmo και Vickery (1987b), έχουν δείξει ότι η μεταφορά γύρης από μέλισσα σε μέλισσα στη κυψέλη συμβαίνει. Σκοτωμένες μέλισσες μέσα στη κυψέλη, εξωτερικές και συλλέκτριες ανθέων, όλες κουβαλούσαν ένα μεγάλο αριθμό γυρεόκοκκων στο σώμα τους, καθώς και μια ποσότητα 'ξένης' γύρης, η οποία προερχόταν από είδος ή ποικιλία διαφορετική από αυτή που επισκεπτόταν η μέλισσα (Free & Williams, 1972).

6. Η γύρη στο σώμα των μελισσών

Δίνοντας τη σχέση μεταξύ της θέσης της συλλέκτριας στο άνθος και της επιφάνειας των στιγμάτων στα άνθη, η γύρη που τοποθετείται σε συγκεκριμένα μέρη του σώματος των μελισσών είναι λιγότερο ή περισσότερο πιθανό να μεταφερθεί στις επιφάνειες των στιγμάτων. Οι πιο σπουδαίες τοποθεσίες για τη διανομή της γύρης στο σώμα τους, ώστε να επηρεάσουν την επικονίαση, ποικίλουν από είδος σε είδος φυτού και εξαρτώνται από τη μορφολογία του άνθους και τη θέση της μέλισσας όταν επισκέπτεται το άνθος.

Οι DeGrandi- Hoffman et al. (1984) έδειξαν ότι η διάταξη των δέντρων της μηλιάς σε έναν οπωρώνα, δεν σχετίζεται με την απόσταση μεταξύ των επικονιαστών και της κύριας ποικιλίας, προτείνοντας ότι το κύριο δρομολόγιο της μεταφοράς γύρης που προκύπτει στην επικονίαση, μπορεί να γίνει από μέλισσα σε μέλισσα μέσα στην κυψέλη. Κατ' αυτό τον τρόπο, όταν οι μέλισσες αφήνουν την κυψέλη για αναζήτηση τροφής, μπορούν πάντα να κουβαλάνε γύρη ενός είδους ή μιας ποικιλίας, διαφορετική από αυτή με την οποία δουλεύουν. Για παράδειγμα νεκταροσυλέκτριες μέλισσες που έβγαιναν από την κυψέλη τους είχαν στο σώμα τους γύρη η οποία αποτελούνταν κατά 26% από μηλιά, 13% από βυσσινιά, 7 % από αχλαδιά (Free & Willimas, 1972). Επιπλέον, οι DeGrandi- Hoffman et al. (1986), απέδειξαν ότι οι μέλισσες που ακινητοποιήθηκαν στην είσοδο της κυψέλης, κουβαλούσαν μια σημαντική ποσότητα συμβατής γύρης, κατάλληλη για σταυρεπικονίαση σε έναν οπωρώνα μηλιάς. Οι Dicklow et al. (1986), επίσης έδειξαν ότι οι κινήσεις των μελισσών μέσα στη κυψέλη ήταν υπεύθυνες για την διασπορά της γύρης μεταξύ τους και η γύρη από τα σώματα των μελισσών ήταν πολύ αποτελεσματική για σταυρεπικονίαση. Τα ηλεκτρικά φορτία των μελισσών και της γύρης μέσα στην κυψέλη πιθανά να διευκολύνουν τη μεταφορά της γύρης μεταξύ των μελισσών (Corbet et al. 1982, Erickson & Buchmann, 1983). Τέλος, οι DeGrandi- Hoffman et al. (1992) και οι DeGrandi- Hoffman & Martin (1993), έδειξαν ότι η συμβατή γύρη στο σώμα των μελισσών, που πιθανότατα αποκτήθηκε από άλλα μέρη της φωλιάς, ήταν κατάλληλη για τη σταυρεπικονίαση του ηλίανθου και της αμυγδαλιάς.

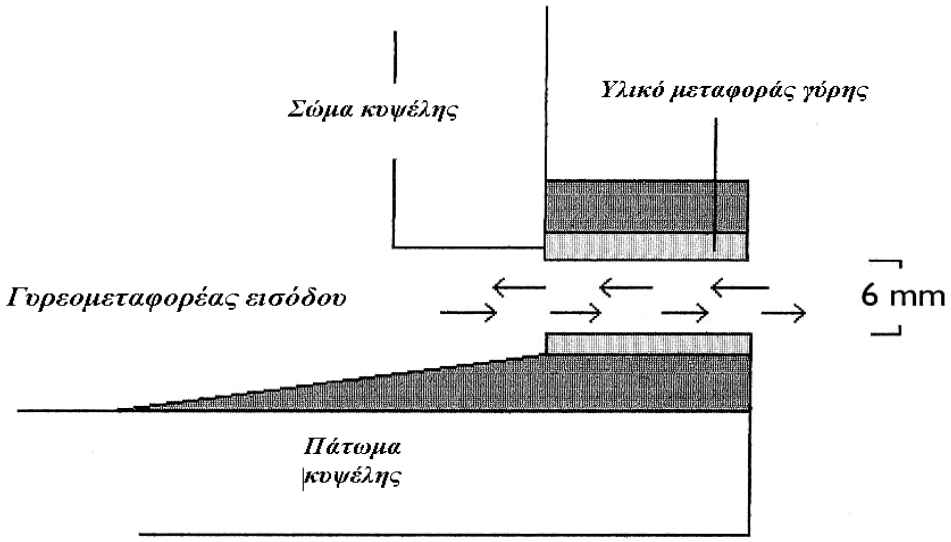
Οι μέλισσες συνήθως έχουν δυσκολίες στην καθαριότητα συγκεκριμένων μερών του σώματος τους (Free & Durrant, 1966), που καλούνται 'safe sites' (Buchmam et al. 1990). Επίσης οι Free & Durrant, (1966) πρότειναν ότι η γύρη που προσκολλήθηκε στα 'safe sites' μπορεί μόνο να ξεκολλήσει σαν καινούρια γύρη συσσωρευμένη εκεί, και αυτό μπορεί να είναι σημαντικό για την σταυρεπικονίαση. Οι Buchmam et al. (1990), πιστεύουν ότι το περισσότερο μέρος της γύρης στα 'safe sites' δε δίνεται στα άνθη, ούτε στις άλλες μέλισσες, ούτε επηρεάζει τη σταυρεπικονίαση. Παρ' όλα αυτά, η σχέση μεταξύ της προσκολλημένης γύρης στα 'safe sites' και αυτής που αποκτήθηκε από τη μεταφορά μέλισσα με μέλισσα μέσα στην κυψέλη δεν είναι γνωστή, ούτε η σχετική συνεισφορά και των δυο στη σταυρεπικονίαση.

Οι Ish-Am & Eisikowitch (1990, 1993) έχουν δείξει ότι η γύρη από τα άνθη του αβοκάντο συσσωρεύεται στα 'collecting zones' του σώματος τους σύμφωνα με τα μέρη του σώματος που ακουμπούν τους ανθήρες των ανθέων. Πρότειναν ότι αυτή η γύρη ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος της επικονίασης του αβοκάντο. Οι Kubisova & Haslbachova (1990) και Χατζήνα & συν. (1993), έδειξαν ότι η γύρη των φυτών επικάθεται σε διάφορα μέρη του σώματος των μελισσών.

Οι Free et al. (1991) έχουν δείξει ότι η χρήση μαλακών τριχών στην είσοδο των κυψελών μεταφέρει ή ανταλλάσσει τη γύρη μεταξύ των εισερχόμενων και εξερχόμενων συλλεκτριών. Με αυτό τον τρόπο οι μέλισσες μπορούν και σέρνονται διαμέσου των τριχών. Η ιδέα ήταν οι εισερχόμενες συλλέκτριες να εναποθέσουν κάποια ποσότητα γύρης που κουβαλάνε στα σώματα τους, πάνω στις τρίχες, ενώ περνάνε διαμέσου αυτών, και κάποια στιγμή οι εξερχόμενες συλλέκτριες να μαζέψουν κάποιο μέρος από αυτή τη γύρη.

Σε εργασία των Hatjina (1998) και Hatjina et al. (1998, 1999) ελέχθησαν συσκευές, οι λεγόμενες 'γυρεομεταφορείς εισόδου', στην αύξηση των ειδών γύρης στο σώμα των μελισσών που εξέρχονται από την κυψέλη τους. Οι γυρεομεταφορείς είναι κατασκευές οι οποίες προσαρμόζονται στην είσοδο της κυψέλης και φέρουν στο πάνω και κάτω μέρος τους υλικό κατάλληλο να 'βουρτσίζει' στην ουσία την γύρη από το σώμα κύρια των εισερχόμενων στην κυψέλη μελισσών και να την 'εναποθέτει' στο σώμα των εξερχόμενων μελισσών (Εικόνα 8).

Για την απομάκρυνση και μέτρηση της γύρης στο σώμα των μελισσών, αναπτύχθηκε και εξετάστηκε μια συγκεκριμένη μέθοδος, η οποία αποδείχθηκε ότι απομακρύνει το 82% της γύρης από το σώμα των μελισσών (Hatjina 1996). Εξετάστηκαν αρχικά 6 διαφορετικά είδη γυρεομεταφορέων, από τα οποία τα τρία εξετάστηκαν και δεύτερη φορά. Στην συνέχεια εξετάστηκαν διαφορετικά μεγέθη στο άνοιγμα της εισόδου, που επιτρέπει ο καλύτερος τύπος γυρεομεταφορέα και επιπλέον έγινε εφαρμογή του τύπου αυτού στην επικονίαση της μηλιάς με θετικά αποτελέσματα. Παράλληλα έγινε εξέταση της βλαστικότητας της γύρης στο σώμα των μελισσών και στο υλικό του γυρεομεταφορέα. Αποδείχθηκε ότι ο καλύτερος τύπος γυρεομεταφορέα εισόδου από αυτούς που εξετάστηκαν, αυξάνει μέχρι και 55% τα είδη γύρης στο σώμα των μελισσών και η βλαστικότητα της γύρης στον γυρεομεταφορέα διατηρείται σε υψηλά ποσοστά.



Εικόνα 8. Σχεδιάγραμμα του γυρεομεταφορέα εισόδου (Από Hatjina, 1998).

Οι γυρεομεταφορείς εισόδου αυξάνουν με εντελώς φυσικό τρόπο την μεταφορά γύρης από μέλισσα σε μέλισσα, δεν παρενοχλούν την κινητικότητα των μελισσών, δεν κοστίζουν πολύ, είναι πρακτικές και εύκολες στην χρήση συσκευές και έρχονται να αυξήσουν την ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής μας χωρίς καμιά επιβάρυνση στο περιβάλλον (Εικόνα 8). Επιπλέον, σε άλλη εργασία της Hatjina (1998) γίνεται αντιπαράθεση της χρήσης των γυρεομεταφορέων εισόδου με μια παλαιότερη μέθοδο διασποράς γύρης των γυρεοδιανεμητήρων, και αναφέρονται τα πειραματικά δεδομένα, η αξιολόγηση των μεθόδων, και η πρακτική τους σημασία στην αύξηση της επικονίασης. Συμπερασματικά, προτείνεται η χρήση των γυρεομεταφορέων αντί των γυρεοδιανεμητήρων.

7. <u>Η ελκυστικότητα των φυτών</u>

Διάφορα είδη από οπωροφόρα δένδρα ή άγρια λουλούδια διαφέρουν ως προς την ελκυστικότητά τους στις μέλισσες. Αυτή η διαφορά μπορεί να θεωρηθεί σα μια σχέση που αυξάνει τον ανταγωνισμό μεταξύ ειδών, τα οποία ανθίζουν συγχρόνως (Waser, 1983).

Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ελκυστικότητα των μελισσών και την προτίμηση τους σε μερικά φυτικά είδη και όχι σε κάποια άλλα, είναι οι εξής :

- Καιρικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία και η υγρασία (Percival, 1955; Ayers et al. 1987; Abrol, 1990; Corbet, 1990);
- Συνολική ποσότητα από γύρη σε κάθε άνθος, η γλυκύτητά της και η συγκέντρωση σακχάρων (Vansell, 1952; Schmid-Hempel, 1987; Schmid-Hempel & Schmid-Hempel, 1987; Oldroyd et al. 1991b; Wells et al. 1992; Widrlechner & Senechal, 1992); ακόμα και συγκεκριμένες οσμές γύρης μπορούν να ελκύσουν τις γυρεοσυλλέκτριες (Robertson & Cardona, 1986);
- Η αφθονία της γύρης, η ποσότητα της γύρης που παράγεται σε κάθε άνθος και η διάρκεια της διάρρηξης του ανθήρα (Percival, 1955; Free, 1960b; DeGrandi-Hoffman et al. 1991) ενδέχεται να παίζουν ρόλο στη διαφορετική ελκυστικότητα της γύρης πολλών φυτικών ειδών · διαφορετικά είδη, ακόμη και διαφορετικοί επικονιαστές των ίδιων ειδών, διαφέρουν πάρα πολύ στην ποσότητα γύρης την οποία παράγουν (Free, 1960b;) όμως η διαδρομή που ακολουθεί μια γυρεοσυλλέκτρια για να συλλέξει γύρη είναι κατά βάση εξαρτημένη στις ανάγκες της κυψέλης, παρουσία των απογόνων και της βασίλισσας (Free, 1967; 1976; 1979)
- Συγκεκριμένα συστατικά στο νέκταρ (Waller et al. 1972) ή στη γύρη (Hopkins et al. 1969) έχουν αναφερθεί ότι επηρεάζουν την έλξη των μελισσών από τα φυτά.
- Η διαμόρφωση του άνθους ενδέχεται να καθιστά το χειρισμό και τη συλλογή του νέκταρος και της γύρης από τις μέλισσες ή ακόμα και να επιτρέπει την εξάτμιση ή τη διάλυση του νέκταρος από τη βροχή (Free, 1960b; Kevan & Baker, 1983); Το σχήμα, το χρώμα και η ηλικία των ανθέων είναι και αυτοί παράγοντες που επηρεάζουν την ελκυστικότητα των ανθέων (Free, 1970; Thorp, 1979b;)
- Η γενετική διαμόρφωση μιας κυψέλης μελισσών μπορεί να επηρεάσει την προτίμηση, την οποία δείχνουν οι γυρεοσυλλέκτριες μέλισσες σε ποικίλα φυτικά είδη (Free & Williams, 1973a; Robinson & Page, 1989; Oldroyd et al. 1991a; 1991b; 1992);
- Η απόσταση μεταξύ των κυψελών και μιας καλλιέργειας, η οποία χρειάζεται επικονίαση, είναι εξαιρετικής σημασίας όσον αφορά τον καθορισμό της έλξης της καλλιέργειας στις μέλισσες (Free & Williams, 1937b);
- Προηγούμενες πηγές συλλογής νέκταρος και γύρης και η οσμή μέσα στην κυψέλη μπορεί να επηρεάσει την προτίμηση των μελισσών σε καινούργια άνθη (Free, 1959; Free, 1969).

Οι γυρεοσυλλέκτριες μέλισσες, για παράδειγμα, δείχνουν εξαιρετική προτίμηση στο σινάπι (*Sinapis alba*), σε σχέση με την πορτοκαλιά (*Citrus sinensis*) (Vansell, 1952), στη μηλιά σε σχέση με την αχλαδιά (*Pyrus communis*) (Free, 1960b), στο ραδίκι (*Taraxacum officinalis*) σε σχέση με τη μηλιά (Free, 1968b; Hatjina, 1996), στο σινάπι σε σχέση με την αμυγδαλιά (*Prunus dulcis*) (Eisikowitch & Lupo, 1989), στους ελαιούχους σπόρους (*Brassica napus*) σε σχέση με τα μπιζέλια (Robertson & Cardona, 1986) (Εικόνα 9), στα καρότα (*Daucus carota*)σε σχέση με τα κρεμμύδια (*Allium cepa*) (Gary et al. 1972).

Εικόνα 9. Μέλισσα σε λαψάνα

Η προτίμηση που δείχνουν οι μέλισσες στα άνθη μερικών φυτικών ειδών σε σχέση με κάποια άλλα είδη, είναι πιο εμφανής όταν τα φυτικά είδη βρίσκονται στην ίδια περιοχή και ανθίζουν ταυτόχρονα (Free, 1960b; Levin & Anderson, 1970; Waser, 1983). Από την άλλη, αυτό το φαινόμενο είναι στενά συνδεδεμένο με την ώρα της μέρας όπου τα φυτά εμφανίζουν το νέκταρ και τη γύρη τους. Ένα φυτό λένε ότι παρουσιάζει το νέκταρ του όταν το νέκταρ εκκριθεί και είναι διαθέσιμο για συλλογή. Παρομοίως η γύρη εμφανίζεται σε ένα φυτό όταν οι ανθήρες του άνθους διαρρηχθούν έτσι ώστε η γύρη να είναι διαθέσιμη για συλλογή και επικονίαση.

