

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Μελέτη παραλλακτικότητας του είδους αφίδας *Myzus persicae*
(Sulzer) σε σχέση με τη γεωγραφική του εξάπλωση**

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια:
Κεφαλογιάννη Θηρεσία

Υπεύθυνος Καθηγητής : Ι. Α. Τσιτσιπής

ΙΟΥΝΙΟΣ 2000



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1526/1
Ημερ. Εισ.: 01-07-2003
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
632.752
ΚΕΦ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Υπεύθυνος Καθηγητής: Ι. Α. Τσιτσιπής

Μέλη: Καθ. Β. Ι. Κατσόγιαννος

Καθ. Δ. Λυκουρέσης

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία μελετάται η παραλλακτικότητα του είδους της αφίδας *Myzus persicae* (Sulzer) σε σχέση με τη γεωγραφική του εξάπλωση.

Η διατριβή αποτελείται από δύο τμήματα. Στο γενικό μέρος δίνονται πληροφορίες σχετικά με το βιολογικό κύκλο των αφίδων, το είδος *M. persicae*, τον πολυμορφισμό των αφίδων με τις διάφορες μορφές τους, καθώς και τα διάφορα χαρακτηριστικά των αφίδων, που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό τους, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Στο ειδικό μέρος περιγράφονται πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, αναλύονται τα αποτελέσματα και γίνεται συζήτηση αυτών.

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον Επιβλέποντα Καθηγητή μου Ι. Α. Τσιτσιπή για τη βοήθεια και πολύτιμη καθοδήγηση. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στους υποψήφιους διδάκτορες Ι. Μαργαριτόπουλο και Κ. Ζάρπα καθώς και στη μεταπτυχιακή φοιτήτρια Σ. Γουντουδάκη του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια της εργασίας. Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται στον Οργανισμό Καπνού Ναυπλίου και στα Καπνολογικά Ινστιτούτα Δράμας, Bergerac Γαλλίας, Rheinstetten Γερμανίας και Μαδρίτης Ισπανίας για τη συλλογή των αφίδων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στους γονείς μου και στους φίλους μου για την αγάπη και συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη

σελίδα

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή.....	7
2. Βιολογικός κύκλος.....	9
3. <i>Myzus persicae</i> (Sulzer).....	12
4. Μορφές	
α. Θεμελιωτικό.....	16
β. Παρθενογενετικά θηλυκά.....	17
γ. Θηλυτόκα.....	19
δ. Ωοτόκα.....	20
ε. Αρσενικά.....	21
5. Διαχειμάζουσες μορφές.....	22
6. Μορφολογικοί χαρακτήρες προσδιορισμού αφίδων.....	25
7. Άλλοι χρήσιμοι χαρακτήρες για τον προσδιορισμό.....	36
α. Χαρακτηριστικά βιολογίας.....	36
β. Βιοχημικοί χαρακτήρες.....	37
γ. Κυτταρολογικοί χαρακτήρες	37
δ. Ιστολογικοί χαρακτήρες.....	38
ε. Σχέσεις αφίδων παρασιτοειδών.....	38
8. Σκοπός της εργασίας.....	39

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή.....	41
------------------	----

2. Υλικά και Μέθοδοι.....	44
3. Αποτελέσματα.....	52
4. Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	58
Βιβλιογραφία.....	63

Περίληψη

Η πράσινη αφίδα της ροδακινιάς, *M. persicae*, είναι η πιο σημαντική από πολλά είδη αφίδων με οικονομική σημασία, που σε εύκρατα κλίματα διατηρεί διαφορετικούς τύπους βιολογικών κύκλων. Έτσι υπάρχουν ολοκυκλικό, ανολοκυκλικό, ανδροκυκλικό και ενδιάμεσοι πληθυσμοί. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η κατηγορία βιολογικού κύκλου και η παραλλακτικότητα εννέα μορφολογικών χαρακτηριστικών σε 147 κλώνους του είδους *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από καπνό (113), πιπεριά (30) και πατάτα (4). Οι κλώνοι του καπνού συλλέχθηκαν από έξι διαφορετικές περιοχές της Ευρώπης (Ξάνθη, Ναύπλιο, Caserta Ιταλίας, Μαδρίτη Ισπανίας, Bergerac Γαλλίας και Rheinstetten Γερμανίας), ενώ οι κλώνοι των υπολοίπων ξενιστών από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Η εκτροφή των κλώνων στο εργαστήριο πραγματοποιήθηκε σε φύλλα πατάτας. Οι κλώνοι παρουσίασαν πολυμορφισμό στο βιολογικό τους κύκλο. Στην περίπτωση του καπνού δεν βρέθηκε κανένας ολοκυκλικός κλώνος. Από τη μορφομετρική μελέτη και με τη μέθοδο της ανάλυσης κανονικών μεταβλητών βρέθηκε μορφολογική παραλλακτικότητα, που σχετίζεται με το φυτό ξενιστή από το οποίο συλλέχθηκαν οι κλώνοι. Οι κλώνοι που αποικίζουν τον καπνό διαχωρίστηκαν με ικανοποιητική ακρίβεια από αυτούς που αποικίζουν άλλους ξενιστές. Επίσης, με τη χρήση της ανάλυσης ομαδοποίησης, οι πληθυσμοί του καπνού που συλλέχθηκαν από το Ναύπλιο και την Caserta Ιταλίας έδειξαν φαινοτυπική ομοιότητα.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