Ο Synge (1947) και η Percival (1955) πρότειναν ότι τα αγγειόσπερμα εμφανίζουν τη γύρη και το νέκταρ τους σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας της κατά τη διάρκεια της άνθησης, και οι μέλισσες κάνουν επισκέψεις στα άνθη τις συγκεκριμένες εκείνες ώρες. Για παράδειγμα η μηλιά (*Malus domestica*) αναφέρεται ως ‘μεσημεριανό κυρίως’ φυτό από την Percival (1955), γιατί δίνει 67% από τη γύρη μεταξύ των ωρών 12.00-16.00 και μόνο το 33% από τη γύρη δίνεται πριν το μεσημέρι. Παρομοίως, τα κουκιά (*Vicia faba*) αναφέρονται ως ‘απογευματινή καλλιέργεια’ με 91% της γύρης να είναι διαθέσιμη μεταξύ των ωρών 12.00-15.00. Συνεπώς, οι επισκέψεις των μελισσών για γύρη στις μηλιές και στα κουκιών γίνονται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες (Free, 1968b; Free & Nuttall, 1968a; Poulsen, 1973a; 1973b; Anderson, 1986; Prabucki et al. 1987; Mayer & Lunden, 1991).

Επίσης, όταν οι μέλισσες μεταφέρονται από την αρχική τους θέση σε αυτές τις ‘μεσημεριανές καλλιέργειες’ για επικονίαση , επισκέπτονται ‘πρωινά’ φυτά, όπως το *Brassica napus* ή το *Taraxacum officinalis* ή και άλλα αγριολούλουδα (Free & Nuttall, 1968b; Free & Ferguson, 1983; Robertson & Cardona, 1986; Mayer & Lunden, 1991; Hatjina 1996), πιθανά γιατί έχουν συνηθίσει να συλλέγουν γύρη και νέκταρ από τα φυτά αυτά και δεν επισκέπτονται αρκετά τις ‘μεσημεριανές καλλιέργειες’, οι οποίες χρειάζεται να επικονιαστούν. Οι Mayer & Lunden (1991) έδειξαν ότι σχεδόν καμία από τις γυρεοσυλλέκτριες που έκαναν επισκέψεις σε ‘πρωινά φυτά’ δεν έκαναν αλλαγή το μεσημέρι για να επισκεφτούν τα ‘μεσημεριανά φυτά’, αλλά οι περισσότερες έμειναν σταθερές στα ‘πρωινά φυτά’. Έτσι ο αριθμός των γυρεοσυλλεκτριών στις ‘μεσημεριανές’ καλλιέργειες ήταν προφανώς μικρότερος.

8. Περιοχή αναζήτησης τροφής

Οι μέλισσες επισκέπτονται συνήθως μόνο ένα μικρό ποσοστό των ανθέων κάθε φυτού σε κάθε ταξίδι συλλογής τροφής με αποτέλεσμα να ευνοείται η σταυρεπικονίαση. Τουλάχιστον για σύντομο χρόνο οι μέλισσες επισκέπτονται τα άνθη μιας μικρής περιοχής μόνο, αν και κινούνται συχνά από το ένα φυτό στο άλλο (Free 1991). Σε κάθε ταξίδι τους δε, επισκέπτονται τα γειτονικά άνθη από αυτά που επισκέφτηκαν στο προηγούμενο. Στους οπωρώνες οι μέλισσες εργάζονται συνήθως σε ένα δέντρο ή μετακινούνται σε διπλανά της ίδιας σειράς και σπάνια μεταξύ δένδρων άλλων σειρών.

Σε περιπτώσεις όμως που το νέκταρ είναι λιγοστό ή οι καιρικές συνθήκες άσχημες, τότε τείνουν να απομακρύνονται από την περιοχή που επισκέπτονταν πριν. Όσες περισσότερες ημέρες μια μέλισσα επισκέπτεται την ίδια περιοχή, τόσο μεγαλύτερη περιοχή καλύπτει κάθε μέρα.

Όταν υπάρχει ανάγκη οι μέλισσες ταξιδεύουν αρκετά μακριά από την κυψέλη τους για συλλογή τροφής, συνήθως όμως επικεντρώνονται σε αποστάσεις μικρότερες των 800 μέτρων ή ακόμα και των 600 μέτρων (Free, 1991). Όσο μεγαλύτερες είναι οι αποστάσεις των κυψελών από μια καλλιέργεια τόσο λιγότερη είναι η αύξηση σε βάρος των κυψελών και το μέλι που παράγουν. Αντίστοιχα η επικονιαστική τους προσφορά μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από την καλλιέργεια. Ακόμα και όταν οι κυψέλες είναι σε κοντινή απόσταση από την καλλιέργεια αντί να είναι μέσα στην καλλιέργεια, ο αριθμός των συλλεκτριών που επισκέπτονται την καλλιέργεια είναι φανερά μικρότερος.

Ενότητα 3η:

Ανάγκες των φυτών - μέτρα για την αύξηση της επικονίασης

9. <u>Η ανάγκη βελτίωσης της επικονίασης</u>

Η επαρκής επικονίαση (αυτό- και σταυρεπικονίαση) από μέλισσες έχει ορισμένο αποτέλεσμα στην αύξηση της καρπόδεσης (McGregor, 1976). Οι φραουλιές (*Fragaria x ananassa*) για παράδειγμα, περιέχουν έναν τεράστιο αριθμό ωοθηκών, καθεμία με μία σπερμοβλάστη. Πρακτικά, όλες αυτές χρειάζεται να γονιμοποιηθούν για να έχουμε κανονική καρπόδεση και εμπορικότητα των καρπών. Συνεπώς έλλειψη ολοκληρωμένης επικονίασης και γονιμοποίησης, οδηγεί σε δυσμορφία των ραγών (Free, 1968c; Svensson, 1991).

Καρποί και λοβοί οσπρίων μπορούν να παραχθούν με μερικούς μόνο σπόρους, έχοντας γονιμοποιηθεί μόνο μερικές σπερμοβλάστες. Τα άνθη της μηλιάς και της αχλαδιάς έχουν 5 ύπερους, καθένας από τους οποίους περιέχει 2 σπερμοβλάστες (McGregor, 1976). Όταν μόνο μερικές σπερμοβλάστες έχουν γονιμοποιηθεί, τότε οι καρποί είναι περισσότερο επιμήκεις σχηματικά, μπορεί να είναι μικρότεροι σε μέγεθος και οι πρώιμοι καρποί έχουν λιγότερες πιθανότητες να επιβιώσουν (Horticultural Education Association, 1961). Έτσι η ανάπτυξη μιας ωοθήκης σε καρπό είναι εξαρτημένη από την ανάπτυξη των σπόρων, η οποία είναι από μόνη της στενά συνδεδεμένη με την επαρκή επικονίαση του άνθους και προγενέστερα από αυτό, σε επαρκή αριθμό επισκέψεων από επικονιαστές (Skrebtsova, 1957).

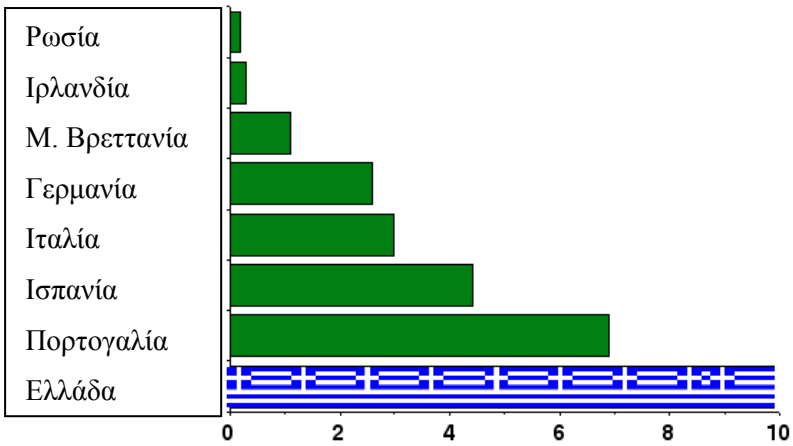
Όλα τα είδη μελισσών, κοινωνικά και μη, είναι σημαντικοί επικονιαστές (εύτροπα έντομα) τόσο των καλλιεργούμενων (Πίνακας 2) όσο και των αυτοφυών φυτών. Πολλά φυτά έχουν προσαρμοστεί στην επικονίαση με τις μέλισσες αλλά και πολλά άλλα ωφελούνται από τη δραστηριότητά τους.

Πίνακας 2. Σημαντικότερες καλλιέργειες και η ανάγκη τους για επικονίαση με μέλισσες (Κ= κοινή μέλισσα, Β= βομβίνος, Μ= μοναχικό είδος)

Καλλιέργεια	Ανάγκη για μέλισσες	Είδος Μέλισσας			Καλλιέργεια	Ανάγκη για μέλισσες	Είδος Μέλισσας		
Αβοκάντο	* * *	Κ		Μ	Κουκκί	* *	Κ	Β	Μ
Αγγουριά	* * *	Κ		Μ	Λεμονιά	*	Κ	Β	Μ
Ακτινίδιο	* * *	Κ	Β		Μελιτζανιά	*	Κ	Β	
Αμπέλι	*	Κ		Μ	Μηδική	* * *	Κ	Β	Μ
Αμυγδαλιά	*	Κ			Μηλιά	* * *	Κ	Β	Μ
Αχλαδιά	* * *	Κ	Β		Μουριά	*	Κ	Β	
Βαμβάκι	*	Κ	Β	Μ	Ντομάτα	*	Κ	Β	Μ
Βερυκοκκιά	* *	Κ			Πεπονιά	* * *	Κ		
Γογγύλι	*	Κ	Β	Μ	Πιπεριά	*	Κ	Β	
Δαμασκηνιά	* *	Κ	Β		Πορτοκαλιά	*	Κ	Β	Μ
Ελιά	*	Κ			Ροδακινιά	* *	Κ		
Ηλίανθος	* * *	Κ	Β	Μ	Σινάπι	* *	Κ		
Καρπουζιά	* *	Κ		Μ	Σόγια	*	Κ		Μ
Καρυδιά	*	Κ			Τριφύλια	* *	Κ	Β	Μ
Κερασιά	* * *	Κ	Β		Φασολιά	*	Κ		Μ
Κολοκυθιά	* * *	Κ		Μ	Φραουλιά	* *	Κ		Μ

Η μεγάλη πυκνότητα των κοινών μελισσών, χαρακτηριστική της Ελλάδος (Williams et al. 1991), δεν έχει αφήσει να αναδειχθεί το πρόβλημα της επικονίασης των καλλιεργειών και αυτό γιατί οι καλλιεργητές βασίζονται στο γεγονός ότι κάποια μελισσοσμήνη βρίσκονται

σχεδόν πάντα κοντά στις καλλιέργειες (Εικόνα 10). Έτσι για την επικονίαση των καλλιεργειών τους οι καλλιεργητές στηρίζονται αποκλειστικά στη στις κοινές μέλισσες και δεν έχουν ενημέρωση ούτε για την συστηματική αξιοποίησή της ούτε και γνώση για τις δυνατότητες αξιοποίησης των άλλων ειδών μελισσών (με εξαίρεση την περίπτωση των βομβίνων). Συχνά για την αύξηση της παραγωγής τους οι καλλιεργητές εφαρμόζουν διάφορες μεθόδους (φάρμακα, λιπάσματα, καλλιεργητικές φροντίδες) αλλά παραμελούν την φυσική προσφορά των μελισσών η οποία μπορεί να τους δοθεί χωρίς κόστος. Παρόλο ότι η κοινή μέλισσα είναι υπεύθυνη για την επικονίαση του 70-75% του συνόλου των καλλιεργειών, η συμβολή των άγριων μελισσών (=μοναχικές μέλισσες και βομβίνοι) στην επικονίαση των καλλιεργειών αλλά και των αυτοφυών φυτών είναι σημαντικότατη και αναντικατάστατη (Benedek, 2002; Costanza et al. 1997; Robinson et al. 1989).



Εικόνα 10. Η πυκνότητα κυψελών στην Ευρώπη (κυψέλες/ τετραγωνικό χιλιόμετρο)

Η εντατικοποίηση της αγροτικής παραγωγής, η εκχέρσωση νέων εκτάσεων, η αύξηση της χρήσης των αγροχημικών, ο περιορισμός των δασικών εκτάσεων, η αυξανόμενη μόλυνση του περιβάλλοντος και η έντονη οικιστική επέκταση και τουριστική δραστηριότητα έχουν περιορίσει αισθητά τον αριθμό των άγριων επικονιαστών (κύρια ειδών μελισσών) στην συντριπτική πλειοψηφία των χωρών στον κόσμο (Banaszak, 2002; Colin & Belzunces, 1992). Οι καλλιεργητικές φροντίδες δε κατά τη διάρκεια του έτους καταστρέφουν τις φωλιές των μελισσών που κατά κύριο λόγο ζουν στο χώμα και έτσι οι πληθυσμοί τους μειώνονται δραματικά. Από την άλλη πλευρά ο φόβος των ψεκασμών και οι δηλητηριάσεις των μελισσών αναγκάζουν τους μελισσοκόμους να αποφεύγουν τις εντατικές καλλιέργειες αμυγδαλιάς για τη μεταφορά των μελισσών τους (Colin & Belzunces, 1992). Το αποτέλεσμα είναι η έλλειψη αποτελεσματικής επικονίασης και η μειωμένη παραγωγή.

Γενικότερα η βελτίωση της επικονίασης μπορεί να εστιάζεται στα εξής σημεία (όπως αναλύονται παρακάτω):

1. Στις απαιτήσεις των καλλιεργειών για επικονίαση
2. Στον τρόπο σχεδιασμού της καλλιέργειας
3. Στον ανταγωνισμός με τη συνανθή βλάστηση
4. Στην μεταφορά των μελισσοσμηνών την κατάλληλη εποχή
5. Στη χρήση κάποιων βοηθητικών μέτρων

10. <u>Απαιτήσεις των καλλιεργειών σε επικονίαση</u>

Διακρίνουμε δύο μεγάλες κατηγορίες καλλιεργειών. Αυτές που έχουν αυτόστειρες και αυτές που έχουν αυτογόνιμες ποικιλίες. Για την επικονίαση των αυτόστειρων ποικιλιών οι μέλισσες είναι απολύτως απαραίτητες γιατί είναι απαραίτητη η μεταφορά γύρης από μία

ποικιλία σε μία άλλη, η λεγόμενη στραυρο-επικονίαση, αλλιώς δεν παράγεται καρπός ή σπόρος. Στους εμπορικούς οπωρώνες η σταυρεπικονίαση εξασφαλίζει για πολλά είδη οπωροφόρων υψηλό ποσοστό καρπόδεσης και για το λόγο αυτό καλλιεργούνται ειδικές ποικιλίες που λέγονται γυρεοδότριες και παράγουν γύρη για να καλύπτουν τις ανάγκες της σταυρεπικονίασης.

Πολλά φυτικά είδη είναι αυτο-συμβατά και έτσι μπορούν να αυτεπικονιαστούν. Ακόμη και έτσι, πιστεύεται ότι τα αυτογονιμοποιούμενα φυτά έχουν πολλά πλεονεκτήματα όταν σταυρεπικονιαστούν όπως : α) μεγαλύτερες αποδόσεις σε παραγωγή και β) καλύτερη ποιότητα των καρπών και των σπόρων, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της φραουλιάς και της πεπονιάς (Riedel & Wort, 1960; Free, 1968c; Kendall & Smith, 1975; Free & Williams, 1976; Mc Gregor 1976; Frusciante & Monti, 1980; Stoddard & Bond, 1987; Williams, 1988; 1990; Williams et al. 1990; 1991b; Free, 1993). Για παράδειγμα τα σταυρο-επικονιαζόμενα φυτά μπορεί να :

α) έχουν περισσότερους καρπούς /λοβούς ανά φυτό και / ή υψηλότερο αριθμό σπόρων ανά φυτό

β) δείχνουν ταυτόχρονη επικονίαση ανθέων, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο γρήγορο σταμάτημα άνθησης και ταυτόχρονης ανάπτυξης καρπών / λοβών

γ) έχουν σε χαμηλότερο ύψος λοβούς σε καλά επικονιαζόμενα φυτά, επηρεάζοντας ακόμη την ωρίμανση και βοηθώντας την μείωση υγρασίας και τη συγκομιδή της καλλιέργειας

δ) παράγουν μια πιο ζωηρή καλλιέργεια, η οποία αναπτύσσεται από αυτούς τους εξωτερικούς σπόρους.

ε) άλλα πλεονεκτήματα όπως: αύξηση του περιεχόμενου του σπόρου σε λάδι (π.χ. ηλίανθος), αύξηση σε αιθέριο έλαιο (π.χ. λεβάντα) (Free, 1993).

Ένα πολύ καλό παράδειγμα από μια καλλιέργεια η οποία επωφελείται από επισκέψεις μελισσών και σταυρεπικονίαση, είναι τα χωράφια των ψυχανθών, κυρίως κουκιών (Vicia faba), που είναι μια καλλιέργεια, η οποία μερικώς αυτεπικονιάζεται και μερικώς σταυρεπικονιάζεται με ποσοστά περίπου 65% και 35% αντίστοιχα (Kambal et al. 1976; Bond & Poulsen, 1983; Stoddard & Bond, 1987). Ο Poulsen (1975) βρήκε ότι η σταυρογονιμοποίηση κυμαίνεται από το ποσοστό 29% με 60%, και ότι η επικονίαση με μέλισσες είχε ένα ορισμένο αποτέλεσμα στην αύξηση των σπόρων της σοδειάς, σε 35% και ένα αόριστο αποτέλεσμα σε προηγούμενο σετ σπόρων και ωρίμανσης της καλλιέργειας. Έμβρυα που προέκυψαν από υβριδισμό, ήταν λιγότερο πιθανό ν' αποβληθούν και ήταν πιο ζωηρά και παρήγαγαν υψηλότερα φυτά από ότι τα σπορόφυτα (Fyfe, 1954 and Rowlands, 1960)

Αντίθετα, η παρουσία των επικονιαστών είναι ανεπιθύμητη κοντά σε καλλιέργειες καθαρών σειρών, όπου η μεταφορά γύρης από άλλη ποικιλία ή σειρά μπορεί να αποβεί μοιραία.

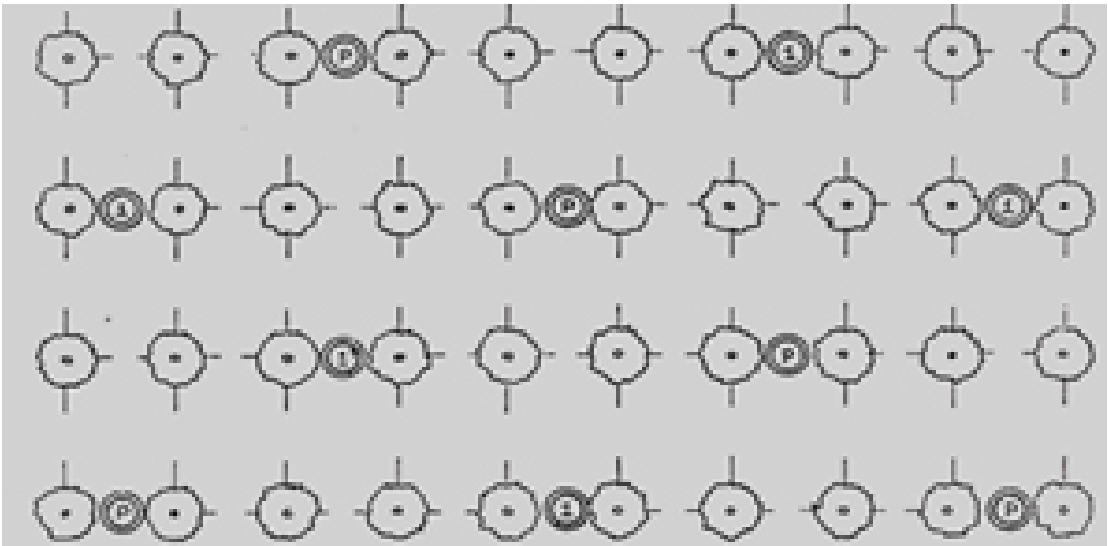
Βεβαίως η κάθε καλλιέργεια έχει τις δικές της επικονιαστικές ανάγκες, και η παρουσία του σωστού αριθμού μελισσοσμηνών τον κατάλληλο χρόνο εξασφαλίζει μέγιστες αποδόσεις (Free 1993, Θρασυβούλου, Τσιράκογλου και Χατζήνα 1998). Οι απαιτήσεις των καλλιεργειών θα αναλυθούν στην επόμενη ενότητα, αλλά περιγράφονται εδώ κάποιες γενικότητες. Για παράδειγμα κάποια από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι καλλιέργειες είναι:

-αμυγδαλιές- περισσότερες αυτόστειρες ποικιλίες - νωρίς την άνοιξη,
-αχλαδιά - όχι τόσο ελκυστική,
-κερασιά- αυτόστειρες ποικιλίες- απαραίτητη επικονίαση 40-50% ανθέων,
-βερικοκιά- αυτογόνιμες και αυτόστειρες ποικιλίες- γύρη βαριά,
-φραουλιά- αυτογόνιμες ποικιλίες- μέγεθος και εμπορικότητα καρπού,
-εσπεριδοειδή- περισσότερες αυτογόνιμες ποικιλίες- αύξηση παραγωγής με μέλισσες, -ντοματιά- αυτογόνιμο φυτό- χρειάζεται να τιναχτεί η γύρη- βομβίνοι,

-πεπονιά, αυτογόνιμες ποικιλίες- γύρη βαριά,
-καρπουζιά- επικονίαση σε μια μέρα,
-ακτινιδιά- θηλυκά και αρσενικά άνθη σε διαφορετικά δέντρα- όχι νέκταρ- εμπορικότητα καρπού.

11. Σχεδιασμός καλλιέργειας

Συχνά ο σχεδιασμός της καλλιέργειας αποτελεί πρόβλημα που οφείλεται στη συμβατότητα των ποικιλιών, στο χρόνος άνθησής τους, στη συνάνθιση με αυτοφυή φυτά και στο σωστό αριθμό των επικονιαστών (Anderson 1986). Η λύση είναι η σωστή επιλογή των ποικιλιών και η σωστή αναλογία μεταξύ τους καθώς και η ύπαρξη ικανοποιητικού αριθμού δέντρων επικονιαστών και η ορθολογική κατανομή τους στην καλλιέργεια (Εικόνα 11).



Εικόνα 3. Ένας από τους τρόπους τοποθέτησης επικονιαστών ποικιλιών ανάμεσα στην κύρια ποικιλία

12. Ανταγωνισμός από τη συνανθή βλάστηση

Ο ανταγωνισμός των φυτών για έντομα επικονιαστές οφείλεται είτε στην αφθονία των συνανθούντων αυτοφυών φυτών είτε στο ότι κάποιες άλλες καλλιέργειες είναι ελκυστικότερες στις μέλισσες από ότι η καλλιέργεια που μας ενδιαφέρει για επικονίαση. Το φαινόμενο μπορεί να αντιμετωπιστεί με μία σειρά μέτρων (Free 1960a, 1960b, 1960c, 1968, Levin & Anderson 1970, Free & Williams 1973, Waser 1983, Hatjina 1991, 1996, Tsirakoglou et al. 1997, 1999) όπως:

- κόψιμο των ζιζανίων
- μεγάλους πληθυσμούς μελισσών
- μεταφορά των μελισσοσμηνών τον κατάλληλο χρόνο άνθησης της καλλιέργειας
- τοποθετώντας τα μελισσοσμήνη πολύ κοντά ή ακόμα καλύτερα ανάμεσα στην καλλιέργεια
- Τροφοδότηση μελισσών με αρωματικό σιρόπι
- ψεκασμό της καλλιέργειας με ελκυστικές ουσίες
- με τον προσωρινό εγκλωβισμό των μελισσών στις κυψέλες τους.

Το κόψιμο των ζιζανίων που ανθίζουν την ίδια εποχή με την καλλιέργεια προς επικονίαση εξασφαλίζει ότι όλη η δύναμη των μελισσοσμηνών και των άγριων μοναχικών μελισσών θα επισκέπτεται την καλλιέργεια.

Μεγάλος αριθμός μελισσοσμηνών μέσα στην καλλιέργεια εξασφαλίζει τη σύγχρονη και αποτελεσματική επικονίαση με σύγχρονη συλλογή μεγάλων ποσοτήτων γύρης και μελιού. Η κατάλληλη επίσης εποχή μεταφοράς των μελισσοσμηνών εξασφαλίζει την αποτροπή των επισκέψεων σε ανταγωνιστικά είδη.

Η τροφοδότηση των μελισσών με σιρόπι που περιέχει το άρωμα των ανθών της καλλιέργειας δεν έδωσε ιδιαίτερα αποτελέσματα (Boch 1965, Free 1965).

Ο ψεκασμός της καλλιέργειας με ελκυστικές για τις μέλισσες ουσίες (Free 1982, 1984, Mayer et al. 1989, Tsirakoglou et al. 1997,1999) οδηγεί τις μέλισσες στα φυτά αλλά κυρίως στο φύλλωμα και όχι στα άνθη με αντικρουόμενα αποτελέσματα.

Ο προσωρινός εγκλωβισμός των μελισσών στις κυψέλες τους είναι μία μέθοδος η οποία έχει εφαρμοστεί πειραματικά στις μηλιές και στα κουκιά (Free & Nuttall 1968; Hatjina 1991, 1996). Οι μέλισσες περιορίζονται στις κυψέλες τους κατά το πρώτο πρωινό που μεταφέρονται στην καλλιέργεια για επικονίαση και αφήνονται ελεύθερες να αναζητήσουν τροφή στις 2.00 το μεσημέρι. Αυτό βέβαια σε καλλιέργειες οι οποίες ελευθερώνουν γύρη και νέκταρ κύρια το απόγευμα. Με τον τρόπο αυτό οι μέλισσες συνηθίζουν να επισκέπτονται την καλλιέργεια και όχι άλλα φυτά ή καλλιέργειες που ανθίζουν το πρωί, με αποτέλεσμα την αποτελεσματικότερη επικονίαση της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα εξασφαλίζουμε:

1. ότι οι μέλισσες δε συλλέγουν τροφή το πρωί και έχουν μεγάλη τάση συλλογής τις απογευματινές ώρες
2. ότι λόγω μεγάλης τάσης αναζήτησης τροφής το απόγευμα πετούν αποκλειστικά την καλλιέργεια στόχο
3. ότι οι μέλισσες δεν έχουν την ευκαιρία να αναζητήσουν άλλες πηγές τροφής εκτός της καλλιέργειας οι οποίες πιθανά να είναι περισσότερο ελκυστικές
4. ότι όλη η επικονιαστική δύναμη των μελισσών επικεντρώνεται στην καλλιέργεια στόχο με αποτέλεσμα την γρήγορη και σύγχρονη επικονίαση
5. ότι ακόμα και μη ελκυστικές καλλιέργειες, όπως οι αχλαδιές, γίνονται πιο εύκολα αποδεκτές από τις μέλισσες και
6. ότι για τις 3-4 επόμενες μέρες οι μέλισσες ακολουθούν αυτό το ωράριο αναζήτησης τροφής αλλά με μια φθίνουσα πορεία.

13. <u>Μεταφορά μελισσοσμηνών</u>

Όταν μεταφέρονται μελισσοσμήνη στις καλλιέργειες πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν ο σωστός αριθμός τους και να τοποθετούνται πολύ κοντά (σε λιγότερο από 600 μέτρα από την καλλιέργεια) ή ανάμεσα στην καλλιέργεια (Karmo & Vickery 1954, Free 1962, Free & Williams 1974). Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση των μελισσοσμηνών από την καλλιέργεια τόσο μικρότερες είναι οι αποδόσεις σε επικονίαση και μέλι ακόμα και με άσχημο καιρό. Βοηθάει επίσης στη διατήρηση της βλαστικότητας της γύρης στο σώμα των μελισσών.

Ο σωστός αριθμός των μελισσοσμηνών εξασφαλίζει καλύτερες αποδόσεις, μείωση του ανταγωνισμού, και γρήγορη και ταυτόχρονη επικονίαση. Είναι αρκετά δύσκολο να οριστεί ο κατάλληλος αριθμός μελισσοσμηνών για κάθε καλλιέργεια γιατί αυτό εξαρτάται από πάρα πολλούς παράγοντες, όπως η δύναμη των μελισσιών, η προσελκυστικότητα των ανθέων, οι καιρικές συνθήκες, η συνανθή βλάστηση, η ύπαρξη ανταγωνιστικών ειδών μελισσών και άλλα.

Η διασπορά όμως των μελισσοσμηνών στην καλλιέργεια είναι σημαντική, ιδιαίτερα σε καλλιέργειες με φτωχό νέκταρ (π.χ. αχλαδιά). Προτείνεται πάντα η διασπορά των μελισσιών σε μικρές ομάδες μέσα στη καλιέργεια.

Ο χρόνος μεταφοράς των μελισσοσμηνών στην καλλιέργεια είναι επίσης αποφασιστικής σημασίας για να παρεμποδιστούν οι μέλισσες να επισκέπτονται άλλα είδη. Συνήθως προτείνεται να μεταφέρονται αμέσως μετά την έναρξη της άνθησης της καλλιέργειας και όχι πριν.

14. Χρήση άλλων βοηθητικών μέτρων

Συχνά οι ανάγκες της καλλιέργειάς μας για επικονίαση απαιτεί τη χρήση κάποιων βοηθητικών μέτρων που αυξάνουν τις αποδόσεις των μελισσών. Αυτά είναι :

- Ο εμβολιασμός των δέντρων με κλαδιά άλλη ποικιλίας για τον εφοδιασμό με συμβατή γύρη (Anderson 1986)
- Η χρήση γυρεοδιανεμητήρων και γυρεομεταφορέων, οι οποίοι είναι συσκευές που προσαρμόζονται στην είσοδο των κυψελών και οι οποίες διασκορπίζουν συμβατή γύρη στο σώμα των μελισσών. Οι γυρεοδιανεμητήρες διανέμουν συλλεγμένη από πριν γύρη ενώ οι γυρεομεταφορείς στην ουσία διευκολύνουν τη φυσική μεταφορά της γύρης από μέλισσα σε μέλισσα (Hatjina, 1998, Hatjina at al. 2006) (Εικόνα 12).

Εικόνα 12. Γυρεομεταφορέας εισόδου (από Hatjina at al. 2006)

- Η τροφοδοσία των κυψελών με σιρόπι, η οποία εφαρμόζεται στις καλλιέργειες που δεν εκκρίνουν νέκταρ με στόχο αφενός την εξασφάλιση τροφής στα μελίσσια για να μην την αναζητούν έξω από την καλλιέργεια και αφετέρου την αύξηση των γυρεοσυλλεκτριών μελισσών οι οποίες είναι και καλύτεροι επικονιαστές (Free 1965, Goodwin 1986, Goodwin & Houten 1991).
- Η απομάκρυνση των αποθεμάτων γύρης των κυψελών πριν μεταφερθούν στην καλλιέργεια για την αύξηση και πάλι των γυρεοσυλλεκτριών μελισσών (Tsirakoglou et al. 1997,1999)
- Ο ψεκασμός της καλλιέργειας με ελκυστικές για τις μέλισσες ουσίες (Free 1982, 1984, Mayer et al. 1989, Tsirakoglou et al. 1997,1999) οδηγεί τις μέλισσες στα φυτά αλλά κυρίως στο φύλλωμα και όχι στα άνθη με αντικρουόμενα αποτελέσματα.
- Γενετική βελτίωση των μελισσών για περισσότερη συλλογή επιθυμητής γύρης (Nye & Mackensen 1965,1966, Cole1971)

15. Τα πλεονεκτήματα της αποτελεσματικής επικονίασης και της ορθολογικής χρήσης των κυψελών

⇒ Εξασφάλιση παραγωγής σε αυτόστειρες ποικιλίες
⇒ Αύξηση παραγωγής σε αυτογόνιμες ποικιλίες
⇒ Βελτίωση καρπών και σπόρων
⇒ Εξασφάλιση γρήγορης και ταυτόχρονης επικονίασης
⇒ Εκμετάλλευση ανθοφοριών & αύξηση παραγωγής μελιού

Αναγκαιότητα επικοινωνίας και συνεργασίας μελισσοκόμων και καλλιεργητών

Η σωστή εκμετάλευση των πλεονεκτημάτων της χρήσης μελισσών για την επικονίαση προϋποθέτει την ύπαρξη συνεργασίας μεταξύ μελισσοκόμων και καλλιεργητών. Η συνεργασία αυτή έχει σαν επιμέρους στοιχεία της α) την μετάδοση της γνώσης των μελισσοκόμων για την επικονιαστική ικανότητα της μέλισσας στους γεωργούς, β) την ενημέρωση των μελισσοκόμων από τους γεωργούς για τις επικονιαστικές ανάγκες των καλλιεργειών τους, γ) την από κοινού συμφωνία για τους ψεκασμούς και τα μέτρα εξασφάλισης επαρκούς και ασφαλούς επικονίασης και δ) την αμειβόμενη επικονίαση.

Η αμειβόμενη επικονίαση (= ενοικίαση των μελισσοσμηνών) είναι το συμβόλαιο μεταξύ των μελισσοκόμων και καλλιεργητών. Στις ΗΠΑ και στον Καναδά είναι μία συνηθισμένη πρακτική. Στη χώρα μας άρχισε να εφαρμόζεται δειλά- δειλά στην επικονίαση της κερασιάς και με όλων την προσπάθεια και την κατανόηση της αναγκαιότητας για επαρκή επικονίαση ίσως κατορθώσουμε να επεκτείνουμε την πρακτική αυτή και σε άλλες καλλιέργειες.

Πλεονεκτήματα για τους μελισσοκόμους

Δεδομένου ότι η συνεργασία μεταξύ καλλιεργητών και μελισσοκόμων θα είναι άριστη, τα πλεονεκτήματα για τους μελισσοκόμους είναι πάρα πολλά και μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Μεγαλύτερες αποδόσεις σε μέλι και γύρη (Εικόνα 13α)
- Εκμετάλλευση περισσότερων καλλιεργειών
- Αποφυγή δηλητηριάσεων από φυτοπροστατευτικά προϊόντα (Εικόνα 13β)
- Πιθανό κέρδος από την ενοικίαση των κυψελών τους

Εικόνα 13. α) Η μεταφορά των κυψελών μέσα στην καλλιέργεια εξασφαλίζει επικοδομητικότερη επικονίαση για τον παραγωγό και μεγαλύτερες αποδόσεις για τον μελισσοκόμο. β) Η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στη διάρκεια άνθησης προκαλεί τις μεγαλύτερες ζημιές στις συλλέκτριες μέλισσες [Φωτογραφίες: Φ. Χατζήνα]

16. Τρόποι αύξησης της προσφοράς επικονίασης από ημι-κοινωνικά και μοναχικά είδη μελισσών

Παρόλο ότι η κοινή μέλισσα είναι υπεύθυνη για την επικονίαση του 70-75% του συνόλου των καλλιεργειών, η συμβολή των άγριων μελισσών (=μοναχικές μέλισσες και βομβίνοι) στην επικονίαση των καλλιεργειών αλλά και των αυτοφυών φυτών είναι σημαντικότατη και αναντικατάστατη (Benedek, 2002; Costanza et al. 1997; Robinson et al. 1989). Είναι γνωστό ότι τα περισσότερα από τα μοναχικά είδη μελισσών είναι ολιγολεκτικά (επισκέπτονται έναν πολύ μικρό αριθμό φυτικών ειδών) και κατά συνέπεια πολύ εξειδικευμένοι και αποτελεσματικοί επικονιαστές των φυτών, που αποκλειστικά επισκέπτονται (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Οι σημαντικότερες οικογένειες και τα φυτά στα οποία εξειδικεύονται

Οικογένεια	**Βαθμός κοινωνικότητας**	**Φυτά στα οποία εξειδικεύονται**
Colletidae	Μοναχικά	Ιτιά, Καρότο, Μύρτιλος, Ερείκη, Αχίλλεια, Ρεζεντά
Halictidae	Μοναχικά	Ηλίανθος, Μηδική, Τριφύλια, Λάχανο, Μέντα, Κρεμμύδι
Andrenidae	Μοναχικά	Ραδίκι, Πικραλίδα, χαμομήλι, Ηλίανθος,
Megachilidae	Μοναχικά	Μηδική, Τριφύλια, Μηλιά, Αμυγδαλιά
Apidae:		
Anthophorini	Μοναχικά	Βαμβάκι, Μολόχα, Ορχιδέες, Λάχανο, Γογγύλι, Ρεπάνι, Σινάπι, Κουνουπίδι Φασκόμηλο, Σακχαροκάλαμο, Ακτινίδιο, Κολοκυθιά, Αγγουριά
Apini	Κοινωνικά	Η πλειοψηφία των καλλιεργειών και αυτοφυών φυτών
Bombini	Ημικοινωνικά	Πατάτα, Ντομάτα, Καπνός, Μελιτζάνα, Πιπεριά, Βαμβάκι, Μηδική, κουκί
Διάφορα είδη μελισσών		Γαϊδουράγκαθο, Βατράχιο, Δελφίνιο, Ανεμώνη, Βατομουριά, μαϊντανός, Άνηθος, Γλυκάνισος, Θυμάρια, Λεβάντες, Ρίγανη, Βερβερίδα, φραγκοστάφυλο, τρικουκιά, Χαμεδρυά, Βάτανο της αγάπης, Σκροπιδόχορτο

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση ορισμένων καλλιεργειών στην Ε.Κ. όπως τα ελαιοσπορο-παραγωγά (γογγύλι, σινάπι, ηλίανθος, σόγια) σε αντίθεση με τα δημητριακά, γεγονός που προκαλεί αύξηση της ζήτησης των μελισσών για επικονίαση. (Osborn et al. 1991). Παράλληλα, η αυξανόμενη τακτική των μονοκαλλιεργιών δημιουργεί υψηλές απαιτήσεις για επικονίαση. Στην Ελλάδα που η πυκνότητα των μελισσοσμηνών είναι πολύ υψηλή, το πρόβλημα δεν είναι σημαντικό. Παρόλα αυτά όμως η αναγκαιότητα αύξησης της παρουσίας των μοναχικών μελισσών και των βομβίνων είναι ορατή (κύρια για τις επικονιαστικές ανάγκες συγκεκριμένων καλλιεργειών, όπως οπωροφόρα, μηδική, τριφύλλια και καλλιέργειες θερμοκηπίου).

Τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας (Χατζήνα, 2005) στη Βόρεια Ελλάδα, έδειξαν πολύ καθαρά ότι στις περιοχές με εντατικές καλλιέργειες η βιο-ποικιλότητα των μελισσών είναι κατά πολύ μικρότερη από εκείνη στις περιοχές με μη εντατικές καλλιέργειες. Ακαλλιέργητες εκτάσεις, μη οργωμένες καλλιέργειες, ρέματα ποταμών και λοφίσκοι διατηρούν πολύ μεγαλύτερους αριθμούς ειδών μελισσών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η νήσος Αμμουλιανή, από την οποία συλλέχθηκαν τα περισσότερα σε αριθμό είδη μελισσών.

Το αποτέλεσμα αυτό ήταν στενά συνυφασμένο και με την αποτελεσματικότητα της ελεύθερης επικονίασης η οποία μετρήθηκε στις περιοχές με εντατικές καλλιέργειες αμυγδαλιάς και βερικοκιάς. Το αποτέλεσμα της ελεύθερης επικονίασης ήταν σε όλες τις περιπτώσεις κατά πολύ μικρότερο αυτής που εφαρμόστηκε τεχνητά (ελεγχόμενη επικονίαση, θεωρείται ως το άριστο).

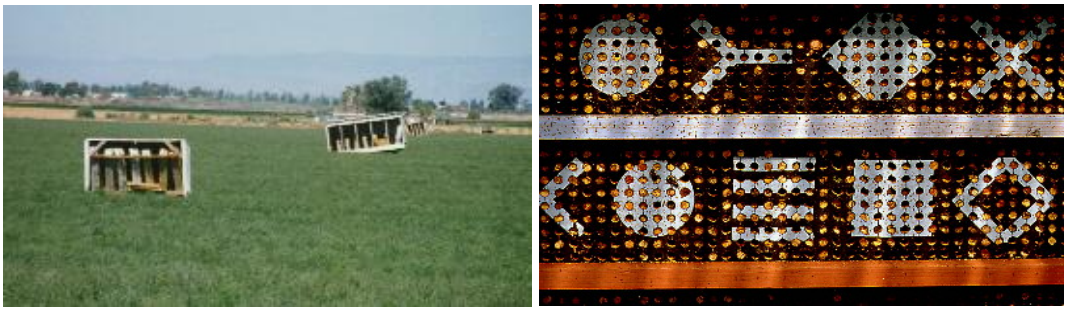
Το έργο αυτό αν και περιορισμένης χρονικής διάρκειας έκανε φανερό ότι και στην Ελλάδα υπάρχει κάποια έλλειψη επικονιαστικής προσφοράς και ότι με κατάλληλους χειρισμούς θα μπορούσαμε να βελτιώσουμε τις συνθήκες διαβίωσης των μοναχικών μελισσών, να αυξήσουμε τις περιοχές οι οποίες είναι κατάλληλες για φυσικά ενδιαιτήματα και να αυξήσουμε την ποσότητα και την ποιότητα των παραγόμενων καρπών, ενισχύοντας την ντόπια οικονομία. Επιπλέον θα συνεισφέρουμε στη διατήρηση της βιο-ποικιλότητας των μελισσών και κατ' επέκταση και των αυτοφυών φυτών που εξαρτώνται από τα είδη αυτά.

Στους τρόπους βελτίωσης της επικονίασης των καλλιεργειών μπορούν να συγκαταλέγονται: α) η αλλαγή των καλλιεργητικών μεθόδων, όχι πια όργωμα, αλλά κόψιμο της βλάστησης, β) ο περιορισμός των ψεκασμών στο ελάχιστο και με μη μελισσοτοξικά φάρμακα, γ) η τοποθέτηση κυψελών κοντά στις καλλιέργειες και εάν δυνατόν ανάμεσα στα δένδρα, δ) η μη καλλιέργεια όλου του εδάφους αλλά η εγκατάλειψη λωρίδων γύρω από τις καλλιέργειες, ε) η χρήση τεχνητών φωλιών άλλων ειδών μελισσών (Εικονα 14).

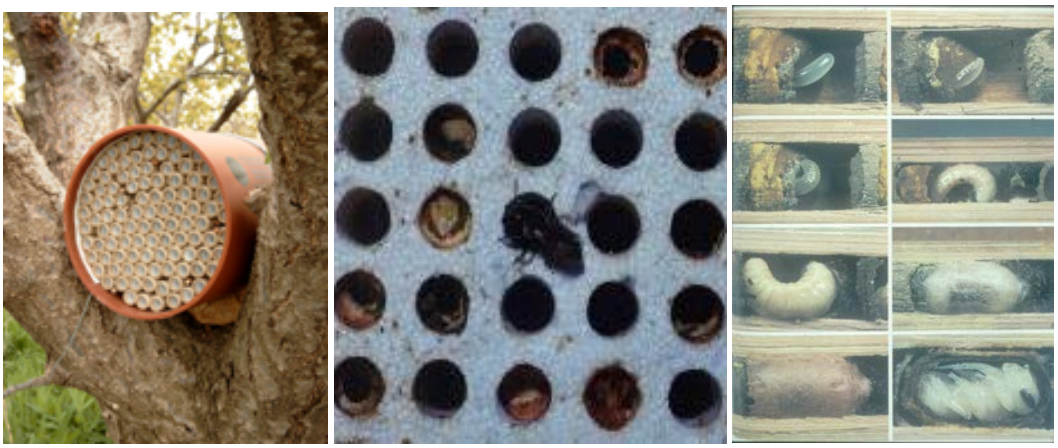
Για το λόγο αυτό και έχουν ξεκινήσει εδώ και πολλά χρόνια προσπάθειες εκτροφής των βομβίνων αλλά και κάποιων ειδών μοναχικών μελισσών (Corbet et al. 1991, Kevan et al. 1990). Πολύ γνωστή είναι σε όλους μας η χρήση των βομβίνων (Εκόνα 15) στην επικονίαση της ντοματιάς. Επίσης επιτυχημένη είναι και η χρήση της *Megachile rotundata* και της *Nomia melanderi* στην επικονίαση της μηδικής (Εικόνα 16) καθώς και των *Osmia rufa* και *Osmia cornuta* στην επικονίαση των οπωροφόρων δένδρων (Εικόνα 17).

Εικόνα 14. Τεχνητές φωλιές για μοναχικές μέλισσες

Εικόνα 15. Κοινωνία βομβίνων και εμπορική συσκευασία για προσέλκυση βομβίνων



Εικόνα 16. Στέγαστρα και φωλιές της *Megachile rotundata* σε καλλιέργεια μηδικής



Εικόνα 17. Φωλιά και λεπτομέρειες των κελιών της *Osmia spp.*

Ενότητα 4η:

Οι απαιτήσεις των καλλιεργειών για επικονίαση

17. Απαιτήσεις οπωροφόρων (Θρασυβούλου & συν. 1998, Free 1993)

Μηλιά

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες μηλιάς σε σχέση με τις απαιτήσεις τους σε επικονίαση διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: (i) ποικιλίες αυτοασυμβίβαστες ή αυτόστειρες (περίπου το 75% του συνόλου) που χρειάζονται σταυρεπικονίαση για εμπορικά αξιόλογη παραγωγή, (ii) ποικιλίες μερικώς αυτογόνιμες που παράγουν ικανοποιητικά χωρίς επικονιαστές, αλλά παρουσιάζουν εμπορικά αξιόλογη αύξηση της παραγωγής ύστερα από σταυρεπικονίαση και (iii) αυτογόνιμες.

Στη μηλιά η μεταφορά της γύρης με τον άνεμο δεν είναι αρκετή για ικανοποιητική καρπόδεση σε εμπορική κλίμακα. Τα έντομα χρειάζονται για την επικονίαση των αυτόστειρων ποικιλιών. Επίσης, παίζουν σπουδαίο ρόλο στη μεταφορά της γύρης και των αυτογόνιμων ποικιλιών ιδιαίτερα όταν ο άνεμος είναι ασθενής ή όταν διατηρείται για μικρό χρονικό διάστημα η ζωτικότητα του ωαρίου και είναι επιθυμητή πρώϊμη επικονίαση.

Σε μερικές ποικιλίες, όπως η Red delicious η κατασκευή του άνθους είναι τέτοια ώστε οι μέλισσες μπορούν να φθάσουν το νέκταρ από πλάγια χωρίς να έρθουν σε επαφή με το στίγμα. Σε πρόσφατα πειράματα βρέθηκε ότι το 86% των μελισσών που επισκέπτονται την ποικιλία αυτή συλλέγουν το νέκταρ χωρίς να συμβάλλουν στην επικονίαση.

Σε μια κανονική ανθοφορία καλά αναπτυγμένων δένδρων υπάρχουν περίπου 250.000 άνθη μηλιάς σε κάθε στρέμμα. Για να εξασφαλιστεί μια καλή σοδειά θα πρέπει ένα ποσοστό (περίπου 5%) από αυτά να γονιμοποιηθεί.

Συνήθως γύρω στα 6-7 σπέρματα είναι απαραίτητα για να σχηματισθεί καρπός κανονικού μεγέθους και σχήματος. Εάν δύο ή περισσότερα γειτονικά καρπόφυλλα δεν έχουν σπόρους, το μήλο παρουσιάζει μικρότερη ανάπτυξη στο αντίστοιχο τμήμα του και παραμορφωμένη εμφάνιση.

Οι περισσότερες ποικιλίες της μηλιάς συνήθως συνανθούν. Διαφέρουν ως προς τις απαιτήσεις τους σε χαμηλές θερμοκρασίες για την διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών. Χειμώνες με σχετικά υψηλές θερμοκρασίες έχουν σαν αποτέλεσμα να μεγαλώσει το διάστημα μεταξύ των ανθικών περιόδων δύο ποικιλιών και να μη συμπέσει η ανθοφορία τους. Αντίθετα, χειμώνας με χαμηλές θερμοκρασίες συντελεί στην συνάνθηση των περισσοτέρων ποικιλιών.

Το άφθονο και πλούσιο νέκταρ της μηλιάς προσελκύει τις μέλισσες. Εάν όμως στο διάστημα της ανθοφορίας επικρατήσουν χαμηλές θερμοκρασίες τότε η νεκταροέκκριση σταματά και οι μέλισσες επισκέπτονται την αυτοφυή βλάστηση και ιδιαίτερα το αγριοράδικο (*Taraxacum officinalis*) το οποίο συνεχίζει να δίνει νέκταρ και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Όταν αργότερα ανέβουν οι θερμοκρασίες οι μέλισσες δύσκολα επιστρέφουν στη μηλιά.

Μοναχικές μέλισσες που ανήκουν στα γένη Andrena, Bombus, Hallictus και Osmia αναφέρονται σαν καλοί επικονιαστές της μηλιάς. Οι πληθυσμοί τους όμως είναι μικροί και επηρεάζονται από τις καλλιεργητικές φροντίδες. Ως κύριος επικονιαστής της μηλιάς θεωρείται η κοινή μέλισσα. Οι μέλισσες συλλέγουν τις πρωινές ώρες κυρίως νέκταρ και τις απογευματινές γύρη. Μια μέλισσα, για να συμπληρώσει ένα φορτίο νέκταρος σ' ένα ταξίδι της θα πρέπει να επισκεφτεί γύρω στα 100 άνθη. Οι γυρεοσυλλέκτριες μέλισσες είναι καλύτεροι επικονιαστές από τις νεκταροσυλλέκτριες, λόγω της χαρακτηριστικής συμπεριφοράς τους να «σκαλίζουν» τους ανθήρες, οπότε σκονίζονται σ' όλο το σώμα τους

με γύρη. Επίσης οι γυρεοσυλλέκτριες επισκέπτονται περισσότερα από ένα δένδρα για να συμπληρώσουν το φορτίο τους, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στη σταυεπικονίαση.

Οι ποικιλίες που φυτεύονται σ' ένα οπωρώνα πρέπει να είναι συμβιβαστές, να συνανθούν, να έχουν περίπου την ίδια ποσότητα και ποιότητα νέκταρος και να δίνουν καλή ποιότητα καρπού. Αυτογονιμοποιούμενες και μερικώς αυτογόνιμες ποικιλίες είναι οι: Black Ben Davis, Jonathan και Jonared, Rome Beauty, Golden Delicious, Yellowspur και Φυρίκι. Σταυροασυμβίβαστες ποικιλίες είναι η Cortland με την Early Mclntosh,η Granny Smith με την Ohenimuri και η Delicious με τις Redwing και Richared.

Η φύτευση της γυρεοδότριας ποικιλίας σε γραμμές κατά τη διαγώνιο (εικ. 65γ) θεωρείται μια καλή λύση, γιατί έτσι κάθε δένδρο της γυρεοδότριας ποικιλίας περιβάλλεται από τρία δένδρα της κύριας ποικιλίας, οπότε αυξάνει η πιθανότητα επικονίασής τους. Οι καλλιεργητικές φροντίδες επίσης διευκολύνονται με τη διάταξη αυτή.

Τα μελίσσια πρέπει να μεταφέρονται στον οπωρώνα όταν ανοίγει, περίπου το 5% των ανθέων. Εάν μεταφερθούν νωρίτερα, πιθανόν να συνηθίσουν να επισκέπτονται άλλα φυτά που συνανθούν και να αγνοήσουν την καλλιέργεια. Για επαρκή επικονίαση χρησιμοποιούνται 1-2 κυψέλες σε κάθε 4 στρέμματα οπωρώνα με κανονική φύτευση ή 2 κυψέλες σε 4 στρέμματα οπωρώνα πυκνής φύτευσης. Πρέπει να τοποθετούνται στις καλύτερα ηλιαζόμενες θέσεις και σε ομάδες.

Σε οπωρώνες με κύρια ποικιλία τη Red Delicious θα πρέπει να μεταφέρεται ο διπλάσιος αριθμός μελισσιών ανά στρέμμα (2-4 μελίσσια/4 στρεμ.). Εάν είναι δυνατό τα μελίσσια αυτά να ανανεώνονται κάθε δεύτερη ημέρα, γιατί βρέθηκε ότι οι μέλισσες με την πάροδο του χρόνου «μαθαίνουν» να τρυγούν το νέκταρ από τα πλάγια των λουλουδιών, χωρίς να συμβάλλουν στην επικονίαση.

Αχλαδιά

Οι περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες αχλαδιάς είναι αυτόστειρες. Υπάρχουν όμως και ορισμένες μερικώς αυτογόνιμες (Τσακώνικη) ή άλλες αυτογόνιμες ή αυτόστειρες (π.χ. Williams) ανάλογα με το περιβάλλον που αναπτύσσονται. Σταυρεπικονίαση των ποικιλιών αυτών συντελεί σε αυξημένη καρπόδεση με καρπούς καλύτερης ποιότητας και περισσότερα σπέρματα.

Ικανοποιητική παραγωγή εξασφαλίζεται στην αχλαδιά όταν περίπου το 3-5% από τα παραγόμενα άνθη γονιμοποιηθούν και καρποδέσουν. Η μεταφορά της γύρης στην αχλαδιά γίνεται με τα έντομα (πιο αποτελεσματική) και τον άνεμο. Αρκετά έντομα επισκέπτονται την αχλαδιά, όπως μέλισσες της οικογένειας Andrenidae, Megachilidae και Apidae, δίπτερα των οικογενειών Syrphidae, Calliphoridae, Bibionidae και Bombylidae. Ο κυριότερος όμως επικονιαστής της αχλαδιάς παραμένει η κοινή μέλισσα, γιατί βρίσκεται πάντα στη διάθεση του οπωροκαλλιεργητή σε αριθμό που μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις του οπωρώνα σε επικονίαση.

Οι μέλισσες επισκέπτονται τα άνθη της αχλαδιάς περισσότερο για τη γύρη τους και λιγότερο για το φτωχό τους νέκταρ. Οι γυρεοσυλλέκτριες μέλισσες είναι καλύτεροι επικονιαστές από τις νεκταροσυλλέκτριες για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν στη μηλιά. Στην αχλαδιά υπάρχει το πρόβλημα της προσέλκυσης των εντόμων επικονιαστών και της αποτροπής τους στο να στραφούν σε άλλα ανταγωνιστικά είδη φυτών. Για ν' αντιμετωπισθεί το πρόβλημα, τα μελίσσια θα πρέπει να μεταφέρονται στους οπωρώνες όταν περίπου το 30-50% των ανθέων θα έχει ανοίξει. Εάν μεταφερθούν πιο νωρίς, οι μέλισσες θα συνηθίσουν κάποια άλλη καλλιέργεια και θα αγνοήσουν την αχλαδιά. Ο αριθμός των μελισσιών θα πρέπει να είναι διπλάσιος ή τριπλάσιος από το συνηθισμένο αριθμό των 1-2 μελισσιών που τοποθετούνται σε κάθε 4 στρέμματα. Οι κυψέλες θα πρέπει να τοποθετούνται σε ομάδες και σε αποστάσεις 150-200 περίπου μέτρα μεταξύ τους, ώστε να δημιουργείται

ανταγωνισμός. Ο προσανατολισμός των κυψελών πρέπει να είναι νότιος για καλύτερη έκθεση στον ήλιο και πιο γρήγορη ενεργοποίηση των μελισσών το πρωί.

Για ν' αντιμετωπισθεί το πρόβλημα της εκτροπής των μελισσών σε άλλες καλλιέργειες, συνιστάται τα μελίσσια να μεταφέρονται στους οπωρώνες μόνο για μια βδομάδα και ν' ανταλλάσσονται με άλλα που βρίσκονται σε κάποια άλλη καλλιέργεια και σε απόσταση μεγαλύτερη των 6 χιλιομέτρων.

Κυδωνιά

Οι περισσότερες ποικιλίες κυδωνιάς (π.χ. Mammoth) είναι αρκετά αυτογόνιμες και συνεπώς δεν χρειάζονται σταυρεπικονίαση ιδιαίτερα όταν υπάρχουν μέλισσες στην περιοχή. Υπάρχουν όμως και μερικές αυτόστειρες ποικιλίες.

Οι μέλισσες ελκύονται ζωηρά από τα άνθη, το νέκταρ και τη γύρη της κυδωνιάς και την επισκέπτονται όλη τη μέρα. Σε αντίθεση με άλλες καλλιέργειες οι περισσότερες μέλισσες συλλέγουν γύρη και νέκταρ ταυτόχρονα από την κυδωνιά.

Ροδακινιά

Οι περισσότερες ποικιλίες παράγουν γύρη όταν το στίγμα είναι υποδεκτικό και είναι αυτογόνιμες. Το γεγονός ότι μόνο μία σπερμοβλάστη πρέπει να γονιμοποιηθεί απλοποιεί τις ανάγκες επικονίασης του δένδρου. Η σταυρογονιμοποίηση όμως των ποικιλιών εξασφαλίζει μεγαλύτερη παραγωγή.

Πρόβλημα υπάρχει μόνο με μερικές ποικιλίες όπως η J.H.Hale που παρουσιάζουν πολύ μικρή βλαστικότητα γύρης οπότε συμπεριφέρονται ως αυτόστειρες και έχουν ανάγκη επικονιαστή. Η γονιμοποίηση ποσοστού 5-10% των ανθέων της ροδακινιάς εξασφαλίζει στον καλλιεργητή μια ικανοποιητική παραγωγή.

Οι μέλισσες είναι οι κυριότεροι επικονιαστές της ροδακινιάς. Σε χαμηλές θερμοκρασίες και αρκετά δίπτερα ανταποκρίνονται στο ρόλο αυτό. Συνήθως ένα μελίσσι για κάθε 10 στρέμματα είναι αρκετό για την επικονίαση των δένδρων. Μέτρα αύξησης της επικονίασης με κανονικές συνθήκες δεν χρειάζονται.

Βερικοκιά

Υπάρχουν αυτογόνιμες και μερικές αυτόστειρες ποικιλίες. Ανεξάρτητα από τις απαιτήσεις σε επικονίαση, τα έντομα είναι απαραίτητα για τη μεταφορά της γύρης από τους στήμονες στο στίγμα, γιατί η γύρη είναι κολλώδης και βαριά και δεν μεταφέρεται από τον άνεμο, ούτε πέφτει εύκολα λόγω βάρους από τους ανθήρες. Ανθίζει νωρίς την άνοιξη και διατρέχει τον κίνδυνο καταστροφής των ανθέων σε παγετόπληκτες περιοχές.

Ένα μελίσσι για κάθε 10 στρέμματα βερικοκιάς είναι αρκετό για να εξασφαλίσει την επιθυμητή επικονίαση των ανθέων.

Κερασιά- Βυσσινιά

Από τις καλλιεργούμενες ποικιλίες κερασιάς μόνο η Stella και η Starcrimson είναι αυτογόνιμες, ενώ οι υπόλοιπες είναι απόλυτα αυτόστειρες. Οι ποικιλίες B.Burlat και B. Morreau, B. Marmotte και Napoleon, Bing και Lambert είναι σταυροασυμβίβαστες μεταξύ τους.

Η επικονίαση της κερασιάς επηρεάζεται και από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Ενώ το λουλούδι ανοίγει στους 5-14°C, εκκρίνει νέκταρ σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 8°C. Η έκκριση νέκταρος σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι χωρίς σημασία για τις μέλισσες που

πετούν σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 14°C, μπορεί όμως να προσελκύσει άλλα έντομα επικονιαστές, όπως είναι διάφορα Δίπτερα.

Το ποσοστό των ανθέων της κερασιάς και βυσσινιάς που πρέπει να γονιμοποιηθούν για να δώσουν μια ικανοποιητική σοδειά κυμαίνεται από 33-50%. Ο αριθμός αυτός είναι υψηλότερος από τον αντίστοιχο στις μηλιές, αχλαδιές και άλλα μεγαλόκαρπα είδη (5%).

Αν και δεν καθορίστηκε ακόμη ο ακριβής αριθμός μελισσιών που πρέπει να τοποθετούνται σε οπωρώνες κερασιάς, θα πρέπει να δημιουργείται κορεσμός μελισσών με μεταφορά ενός μελισσιού σε κάθε ένα στρέμμα. Τα μελίσσια θα πρέπει να μεταφερθούν την ημέρα ή μια ημέρα πριν ανοίξει το πρώτο άνθος. Η επικονίαση της κερασιάς την πρώτη ημέρα είναι και η πιο αποτελεσματική, ενώ κάποια καθυστέρηση μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένη απόδοση.

Δαμασκηνιά

Το νέκταρ εκκρίνεται άφθονο από νεκτάρια που βρίσκονται στη βάση των στημόνων. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα κυμαίνεται από 6% μέχρι 40%, ανάλογα με την ποικιλία και την ώρα της ημέρας.

Στη δαμασκηνιά παρατηρούνται από πλήρως αυτογόνιμες μέχρι απόλυτα αυτόστειρες και σταυροασυμβίβαστες ποικιλίες. Οι Ιαπωνικές όμως είναι ασυμβίβαστες με τις Ευρωπαϊκές. Αυτογόνιμες ποικιλίες είναι οι Bella Di Lovanio, η Sugar, η Valor, η Stanley, η Anna Spath, η Regina Claudia και άλλες. Μερικώς αυτογόνιμες είναι οι Glibert, η Santa Rosa, η Ager και η Bluefre.

Οι κύριοι επικονιαστές της δαμασκηνιάς είναι οι μέλισσες. Οι άγριες μέλισσες και μερικά Δίπτερα μπορεί να είναι αποτελεσματικοί επικονιαστές αλλά η δαμασκηνιά ανθίζει νωρίς την άνοιξη όταν οι πληθυσμοί τους είναι ακόμη χαμηλοί. Επειδή ο αριθμός των ανθέων που πρέπει να γονιμοποιηθεί για να δώσει το δένδρο καλές αποδόσεις είναι σχετικά μεγάλος (15-20%), θα πρέπει αντίστοιχα μεγάλος αριθμός μελισσιών να μεταφερθεί στον οπωρώνα. Ένα μελίσσι για κάθε 4 στρέμματα συνήθως είναι αρκετό. Τα μελίσσια θα πρέπει να μεταφερθούν όταν το 1/3 των ανθέων θα έχει ανοίξει και τοποθετούνται σε ομάδες από 5-10 κυψέλες.

Αμυγδαλιά

Οι περισσότερες ποικιλίες αμυγδαλιάς είναι αυτόστειρες. Αυτογόνιμες είναι οι ποικιλίες Truoito, Tuono και μερικές άλλες. Για μια ικανοποιητική καρπόδεση είναι απαραίτητη η παρουσία των κατάλληλων επικονιαστών. Στην αμυγδαλιά επιζητείται η καλύτερη δυνατή επικονίαση και γονιμοποίηση για τον πρόσθετο λόγο ότι από τα μέρη του καρπού σοβαρή εμπορική αξία έχει μόνο το σπέρμα που αναπτύσσεται. Καρπόδεση 40% ή μεγαλύτερη θεωρείται ικανοποιητική ανάλογα με την πυκνότητα ανθέων κάθε ποικιλίας, ενώ η συνήθης καρπόδεση είναι 10-30%.

Οι αυτογόνιμες ποικιλίες καρποδένουν σε διπλάσιο ή μεγαλύτερο ποσοστό από τις αυτοασυμβίβαστες, αλλά με δεδομένο το ότι η αυτεπικονίαση υποβοηθείται από την παρουσία εντόμων. Την περίοδο άνθησης της αμυγδαλιάς, ο αριθμός των εντόμων επικονιαστών είναι περιορισμένος. Η επικονίαση της αμυγδαλιάς πραγματοποιείται σχεδόν αποκλειστικά από την κοινή μέλισσα.

Κατά την εγκατάσταση ενός οπωρώνα πρέπει να επιλέγονται συμβιβαστές ποικιλίες που να συνανθούν. Η ποιότητα νέκταρος της ποικιλίας δεν παίζει σημαντικό ρόλο στην επικονίαση της αμυγδαλιάς.

Τα μελίσσια θα πρέπει να μεταφερθούν στον αμυγδαλεώνα όταν εμφανισθούν τα πρώτα άνθη και να απομακρυνθούν όταν πέσει το 90% των ανθέων. Η απομάκρυνση των μελισσών είναι απαραίτητη για να μειωθούν στο ελάχιστο οι απώλειές τους από τους ψεκασμούς με εντομοκτόνα που ακολουθούν. Ο αριθμός των κυψελών ανά στρέμμα εξαρτάται από την κατανομή τους στον οπωρώνα, την ηλικία των δένδρων, τις καιρικές συνθήκες, τον πληθυσμό και το γόνο των μελισσιών και τον ανταγωνισμό από άλλα φυτά. Συνήθως τοποθετούνται 2-4 κυψέλες σε κάθε 4 στρέμματα σε ομάδες και σε αποστάσεις 160-400m μεταξύ τους. Οι μέλισσες συνήθως βόσκουν σε μια ποικιλία ή σε ένα μόνο δένδρο αμυγδαλιάς εφόσον υπάρχει διαθέσιμο νέκταρ και γύρη. Όταν όμως προκύψει ανταγωνισμός με άλλα μελίσσια, αναγκάζονται να επισκέπτονται και άλλα δένδρα σε μεγαλύτερες αποστάσεις συμβάλλοντας έτσι στη σταυρεπικονίαση.

Καρυδιά

Όλες σχεδόν οι ποικιλίες που δοκιμάστηκαν μέχρι τώρα είναι αυτογόνιμες και συμβιβαστές μεταξύ τους, εξαιτίας όμως της διχογαμίας είναι αναγκαία η φύτευση 2 ή 3 διαφορετικών ποικιλιών σε ένα οπωρώνα με ανθική επικάλυψη. Για καλή καρπόδεση απαιτείται η γονιμοποίηση του 50-90% των ανθέων και η γύρη θα πρέπει να είναι διαθέσιμη σ' όλη την περίοδο άνθησης των θηλυκών. Οι επικονιαστές πρέπει να φυτεύονται προς την κατεύθυνση του ανέμου σε ολόκληρες γραμμές και να είναι παραγωγικές ποικιλίες γιατί αποτελούν περίπου το 10% του συνόλου των δένδρων.

Φιστικιά

Η επικονίαση γίνεται κυρίως με τη βοήθεια του ανέμου. Εξαιτίας της πρωτανδρίας ή δυσμενών καιρικών συνθηκών κατά την άνθηση η φυσική επικονίαση δίνει μικρή καρπόδεση και μεγάλο ποσοστό κενών φιστικιών. Γι' αυτό το λόγο εφαρμόζεται η τεχνητή επικονίαση. Συλλέγονται αρσενικές ταξιανθίες όταν αρχίζει η διάρρηξη των ανθήρων και σε χώρο θερμοκρασίας 25°C με κατάλληλη τεχνική συλλέγεται η γύρη και συντηρείται σε γυάλινα δοχεία σε κοινό ψυγείο. Όταν γίνουν υποδεκτικά τα στίγματα των θηλυκών ανθέων διασκορπίζεται η γύρη με τη χρήση ειδικού μηχανήματος.

Ακτινίδιο

Διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση ανάμεσα στο μέγεθος και τον αριθμό σπερμάτων του καρπού του ακτινιδίου. Θεωρείται ότι οι καρποί με βάρος κατάλληλο για εξαγωγή πρέπει να έχουν 1000-1400 σπέρματα, ενώ με λιγότερα δεν αποκτούν εμπορεύσιμο μέγεθος. Συνεπώς απαιτείται τα στίγματα του ύπερου να δεχθούν περίπου 2.000-3.000 ζωντανούς γυρεόκοκκους. Επειδή τα φυτά του ακτινιδίου δίνουν σχετικά λίγα άνθη, για μια καλή παραγωγή απαιτείται ποσοστό καρπόδεσης γύρω στο 90%. Η επικονίαση με τον άνεμο μπορεί να είναι αρκετή για την καρπόδεση, αλλά για εμπορική παραγωγή είναι απαραίτητη συμπληρωματική επικονίαση από έντομα.

Στην επικονίαση του ακτινιδίου συμβάλλουν κυρίως οι μέλισσες. Μερικά άλλα είδη εντόμων μπορεί επίσης να συμμετέχουν όπως του γένους Bombus, και μοναχικές μέλισσες των ειδών Leioproctus και Syrphids.

Τα έντομα επισκέπτονται το ακτινίδιο σχεδόν αποκλειστικά για συλλογή γύρης από τα αρσενικά αλλά και από τα θηλυκά άνθη λόγω έλλειψης έκκρισης νέκταρος. Πολλαπλές επισκέψεις μελισσών είναι απαραίτητες για την πλήρη επικονίαση ενός άνθους.

Απαραίτητη η παρουσία ενός μεγάλου πληθυσμού μελισσών για αποτελεσματική επικονίαση του ακτινιδίου. Θεωρείται ικανοποιητικός ο αριθμός των 8 κυψελών στα 10

στρέμματα. Η εισαγωγή των μελισσών στον οπωρώνα πρέπει να γίνεται όταν και τα δύο φύλα βρίσκονται σε άνθηση, για να μη συνηθίσουν στα άνθη του αρσενικού που συνήθως ανθίζει νωρίτερα.

Η τροφοδοσία των κυψελών με σιρόπι ζάχαρης σε αναλογία 1:1 και 1lt/κυψέλη κάθε μέρα συντελεί στην αύξηση της ποσότητας της συλλεγόμενης γύρης ακόμη και με την παρουσία ανταγωνιστικών ειδών.

Ελιά

Τα δένδρα της ελιάς ανθίζουν και δίνουν ικανοποιητική παραγωγή όταν μόνο 1-5% των ανθέων εξελιχθούν σε καρπούς. Κατά κανόνα τα άνθη της ελιάς επικονιάζονται με τον άνεμο.

Οι μέλισσες, παρά το ότι επισκέπτονται συχνά τα άνθη της ελιάς για συλλογή γύρης, δεν θεωρούνται απαραίτητες για την επικονίαση. Η παρουσία τους μπορεί απλά να συμπληρώνει τη δράση του ανέμου. Σε περιπτώσεις που δεν είναι επαρκής η επικονίαση με τον άνεμο τα έντομα συμβάλλουν σε αυξημένη παραγωγή.

Εσπεριδοειδή

Τα άνθη των εσπεριδοειδών είναι πολύ ελκυστικά στα έντομα. Οι πιο πολλές όμως εμπορικές ποικιλίες δεν χρειάζονται τις επισκέψεις των εντόμων για την καρπόδεση γιατί παράγουν παρθενοκαρπικούς άσπερμους καρπούς. Σε μερικές αυτογόνιμες ποικιλίες πορτοκαλιού είναι πιθανόν η καρπόδεση να αυξάνεται όταν η επικονίαση γίνεται με έντομα.

Οι ποικιλίες στις οποίες οι απαιτήσεις σε επικονίαση μελετήθηκαν περισσότερο είναι οι μερικώς ή πλήρως αυτοασυμβίβαστες. Έχει σημασία να είναι διαθέσιμη η γύρη της επικονιάστριας ποικιλίας την πρώτη εβδομάδα της άνθησης. Για ποικιλίες που χρειάζονται σταυρεπικονίαση συστήνεται 1 κυψέλη για 4 στρέμματα.

Πολυάριθμα έντομα επισκέπτονται τα άνθη των εσπεριδοειδών λόγω της αφθονίας νέκταρος και γύρης, με συνέπεια σε οπωρώνες εσπεριδοειδών να μπορούν να συντηρηθούν κυψέλες σε μεγάλη πυκνότητα με καλή παραγωγή μελιού. Το μεγαλύτερο ποσοστό από τα έντομα που επισκέπτονται τα άνθη αποτελούν οι μέλισσες ενώ και άλλα έντομα όπως βομβίνοι, θρίπες και ακάρεα είναι συχνοί επισκέπτες.

Οι μέλισσες μαζεύουν νέκταρ ή γύρη ή και τα δύο μαζί. Οι νεκταροσυλλέκτριες μπορούν να φθάνουν μέχρι το νέκταρ χωρίς να αγγίζουν τους ανθήρες.

18. **Απαιτήσεις λαχανικών (Θρασυβούλου & συν. 1998, Free 1993)**

Αγγουριά

Οι περισσότερες ποικιλίες αγγουριάς είναι αυτογόνιμες, απαιτούν όμως τη μεταφορά γύρης από το αρσενικό στο θηλυκό άνθος για να γονιμοποιηθούν και να δέσουν καρπό. Χωρίς επικονίαση η ποσότητα και η ποιότητα του καρπού μειώνεται σημαντικά.

Για να δημιουργηθεί βιώσιμος καρπός και να κρατηθεί στο φυτό χρειάζεται να μεταφερθούν 500-1.000 γυρεόκοκκοι στο στίγμα, γεγονός που επιτυγχάνεται με 8-10 επισκέψεις εντόμων-επικονιαστών. Για να αποκτήσει, όμως, ο καρπός το κανονικό σχήμα και βάρος του απαιτούνται πολύ περισσότερες επισκέψεις (πάνω από 40 για κάθε άνθος). Ο μεγάλος αυτός αριθμός επισκέψεων δύσκολα πραγματοποιείται στο μικρό χρονικό διάστημα που βρίσκεται το άνθος ανοικτό, εκτός αν υπάρχει στην περιοχή μεγάλος αριθμός μελισσιών. Ατελής γονιμοποίηση οδηγεί σε κακοσχηματισμένα και μικρού μεγέθους αγγούρια.

Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις απαιτήσεις των διαφόρων καλλιεργούμενων ποικιλιών αγγουριάς. Οι παρθενοκαρπικές ποικιλίες, που καλλιεργούνται στο θερμοκήπιο, δε χρειάζονται γονιμοποίηση, γιατί η παρουσία σπόρων κάνει τον καρπό ροπαλοειδή, πικρό και μειώνει την εμπορική του αξία. Οι μελισσοκόμοι προτρέπονται να μετακινούν τα μελίσσια τους μακριά από την καλλιέργεια την περίοδο αυτής της ανθοφορίας.

Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται υπαίθρια στη χώρα μας, όπως τα «Καλυβιώτικα», «Αττικής», «Ερμής», «Κνωσού» κ.α. είναι μόνοικα και απαιτούν επικονίαση. Στις συνήθεις ποικιλίες τοποθετείται 1 μελίσσι/4 στρέμματα, ενώ σε ποικιλίες που υπερτερούν τα θηλυκά άνθη τοποθετούνται 1-3 μελίσσια/4 στρέμματα. Τα μελίσσια θα πρέπει να μεταφέρονται στην καλλιέργεια μόλις εμφανιστούν τα πρώτα άνθη. Καθυστέρηση στη μεταφορά των μελισσιών έχει σαν αποτέλεσμα να μειωθούν οι αποδόσεις.

Σε ανοιχτές καλλιέργειες τα μελίσσια πρέπει να βρίσκονται σε αποστάσεις μικρότερες των 500 μέτρων από την καλλιέργεια. Βρέθηκε ότι η γύρη που βρίσκεται πάνω στις μέλισσες έχει μικρή διάρκεια ζωής και όταν οι κυψέλες απέχουν μεγάλες αποστάσεις, ο χρόνος που χρειάζεται για το ταξίδι της μέλισσας είναι αρκετός ώστε η γύρη να χάσει τη βλαστικότητά της.

Κολοκυθιά

Στην κολοκυθιά παρατηρούνται αυτογόνιμες και αυτόστειρες ποικιλίες. Για να δέσουν καρπό, όλες απαιτούν τη μεταφορά της γύρης από το αρσενικό στο θηλυκό άνθος. Σε καλλιέργειες στο θερμοκήπιο η μεταφορά αυτή μπορεί να γίνει με το χέρι, ενώ στον αγρό με την βοήθεια των εντόμων. Το τράνταγμα του φυτού με τον αέρα δεν είναι αρκετό για την επικονίαση, γιατί οι γυρεόκοκκοι είναι αρκετά μεγάλοι και κολλώδεις.

Στα μεγάλα χειμερινά κολοκύθια (*Cucurbita maxima*), όπως είναι τα νεροκολόκυθα, τα κοκκινοκολόκυθα, τα κρεατοκολόκυθα και η ποικιλία Μαμούθ, απαιτείται μεταφορά μεγάλου αριθμού γυρεοκόκκων στο στίγμα, γιατί όσο περισσότερους σπόρους έχουν τόσο περισσότερο αυξάνουν σε μέγεθος και βελτιώνονται σε ποιότητα.

Τα κολοκύθια που χρησιμοποιούνται κυρίως για κτηνοτροφική χρήση (*Cucurbita moschata*) απαιτούν μικρότερο αριθμό γυρεοκόκκων και συνεπώς λιγότερες επισκέψεις από έντομα. Το ίδιο ισχύει και για τις διάφορες λαχανοκομικές ποικιλίες που καλλιεργούνται το καλοκαίρι (*Cucurbita pepo*), όπως είναι τα λευκά ντόπια και ιταλικά και τα πράσινα ντόπια. Τα τρία είδη κολοκυθιών *C. pepo, C. maxima* και *C. moschata* διασταυρώνονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να αλλοιώνονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, γι' αυτό και θα πρέπει να μην καλλιεργούνται σε κοντινές αποστάσεις.

Το σώμα της κοινής μέλισσας είναι σχετικά μικρό για να επικονιάσει αποτελεσματικά το μεγάλο άνθος της κολοκυθιάς. Μερικά είδη μοναχικών μελισσών, όπως είναι τα είδη του γένους *Peronapsis spp*. και *Zeneglossa spp*., είναι περισσότερο αποτελεσματικοί επικονιαστές της κολοκυθιάς από την κοινή μέλισσα, αλλά ο αριθμός τους είναι τόσο μικρός που δεν μπορούμε να στηριχθούμε σ' αυτά για μια ικανοποιητική επικονίαση. Άλλα έντομα που βοηθούν στην επικονίαση της κολοκυθιάς είναι αρκετά Κολεόπτερα της οικογένειας Meloidae και Scarabeidae, Δίπτερα, Πεταλούδες και μυρμήγκια. Ένα μελίσσι για κάθε 4 στρέμματα συνιστάται για μια καλή επικονίαση της κολοκυθιάς.

Καρπουζιά

Η γύρη του φυτού είναι κολλώδης, δύσκολα μεταφέρεται με το τράνταγμα ή τον αέρα και έτσι το φυτό επικονιάζεται σχεδόν αποκλειστικά με τα έντομα. Σχεδόν όλες οι ποικιλίες είναι αυτογόνιμες. Απαιτούνται τουλάχιστον 100 γυρεόκοκκοι για να

γονιμοποιήσουν τα ωάρια και να δώσουν ομοιόμορφο καρπό. Εάν δεν γονιμοποιηθεί αρκετός αριθμός ωαρίων, τότε το καρπούζι γίνεται ασύμμετρο και έχει μειωμένη εμπορική αξία. Η συμμετρία που είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά ποιότητας του καρπού επιτυγχάνεται όταν αποτεθεί ικανοποιητικός αριθμός γυρεοκόκκων και στους 3 λοβούς του στίγματος.

Η επικονίαση της καρπουζιάς γίνεται σχεδόν αποκλειστικά από κοινή μέλισσα, αν και το φυτό δέχεται συχνές επισκέψεις και από άλλα έντομα. Ικανοποιητική επικονίαση επιτυγχάνεται όταν υπάρχει τουλάχιστο μία μέλισσα σε κάθε 100 άνθη, γεγονός που επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση 1-5 μελισσιών ανά στρέμμα.

Πεπονιά

Όλες σχεδόν οι ποικιλίες (Κίτρινα, Μοσχάτα, Κανελιά, Αργίτικα, Contaloupe κ.ά.) είναι αυτογόνιμες αλλά η γύρη δεν μεταφέρεται εύκολα με τον άνεμο ή το τράνταγμα, λόγω της κολλώδους υφής της. Σε μερικές μάλιστα ποικιλίες το στίγμα βρίσκεται πάνω από τους ανθήρες και αυτό δυσκολεύει ακόμη περισσότερο την αυτογονιμοποίηση. Επίσης πρέπει να γονιμοποιηθεί μεγάλος αριθμός ωαρίων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Πεπόνια με λιγότερους από 400 σπόρους είναι κακοσχηματισμένα, άγλυκα και με μικρή εμπορική αξία. Η σταυρεπικονίση βελτιώνει το μέγεθος και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πεπονιού.

Η επικονίαση της πεπονιάς γίνεται κυρίως με τις μέλισσες οι οποίες την επισκέπτονται μόλις ανοίξουν τα άνθη. Ικανοποιητική παραγωγή εξασφαλίζεται όταν υπάρχει τουλάχιστο μια μέλισσα σε κάθε 10 άνθη. Η πυκνότητα αυτή επιτυγχάνεται όταν μεταφερθούν 1-5 μελίσσια σε κάθε 4 στρέμματα καλλιέργειας.

Τομάτα

Η τομάτα είναι κατά κανόνα αυτογονιμοποιούμενο φυτό χωρίς να αποκλείεται και η διασταύρωση μεταξύ ποικιλιών. Η κατασκευή του άνθους είναι τέτοια ώστε με το τράνταγμα η γύρη να πέφτει πάνω στο στίγμα και να το επικονιάζει. Σε φυτά υπαίθρου το τράνταγμα του φυτού και η επικονίαση γίνεται με τον αέρα, ενώ σε φυτά θερμοκηπίου γίνεται με το χέρι ή με μηχανικούς δονητές. Στο θερμοκήπιο χρησιμοποιούνται επίσης ορμόνες που βοηθούν στο δέσιμο καρπών, μειωμένης όμως ποιότητας (εσωτερικά κούφιοι) και υψηλού κόστους.

Η γονιμοποίηση των ωαρίων της ωοθήκης γίνεται δύο ημέρες μετά την τοποθέτηση της γύρης στο στίγμα. Επειδή οι ανθήρες ανοίγουν με καθυστέρηση 1-2 ημέρες, η γονιμοποίηση συντελείται όταν περάσουν 3-4 ημέρες από το άνοιγμα του άνθους. Αν στο διάστημα αυτό ξεπλυθεί η γύρη από τη βροχή ή αν η θερμοκρασία είναι κάτω από 12°C ή πάνω από 36°C η γονιμοποίηση δε γίνεται και το άνθος πέφτει. Ατελής γονιμοποίηση οδηγεί σε κακοσχηματισμένους και κούφιους καρπούς.

Η τομάτα επικονιάζεται κύρια από τους βομβίνους, τις ανθοφόρες και άλλες μοναχικές μέλισσες και λιγότερο από την κοινή μέλισσα. Η χρησιμοποίηση κοινών μελισσών για την επικονίαση ανθέων τομάτας μέσα στο θερμοκήπιο βρέθηκε λιγότερο αποτελεσματική από τη χρησιμοποίηση μηχανικού δονητή. Η χρησιμοποίηση όμως βομβίνων είναι συνήθης πρακτική.

Καρότο

Το καρότο είναι φυτό που επικονιάζεται κυρίως από έντομα. Ο βαθμός αυτεπικονίασης είναι μικρός και μόλις φθάνει το 15%. Η μεγάλη διάρκεια άνθησης και η

ποιότητα νέκταρος και γύρης ελκύουν σημαντικό αριθμό εντόμων. Σε περιοχές που υπάρχουν έντομα-επικονιαστές, η σποροπαραγωγή είναι κανονική, ο σπόρος ωριμάζει γρηγορότερα, βλαστάνει καλύτερα και συρρικνώνεται λιγότερο από εκείνον που παράγεται σε περιοχές χωρίς έντομα.

Αρκετά έντομα είναι καλοί επικονιαστές του καρότου όπως είναι αρκετές σφήκες των οικογ. Vespidae και Sphecidae και Δίπτερα των οικογ. Bombyliidae, Sacrophacidae, Stratiomycidae και Syrphidae. Οι καλύτεροι επικονιαστές του φυτού είναι οι μέλισσες και ιδιαίτερα οι κοινές μέλισσες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλους αριθμούς όταν χρειάζεται. Ο αριθμός μελισσών που θα πρέπει να χρησιμοποιείται για κάθε στρέμμα καλλιέργειας δεν έχει ακόμη καθορισθεί αλλά 8 μέλισσες για έκταση 100 τετραγωνικών εκατοστών με λουλούδια θεωρείται ικανοποιητικός αριθμός για την επικονίαση του καρότου.

Κρεμμύδι

Επικονίαση γίνεται με μεταφορά της γύρης από τους ανθήρες ενός άνθους στο υποδεκτικό στίγμα άλλου άνθους (επικονίαση ενός άνθους με τη γύρη του είναι αδύνατη). Η σταυρεπικονίαση μεταξύ φυτών είναι συνηθισμένο φαινόμενο και ιδιαίτερα επιθυμητή σε υβρίδια για την παραγωγή σπόρου. Για το σκοπό αυτό φυτεύεται μια σειρά γυρεοδοτριών φυτών για κάθε 3-10 σειρές φυτών για σποροπαραγωγή.

Τα έντομα είναι απαραίτητα για τη μεταφορά της γύρης που είναι βαριά, κολλώδης και δύσκολα μεταφέρεται με τον άνεμο. Οι κυριότεροι επικονιαστές του κρεμμυδιού είναι οι κοινές και οι αλκαλικές μέλισσες και μερικά Δίπτερα της οικογένειας Syrphidae.

Πιπεριά

Σε μερικές ποικιλίες μαύρης και άσπρης καυτερής πιπεριάς (*Pepper nigrum*) το στίγμα είναι υποδεκτικό πριν να ελευθερωθεί η γύρη και η αυτεπικονίαση είναι σχεδόν αδύνατη. Σε άλλες ποικιλίες η γύρη δεν ελευθερώνεται από τους ανθήρες ή εάν ελευθερωθεί χρειάζεται κάποιο φορέα για να τη μεταφέρει στο στίγμα.

Στους παράγοντες που συμβάλλουν σημαντικά στη μεταφορά της γύρης στο στίγμα του άνθους συγκαταλέγονται η βροχή, ο αέρας και τα μυρμήγκια. Οι μέλισσες δεν ελκύονται ιδιαίτερα από το άνθος της πιπεριάς.

Φράουλα

Ο αέρας πιθανόν να παίζει κάποιο ρόλο στη μεταφορά της γύρης, η οποία συνήθως γίνεται με τις μέλισσες. Όσοι περισσότεροι ύπεροι επικονιασθούν τόσο μεγαλύτερη γίνεται η φράουλα. Η επικονίαση μεγάλου αριθμού υπέρων εμποδίζει την παραμόρφωση των καρπών, πρωιμίζει την ωρίμανση, αυξάνει τις αποδόσεις και βελτιώνει την ποιότητα της φράουλας.

Αρκετά έντομα από διάφορες τάξεις (Δίπτερα, Κολεόπτερα, Λεπιδόπτερα) επισκέπτονται και επικονιάζουν τη φράουλα. Μερικά από αυτά όμως προκαλούν και σημαντικές ζημιές στον καρπό. Κυριότεροι επικονιαστές της φράουλας θεωρούνται οι κοινές μέλισσες παρ' όλο που δε δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στο νέκταρ και τη γύρη της, ενώ συχνά την «αγνοούν» προς χάρη άλλων φυτών που συνανθίζουν στην περιοχή. Συνήθως πετούν στο φυτό για βοσκή σε καλό καιρό. Για μια ικανοποιητική επικονίαση το άνθος πρέπει να δεχθεί 16-25 επισκέψεις μελισσών.

19. Απαιτήσεις βιομηχανικών φυτών (Θρασυβούλου & συν. 1998, Free 1993)

Ηλίανθος

Οι περισσότερες ποικιλίες είναι αυτοασυμβίβαστες. Με την αυτεπικονίαση τα σπόρια γίνονται μικρά, η περιεκτικότητά τους σε λάδι είναι χαμηλή και η βλαστικότητά τους μικρή.

Ο ηλίανθος επικονιάζεται κυρίως από τις κοινές μέλισσες, οι οποίες μαζεύουν νέκταρ και γύρη. Για να δέσει σπόρους ένα άνθος πρέπει να δεχθεί 8-10 επισκέψεις μελισσών. Νωρίς το πρωί οι μέλισσες επισκέπτονται τα στείρα άνθη και αργότερα τα τέλεια. Έχουν παρατηρηθεί διαφορές στο βαθμό που οι ποικιλίες ηλίανθου προσελκύουν τις μέλισσες. Οι διαφορές αυτές σχετίζονται με παράγοντες περιβάλλοντος όπως είναι το κλίμα, το έδαφος, τα θρεπτικά συστατικά κ.α.

Τα μελίσσια θα πρέπει να μεταφέρονται μόλις ανοίξουν τα πρώτα άνθη και να τοποθετούνται σε αποστάσεις μικρότερες των 500 μέτρων. Παρά την αναμφισβήτητα άφθονη νεκταροέκκριση, που διαρκεί περισσότερο από 20 ημέρες, αρκετοί μελισσοκόμοι προβληματίζονται, αν θα πρέπει να επιδιώξουν ή να αποφύγουν την εκμετάλλευση του ηλίανθου λόγω της ταχείας και χονδρής κρυστάλλωσης του ηλιόμελου και λόγω της φθοράς των εργατριών μελισσών. Οι μέλισσες που «βόσκουν» στον ηλίανθο, χάνουν γρήγορα το τρίχωμά τους και σχίζονται τα φτερά τους. Υπεύθυνο γι' αυτήν τη φθορά είναι το «κόμμι» (κόλλα) που βγαίνει από τα φύλλα και τις ταξιανθίες του ηλίανθου. Η έκκριση του κόμμεως είναι μεγαλύτερη σε ξερικές χρονιές και σε μη αρδευόμενα χωράφια και διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία.

Βαμβάκι

Το βαμβάκι θεωρείται μερικώς αυτογόνιμη καλλιέργεια. Γενετιστές δημιούργησαν αυτογόνιμες ποικιλίες στις οποίες μάλιστα η σταυρογονιμοποίηση θεωρείται ανεπιθύμητη γιατί επηρεάζει την ποιότητα του βάμβακος. Η συνολική όμως παραγωγή των ποικιλιών αυτών είναι γενικά μικρότερη από εκείνη των σταυρογονιμοποιούμενων. Στις τελευταίες, η επικονίαση συμβάλλει στην αύξηση των σπορίων, του βάμβακος και του λαδιού. Οι αυτογόνιμες ποικιλίες έχουν επίσης ανάγκη του εντόμου επικονιαστή ο οποίος θα μεταφέρει τη βαριά και κολλώδη γύρη στο στίγμα.

Οι μέλισσες είναι οι καλύτεροι επικονιαστές του βαμβακιού γιατί βρίσκουν στο βαμβάκι ένα από τα καλύτερα μελισσοκομικά φυτά λόγω της μεγάλης διάρκειας άνθησης και των εξαιρετικών ποσοτήτων μελιού που δίνει. Οι αφίδες και οι θρίπες που προσβάλλουν το βαμβάκι εκκρίνουν μελίττωμα στο οποίο αναπτύσσονται μύκητες που δημιουργούν καταστροφικό μαύρισμα για τα φύλλα. Οι μέλισσες συλλέγουν το μελίττωμα αυτό συμβάλλοντας έτσι στην προφύλαξη των φυτών από τους μύκητες.

20. Απαιτήσεις ψυχανθών (Θρασυβούλου & συν. 1998, Free 1993)

Μηδική

Το 80-95% των ανθέων της μηδικής σταυρεπικονιάζεται με τα έντομα. Η έλλειψη επικονιαστών εντόμων είναι η κύρια αιτία της μικρής συγκομιδής σε μηδικόσπορο. Φυτά μηδικής που προέρχονται από σπόρο φυτών που σταυρεπικονιάστηκαν είναι αποδοτικότερα σε σπόρο και σανό.

Σε πείραμα όπου η αναπαραγωγή γινόταν μόνο με αυτογονιμοποίηση, η σποροπαραγωγή συνεχώς μειωνόταν και συγκεκριμένα στην πρώτη γενεά ήταν το 62% της

παραγωγής των γονέων, στη δεύτερη τα 36% και στην όγδοη το 8%. Η παραγωγή σανού επίσης ελαττώνονταν αντίστοιχα.

Η αλκαλική μέλισσα (*Nomia melanderi*) είναι ένας από τους καλύτερους επικονιαστές της μηδικής. Όταν ανθίζει η καλλιέργεια την επισκέπτεται αποκλειστικά. Υπολογίστηκε ότι η παραγωγή σπόρου με το έντομο αυτό ανέρχεται στα 140 κιλά ανά στρέμμα ενώ με την κοινή μέλισσα 30 κιλά ανά στρέμμα. Οι φυλλοκόφτρες μέλισσες (*Megachile perihirta, Megachile rotundata*) επισκέπτονται επίσης αποκλειστικά τη μηδική και είναι καλοί επικονιαστές της.

Η κοινή μέλισσα αποφεύγει τη μηδική λόγω του μηχανισμού εκτίναξης του άνθους και της μικρής ελκυστικότητας της γύρης. Βρίσκεται όμως σε μεγάλους αριθμούς που μπορούν να αυξηθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας. Στα ποτιστικά εδάφη οι μέλισσες «τρομάζουν» ακόμη περισσότερο από το μηχανισμό εκτίναξης και χρειάζονται μεγαλύτερη δύναμη για να ανοίξουν το άνθος, γεγονός που τις απομακρύνει σε άλλα φυτά που συνανθίζουν στην περιοχή. Όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός μοναχικών μελισσών, οι κοινές μέλισσες περιορίζουν σημαντικά την πτήση τους στη μηδική.

Τα πρώτα μελίσσια μεταφέρονται στους μηδικώνες όταν εμφανισθούν τα πρώτα άνθη στον αγρό. Καθώς ανοίγουν περισσότερα άνθη μεταφέρονται και περισσότερα μελίσσια. Με τον αυτό τρόπο επικονιάζονται τα άνθη αμέσως μετά την άνθησή τους και οι μέλισσες δεν παρεκτρέπονται από την καλλιέργεια. Ο αναγκαίος αριθμός μελισσιών για κάθε στρέμμα, εξαρτάται από τη δύναμη των μελισσιών, την παρουσία άλλων επικονιαστών εντόμων, την ύπαρξη ανταγωνιστικών φυτών και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Συνήθως, 4-8 μελίσσια για κάθε 4 στρέμματα, είναι ικανοποιητικός αριθμός για μια καλή σοδειά.

Τριφύλλι το λειμώνιο

Είναι αυτόστειρο φυτό και η σποροπαραγωγή του εξαρτάται από την σταυρεπικονίαση. Πειραματικά η σποροπαραγωγή αυξήθηκε στο δεκαπλάσιο όταν χρησιμοποιήθηκαν οι μέλισσες.

Τριφύλλι το έρπον

Παράγει πολύ νέκταρ που εύκολα φτάνουν οι μέλισσες. Παρουσιάζει υψηλό βαθμό αυτοστειρότητας και για να σπορογονήσει χρειάζεται σταυρεπικονίαση.

21. Βιβλιογραφία

ABROL, D P (1990). Energetics of nectar production in some apple cultivars as a predictor of floral choice by honey bees. Tropical Ecology 31 (1): 116-122.

ANDERSON, R H (1986). Pollination of Apples and Pears. Elgin Co-operative Fruitgrowers; South Africa; 44 pp.

AYERS, G S; HOOPINGARNER, R A; HOWITT, A J (1987). Testing potential bee forage for attractiveness to bees. American Bee Journal 127: 91-98.

BANASZAK J (2002). The problem of changes in bee Fauna- A question of time or scale? In Proceedings of the 6th European Bee Conference, Cardiff, UK, July 1-7, 2002, p. 109-121.

BENEDEK P (2002). Bee pollination of cultivated crop plants. In Proceedings of the 6th European Bee Conference, Cardiff, UK, July 1-7, 2002, p. 20-27.

BOND, D A ; HAWKINS, R P (1967). Behaviour of bees visiting male-sterile field beans (Vicia faba L.). Journal of Agricultural Science 68: 243-247.

BOND, D A; POULSEN, M H (1983). Pollination. In: The Faba Bean; Hebblethwaite, P D (ed); pp 77-101.

BORNECK, R.; BRICOUT, J.P. (1984). Evaluation de l'incidence economique de l'entomofaune pollinisatrice en agriculture. Bulletin Technique Apicole 11, 117-124.

BORNECK, R.; MERLE, B.(1989a). Trial to evaluate the economic incidence of the pollinating honeybee in the European agriculture. Apiacta 24.

BORNECK, R. AND MERLE, B.(1989b). Essai d'une evaluation de l'incidence economique de l'abeille pollinisatrice dans l'agriculture europeenne. Belgique Apicole 53.

BUCHMANN, SL (1983): Buzz pollination in angiosperms. Chap. 4. In: Handbook of experimental pollination biology. (Eds: Jones,CE; Little,RJ) Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY, 73-113.

BUCHMANN, S L; SHIPMAN, C W (1990). Pollen harvesting rate for Apis mellifera L. on Gossypium (Malvaceae) flowers. Journal of the Kansas Entomological Society 63(1): 92-100.

BUCHMANN, S L; SHIPMAN, C W; HANSEN, H M (1990). Pollen residing in safe sites on honey bee foragers. American Bee Journal 130: 798-799.

CHAMBERS, VH (1946): An examination of the pollen loads of Andrena: the species which visits fruit trees. Journal of Animal Ecology 15, 9-21.

COLIN, ME; BELZUNCES, LP (1992) Evidence of synergy between procloraz and deltamethrin in Apis mellifera L: a convenient biological approach. Pesticide Science, 36: 115-119

CORBET, S A (1990). Pollination and the weather. Israel Joyrnal of Botany 39(1-2):13-30.

CORBET, S A; BEAMENT, J; EISIKOWITCH, D (1982). Are electrostatic forces involved in pollen tranfes? Plant, Cell and Environment 5: 125-129.

CORBET, SA; WILLIAMS, IH; OSBORNE, JL (1991): Bees and pollination in the european community. European Parliament, Scientific and Technical Options Assessment; Brussels, Belgium; 73 pages.

DEGRANDI-HOFFMAN, G; HOOPINGARNER, R; BAKER, K K (1984). Identification and distribution of cross-pollinating honey bees (Hymenoptera: Apidae) in apple orchards. Environmental Entomology 13: 757-764.

DEGRANDI-HOFFMAN, G; HOOPINGARNER, R; BAKER, K K (1985). The influence of honey bee 'sideworking' behaviour on cross-pollination and fruit set in apples. HortScience 30: 397-399.

DEGRANDI-HOFFMAN, G; HOOPINGARNER, R; KLOMPARENS, K (1986). Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) in hive pollen transfer on cross-pollination and fruit set in apples. Environmental Entomology 15: 723-725.

DEGRANDI-HOFFMAN, G; MARALES, F (1989). Identification and distribution of pollinating honey bees (Hymenoptera: Apidae) on sterile male cotton. Journal of Economic Entomology 82: 580-583.

DEGRANDI-HOFFMAN, G; MARTIN, J H (1993). The size and the distribution of the honey bee (Apis mellifera L.) cross-pollinating populations on male-sterile sunflowers (helianthus annuus L.). Journal of Apicultural Research 32: 135-142.

DEGRANDI-HOFFMAN, G; THORP, R; LOPER, G; EISIKOWITCH, D (1992) Identification and distribution of cross-pollinating honey-bees on almonds. Journal of Applied Ecology 29: 238-246.

DADE, HA (1985): Anatomy and Dissection of the Honey bee. I.B.R.A., UK. 158 pages.

DICKLOW, M B; FIRMAN, R D; RUPERT, D B SMITH, K L; FERRARI, T (1986). Control enpollination of honey bees: Bee-to-bee and bee-to- tree pollen transport. In:

Biotechnology and Ecology of Pollen. Mulcahy, D L, Mulcahy, B G; Ottaviano, E (ed); Springer Verlag; Berlin; pp 451-454.
EISIKOWITCH, D; LUPO, A (1989). Wild flowers as competitors for pollinators in almond orchards. Alon Hanotea 43 (12): 1307-1312.
ERICKSON, E H; BUCHMANN, S L (1983) Electrostatics and pollination. In Jones, C E; Little, R J (ed) Handbook of experimental pollination biology; Von Nostrand Reinhold Company Inc; New York; pp 173-184.
FREE, J B (1959). The effect of moving colonies of honey bees to new sites on their subsequent foraging behaviour. Journal of Agricultural Science 53: 1-9.
FREE, J B (1960a). The behaviour of honey bees visiting of fruit trees. Journal of Animal Ecology 29: 385-395.
FREE, J B (1960b). The pollination of fruit trees. Bee World 41: 141-151, 169-186.
FREE, J B (1962a). The behaviour of honey bees visiting field beans (Vicia faba). Journal of Animal Ecology 31: 497-502.
FREE, J B (1962b). The effect of distance from pollinizer varieties on the fruit set on trees in plum and apple orchards. Journal of Horticultural Science 37: 262-271.
FREE, JB (1963): The flower constancy of honey bees. Journal of Animal Ecology 32, 119-131.
FREE, JB (1964): The behaviour of honey bees on sunflowers (Hellianthus annuus L). Journal of Applied Ecology 1: 19-27.
FREE, J B (1965). Attempts to increase pollination by spraying crops with sugar syrup. Journal of Apicultural Research 4: 61-64.
FREE, JB (1966): The foraging areas of honey bees in an orchard of standard apple trees. Journal of Applied Ecology 3, 261-268.
FREE, J B (1967). Factors determining the collection of pollen by honey bee foragers. Animal Behaviour 15: 133-144.
FREE, J B; DURANT, A J (1966). The transport of pollen by honey bees from one forging trip to the next. Journal of Horticultural Science 41: 87-89.
FREE, J B (1966a). The pollinating efficiency of honey-bee visits to apple flowers. Journal of Horticultural Science 41: 91-94.
FREE, J B (1966b). The foraging areas of honey bees in an orchard of standard apple trees. Journal of Applied Ecology 3: 261-268.
FREE, J B (1966c). The foraging behaviour of bees and its effect on the isolation and speciation of plants. Botanical Society of the British Isles, Conference Report 9: 76-92.
FREE, J B (1968b). Dandelion as a competitor to fruit trees for bee visits. Journal of Applied Ecology 5: 169-177.
FREE, JB (1968c). The pollination of strawberries by honey bees. Journal of Horticultural Science 43: 107-111.
FREE, J B (1969). Influence of the odour of a honey bee colony's food stores on the behaviour of its foragers. Nature 222: 778.
FREE, JB (1970): Effect of flower shapes and nectar guides on the behaviour of foraging honeybees. Behaviour 37, 269-285.
FREE, J B (1976). The effect on the foraging behaviour of honey bees of the relative location of the hive entrance and brood combs. Applied Animal Ethology 2: 141-154.
FREE, J B (1979). Managing honey bee colonies to enhance the pollen gathering stimulus from brood pheromones. Applied Animal Ethology 5: 173-178.
FREE, J B; FERGUSON, A W (1983). Foraging behaviour of honey bees on oil-seed rape. Bee World 64: 22-24.

FREE, J B; NUTTAL, P M (1968a). Effect of the time of day at which honey bee colonies are first allowed flight in a new location on their choice of flower species. Nature 218: 982.

FREE, J B; NUTTAL, P M (1968b). The pollination of oil-seed rape (Brassica napus) and the behaviour of bees on the crop. Journal of Agricultural Science 71: 91-94.

FREE, J B; WILLIAMS, I H (1972). The transport of pollen on the body hairs of honey bees (Apis mellifera L.) and bumble bees (Bombus spp. L.). Journal of Applied Ecology 9: 609-615.

FREE, J B; WILLIAMS, I H (1974). Influence of the location of honey bee colonies on their choice of pollen sources. Journal of Agricultural Science 87: 395-399.

FREE, JB (1982): Bees and Mankind. George Allen & Unwin Ltd, London, UK. 154 pages.

FREE, J B; WILLIAMS, I H (1983b). Foraging behaviour of honey bees and bumble bees on Brussels spout grown to produce hybrid seed. Journal of Apicultural Research 22: 94-97

FREE, J B ; PAXTON, R J ; WAGHCHOURE, E S (1991).Increasing the amount of foreign pollen carried by honey bee foragers. Journal of Apicultural Research 30: 132-136.

FREE, JB (1993): Insect Pollination of Crops. 2nd ed. Academic Press; Hacourt Brace Jovanovich, London, UK. 684 pages.

FREE, J B; SPENCER-BOOTH, Y (1964a). The effect of distance from pollinizer varieties on the fruit set of apple, pear and sweet cherry trees. Lournal of Horticultural Science 39: 54-60.

FRISCH, K VON (1950): Bees, ther Vision, Chemical Senses and Language. Cornell University Press, Ithaca, N.Y.

FRISCH, K V (1967). The dance Language and Orientation of Bees. Oxford University Press; London, UK.

FRISCH, K V (1968). The role of dances in recruiting bees to familiar sites. Animal Behaviour 16: 531-537.

FRUSCIANTE, L; MONTI, L M (1980). Direct and indirect effects of insect pollination on the yield of field beans (V. faba L.). Z. Pflzucht 84: 323-328.

GARY, N E; WITHERELL, P C; MARSTON, J (1972). Foraging range and distribution of honey bees used for carrot and onion pollination. Environmental Entomology 1: 71-78.

GOODWIN, R M (1986). Increased kiwifruit pollen collection after reeding sugar syrup to honey bees within their hive. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 14: 57-61.

GOODWIN, R M; HOUTEN, A T (1991). Feeding sugar syrup to honey bee (Apis mellifera) colonies to increase kiwifruit (Actinidia deliciosa) pollen collection: effects of frequency, quantity and time of day. Journal of Apricultural Research 30: 41-48.

GRANT, V (1950): The protection of the ovules in flowering plants. Evolution 4, 179-201.

HATJINA, F (1991) Temporary confinement of honey bees, a method to increase pollination of field beans, Vicia faba alfred. Diploma Thesis, U.W.C.C; Cardiff, U.K., pp 52.

HATJINA, F; PAXTON, R J; FREE, J B (1993) Hive entrance bristles affect bee-to-bee pollen transfer. In Veeresh, G K; Shaanker, R U; Ganeshaiah, K N (eds) Proceedings of the international symposium on pollination in tropics, Bangalore, India, 1993. IUSSI; University of Agricultural science, GKVK; Bangalore, India; pp 81-84.

HATJINA, F (1996). The use of 'temporary confinement' and 'pollen transfer devices' to increase pollination potential of honey bees. Ph.D. Thesis; School of Pure & Applied Biology, Univ. of Wales; xii + 208 pp.

HATJINA, F (1998). Hive-entrance fittings as a simple and cost-effective way to increase cross-pollination by honey bees. Bee World 72(2): 71-80.

HATJINA, F; FREE, J B; PAXTON, R J (1999). Hive-entrance pollen transfer devices to increase the cross-pollination potential of honey bees. II. Examination of three materials and pollen viability. J. of Apicultural Research 38(1-2):3-9.

HATJINA F., L. HARISTOS, R. PAXTON, V. KARIPIDOU, K. KRITIKOPOULOU, A. MAMOUZI, V. TSIRAKOGLOU (2006) Almond pollination and the use of hive entrance pollen transfer devices. Proceedings of the Second European Conference of Apidology, 10-14 September 2006, Prague, (p. 92).

HOPKINS, C Y; JEVANS, A W; BOCH, R (1969). Occurrence of octadeca-trans-2,cis-9,cis-12-trienoic acid in pollen attractive to honey bee. Canadian Journal of Biochemistry 47: 433-436.

HORTICULTURAL EDUCATION ASSOCIATION (1961). The pollination of fruit crops. Science of Horticulture 15: 82-122.

ISH-AM, G; EISIKOWITCH, D (1990). The behaviour of honey bees during visits to the avocado flowers and their contribution to its pollination. Alon Hanotea 40: 591-606.

ISH-AM, G; EISIKOWITCH, D (1993). The behaviour of honey bees (Apis mellifera) visiting avocado (Persea americana) flowers and their contributions to its pollination. Journal of Apicultural Research 32: 175-186.

KAMBAL, A E; BOND, D A; TOYNBEE-CLARKE, G (1976). A study on the pollination mechanism in field beans (Vicia faba L.). Journal of Agricultural Science 87: 519-526.

KARMO, E A; VICKERY, V R (1987b). Pollen transfer in the hive. Canadian Beekeeping 13 (7): 163.

KENDAL, D A; SMITH, B D (1975). The pollination efficiency of honey bee and bumble bee visits to field bean flowers (Vicia faba L.). Journal of Applied Ecology 12: 709-717.

KEVAN, P G; BAKER, H G (1983). Insects as flower visitors and pollinators. Annual Review of Entomology 28: 407-453.

KEVAN,PG; CLARK,EA; THOMAS,VG (1990): Insect pollinators and sustainable agriculture. American Journal of Alternative Agriculture 5(1), 13-22.

KUBISOVA, S; HASLBACHOVA, H (1990). Study of pollen grains adhering to bodies of honeybees after cole crop pollination: I. Place of occurrence of pollen, effects of plants on its deposition. Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica 38(1/2): 171-183.

KUHN, E D; AMBROSE, J T (1983). Foraging behaviour of Honey bees on ‘Golden Delicious’ apples. Journal of Apicultural Research 22: 91-93.

LEVIN, D A; ANDERSON, W W (1970). Competition for pollinators between simultaneously flowering species. American Naturalist 104 (938): 455-467.

MAURIZIO, A (1953). Further Investigations on pollen loads. Bei.Schweiz.Beinenztg 2: 486-556.

MAYER, D F; BRITT, R L; LUNDEN, J D (1989). Evaluation of BeeScent as a honey bee attractant. American Bee Journal 128: 41-42.

MEEUSE, B J D (1961). The Story of Pollination. The Ronald Press Company, New York, USA; 243 pp.

MC GREGOR, S E (1976). Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. Agriculture Hndbook, US dept. of Agriculture No 496; 403 pp.

MOORE, D; RANKIN, M A (1983). Diurnal changes in the accuracy of the honey bee foraging rhythm. Biological Bulletin 164: 471-482.

MOORE, D; SIEGFRIED, D; WILSON, R; RANKIN, M A (1989). The influence of time of a day on the foraging behaviour in the honey bee, Apis mellifera . Journal of Biological Rhythms 4: 305-325.

NEWTON, S D; HILL, G D (1983). Robbing of field bean flowers by the short-tongued bumble bee Bombus terrestris. Journal of Apicultural Research 22: 124-129.

NYE, W P; MACKENSEN, O (1965). Preliminary report on selection and breeding of honey bees for alfalfa pollen collection. Journal of Apicultural Research 4: 43-48.

OLDROYD, B P; RINDERER, T E; BUKO, S M (1991a). Honey bees dance with their supper-sisters. Animal Behaviour 42: 121-122.

OLDROYD, B P; RINDERER, T E; BUKO, S M (1991b). Intra-colonial variance in honey bee foraging behaviour: the effects of sucrose concentration. Journal of Apicultural Research 30: 137-145.

OLDROYD, B P; RINDERER, T E; BUKO, S M (1992). Intra-colonial foraging specialism by honey bees (Apis mellifera) (Hymenoptera: Apidae). Behavioral Ecology and Sociology 30: 291-295.

OSBORNE, JL; WILLIAMS, IH; CORBET, SA (1991): Bees, pollination and habitat change in the European Community. Bee World 72(3), 99-116.

O'TOOL,C; RAW,A (1991): Bees of the world. 1st ed. Blandford, London, UK. 192 pages.

PERCIVAL, M S (1955). The presentation of pollen in certain angiosperms and its collection by Apis mellifera. New Phytologist 54: 353-368.

POULSEN, M H (1973b). The frequency and foraging behaviour of honey bees and bumble bees on field beans in Denmark. Journal of Apicultural Research 12: 75-80.

PRABUCKI, J; CHUDA-MICKIEWICZ, J B; WOYKE, H (1987). The influence of bees on the crop of broad bean seeds (Vicia faba major). Proceedings of the XXXIst International Apicultural Congress of Apimondia, Warsaw: 403-409.

PROCTOR, M; YEO, P; LACK, A (1996): The natural history of pollination. 1st ed. Harper Collins Publishers, London, UK. 479 pages.

RIEDEL, L B; WORT, D A (1960). The pollination requirements of the field bean (Vicia faba L.). Applied Biology 48: 121-124.

ROBERTSON, L D; CARDONA, C (1986). Studies of bee activity and outcrossing in increase plots of Vicia faba. Field Crops Research 15: 157-164.

ROBINSON, W. S. NOWOGRODSKI, R. AND MORSE, R. A. (1989). The value of honey bees as pollinators of U.S. crops. Am. Bee J. 129.

ROBINSON, G E; PAGE, R E J (1989). Genetic determination of nectar foraging, pollen foraging and nest-site scouting in honey bee colonies. Behavioral Ecology and Sociobiology 24: 317-323.

ROBINSON, W S (1979a). Apple pollination problems with emphasis on Delicious. Proceedings of the New York Horticultural Society 124: 30-34.

ROBINSON, W S (1979b). Effect of apple cultivar on Foraging Behaviour and pollen transfer by honey bees. Journal of the American Society for Horticultural Science 104: 596-598.

ROBINSON, W S (1981). Honey bees: development of foraging fidelity to Delicious apple flowers. Journal of Economic Entomology 74: 127-130.

SCHMID-HEMPEL, P (1987). Efficient nectar-collecting by honey bees. I. Economic models. Journal of Animal Ecology 56: 209-218.

SCHMID-HEMPEL, P; SCHMID-HEMPEL, R (1987). Efficient nectar-collecting by honey bees. II. Response to factors determining nectar availability. Journal of Animal Ecology 56: 219-227.

SEELEY, TD (1985): Honey bee Ecology: A Study of Adaptation in Social Life. Princeton University Press;, Princeton, New Jersey, USA;. 200 pages.

SEELEY, D T; CAMAZINE, S; SNEYD, J (1991). Collective decision-marking in honey bees: how colonies choose among nectar sources. Behavioral Ecology and Sociobiology 28: 277-290.

SKREBTSOVA, N D (1957). The role of bees in pollinating strawberries. Pchelovodstvo 34: 34-36.

SOLDATOV, V.I. (1976). Economic effectiveness of bees as pollination of agricultural crops. In Kozin, R.B. (ed.) Pollination of Entomophilous Agricultural Crops by Bees, 125-134. New Delhi: Amerind Publishing Co.

SOPER, M H R (1952). A study to the principal factors affecting the establishment and the development of the field beans (Vicia faba L.). Journal of Agricultural Scince 42: 335-346.

STODDARD, F L; BOND, D A (1987). The pollination requirements of faba beans Bee World 68: 144-152.

SVENSSON, B (1991). The importance of honey bee-population for the quality and quantity of strawberries (Fragaria x Ananassa) in central Sweden. Acta Horticulturae 288: 260-269.

SYNGE, A D (1947). Pollen collection by honey bees. Journal of Animal Ecology 16: 122-138.

THORP, R W (1979a). Honey bee foraging behaviour in California almond orchards. In Proceedings of the 4th Symposium on Pollination, Maryland. Caron, D N (ed), pp. 385-391.

THORP, R W (1979b). Structural, behavioural and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. Annals of the Missouri Botanical Garden 66: 788-812.

TSIRAKOGLOU, V; THRASYVOULOU, A; HATJINA, F (1997) Techniques to increase the attractiveness of kiwi flowers to honey bees. In Proceedings of the Third International Symposium on Kiwifruit, Thessaloniki, Greece, 19-22 September 1995: Acta Horticulturae 444: 439-443

TSIRAKOGLOU V.; HATJINA F. ; BLADENOPOULOS K.; THRASYVOULOU A. (1999) A study of improving honey bee (Apis mellifera L.) pollination efficiency. Geotechnical Scientific Issues, 3/1999, volume 10, series 1: 310-317

VANSELL, G H (1952). Variations in nectar and pollen sources affect bee activity. American Bee Journal 92: 325-326.

VOGEL, S (1969): Flowers offering fatty oil instead of nectar. In: Proccedings of XI International Botanical Congress, Seattle; Abstract, 229.

WADDINGTON, K D (1983). Foraging behavior of pollinators. In: Pollination Biology. Real, L (ed); Academic Press; Orlando; pp 213-239.

WALLER, G D; CARPENTER, E W; ZIEHL, O A (1972). Potassium in onion nectar and ist probable effect on attractiveness of onion flowers to honey bees. Journal of the American Society for Horticultural Science 97: 535-539.

WASER, N M (1983). Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. In: Handbook of Experimental Pollination Biology. Jones, C E; Little R J (ed); Van Nostrand Reinhold; New York, USA; pp. 277-293.

WASER, N M (1986). Flower constancy: definition, cause, and measurement. American Naturalist 127(5): 593-603.

WELLS, H; WELLS, P H (1983). Honey bee foraging ecology: optimal diet, minimal uncertainty or individual constancy? Journal of Animal Ecology 52: 829-835.

WELL, H HILL, P S; WELLS, P H (1992). Nectarivore foraging ecology: rewards differing in sugar types. Ecological Entomology 17: 280-288.

WILLIAMS, I H (1988). The pollination of linseed and flax. Bee World 69: 145-152.

WILLIAMS, I H (1990). Research into the pollination of alternative crops at Rothamsted. Central Association of Bee-Keepers; Essex; 14pp.

WILLIAMS, I H; CORBET, S A; OSBORNE, J L (1991). Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. Bee World 72(4): 170-180.

WINSTON, ML (1987): The Biology of the Honey Bee. Harvard University Press, Cambridge, Massachucetts, USA. 281 pages.

ΘΡΑΣΥΒΟΥΛΟΥ, Α; ΤΣΙΡΑΚΟΓΛΟΥ, Β; ΧΑΤΖΗΝΑ, Φ (1998). Επικονίαση Καλλιεργειών, Τμήμα Εκδόσεων Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Δ, ΤΑΛΑΜΑΓΚΑΣ Π, ΣΧΟΙΝΑΣ Β, ΤΣΟΥΚΝΙΔΗΣ Α (1987). Μελισσοκομία στην Ελλάδα. Έκδοση Αγροτικής Τράπεζας, Διεύθυνση Ζωικής Παραγωγής. 48 σελ.

ΧΑΤΖΗΝΑ Φ. (2005). 'Συγκριτική μελέτη της βιο-ποικιλότητας των ειδών μελισσών που συμβάλλουν στην επικονίαση της αμυγδαλιάς και βερικοκιάς σε περιοχές με εντατική και μη εκμετάλλευση'. ΕΝΤΕΡ 2001, ΕΘΙΑΓΕ / Ινστιτούτο Μελισσοκομίας. σελ. 27.

ΧΑΤΖΗΝΑ Φ., R. PAXTON, M. FELENDORF, C. MOHRA, T. MURRAY, N. ΒΑΛΙΑΝΟΣ, Θ. ΚΑΡΥΠΙΑΔΗΣ (2005) Βιο-ποικιλότητα ειδών μελισσών σε περιοχές με εντατική και μη εκμετάλλευση. 11° Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Καρδίτσα (Λίμνη Ν. Πλαστήρα), 11-14 Οκτωβρίου 2005.