Οι αφίδες είναι έντομα γνωστά στον αγρότη και στο μέσο άνθρωπο με τα κοινά ονόματα μελίγκρα, ψείρα και φυτόφθειρα. Ανήκουν στην υπεροικογένεια *Aphidoidea* της τάξης *Homoptera*. Είναι μικρόσωμα έντομα με μαλακό σώμα, λεπτά, μήκους συνήθως 1-3 και σπάνια έως 7 mm. Έχουν συνήθως μακριά πόδια με διάρθρους ταρσούς, μακρύ ρύγχος και κεραίες που αποτελούνται από 1 μέχρι 6 άρθρα. Οι πτερωτές μορφές έχουν δύο ζεύγη διαφανών πτερύγων. Τα περισσότερα είδη είναι πολυμορφικά.

Εκτός από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της υπεροικογένειας στην οποία ανήκουν, οι πιο πολλές αφίδες έχουν στο νωτιαίο τεργίτη του 5^{ου} κοιλιακού δακτυλίου ένα ζεύγος σωληνόμορφων αποφύσεων, που ονομάζονται σιφώνια ή κεράτια, και στην άκρη της κοιλιάς μια απόφυση που λέγεται ουρίτσα ή ουρά (*cauda*). Τα σιφώνια είναι εκφορητικοί αγωγοί αδένων που παράγουν φερομόνες συναγεμμού. Όταν η αφίδα προσβληθεί από αρπακτικό έντομο ή άλλο ζώο, εκλύει τις φερομόνες που προκαλούν συναγεμμό ατόμων, της αποικίας, τα οποία αποσύρουν τα στοματικά τους μόρια και διασπείρονται.

Οι αφίδες ζουν κυρίως σε τρυφερούς βλαστούς και τρυφερά φύλλα διαφόρων φυτών. Μερικά είδη είναι ριζόβια ή φυλλόβια και ριζόβια και αρκετά είναι κηκιδόβια, ζουν δηλαδή μέσα σε κηκίδες που δημιουργούνται στο φύλλωμα των φυτών ξενιστών τους, όπου τρέφονται. Ζουν συνήθως σε ομάδες το ένα κοντά στο άλλο με την κεφαλή συνήθως προς τη βάση του βλαστού ή του φύλλου. Πολλά είδη δημιουργούν πυκνές αποικίες και την άνοιξη μπορεί να σκεπάσουν ολόκληρο το κορυφαίο μέρος των νέων βλαστών ορισμένων φυτών. Τα θηλυκά των παρθενογενετικών γενεών είναι στις περισσότερες αφίδες ζωτόκα, ενώ της γενεάς που αναπαράγεται εγγενώς είναι ωστόκα.

Οι αφίδες αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστροφή των φύλλων. Τα άφθονα μελιτώδη απεκκρίματα ορισμένων ειδών ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς και ευνοούν την ανάπτυξη καπνιάς, που δημιουργείται από ανάπτυξη σαπροφυτικών μυκήτων. Σε πολλά είδη έχουν αναπτυχθεί σχέσεις συμβίωσης με μυρμήγκια, τα οποία συλλέγουν τα μελιτώδη αποχωρήματα προστατεύοντας τις αφίδες από διάφορους εχθρούς (Dixon, 1958).

Οι αφίδες είναι από τις κυριότερες κατηγορίες εντόμων που μεταδίδουν στα φυτά παθογόνους ιούς. Ορισμένα είδη είναι φορείς πολλών ιών που προκαλούν σοβαρές ιώσεις στα καλλιεργούμενα φυτά.

Οι πυκνοί συνήθως πληθυσμοί τους, ο μεγάλος αριθμός γενεών το έτος, που συχνά ξεπερνά τις 10 και η μετάδοση ιών στα φυτά, κατατάσσουν τις αφίδες ανάμεσα στους πιο βλαβερούς εχθρούς των καλλιεργούμενων φυτών.

Οι αφίδες είναι άφθονες κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο και γενικά με μετρίως θερμό και υγρό καιρό. Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα. Τότε οι καιρικές συνθήκες και τα άφθονα τρυφερά φύλλα και βλαστοί ευνοούν την ανάπτυξή τους. Σε κλίματα όπως της Ελλάδας, οι θερμοί και ξηροί μήνες του καλοκαιριού δεν ευνοούν τη συνεχή αναπαραγωγή των αφίδων και οι πληθυσμοί τους τότε περιορίζονται πολύ. Οι αφίδες έχουν ένα μεγάλο αριθμό από οργανισμούς που συμβάλλουν στη ρύθμιση των πληθυσμών τους. Μεταξύ των οργανισμών αυτών οι σπουδαιότεροι είναι έντομα. Μεταξύ αυτών υπάρχουν είδη Διπτέρων (Syrphidae, Cecidomyiidae), Νευροπτέρων (Chrysopidae, Hemerobiidae), Κολεοπτέρων (Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae), Υμενοπτέρων (Proctotrupidae, Chalcididae, Braconidae). Επιπλέον υπάρχουν είδη που ανήκουν στα αραχνοειδή καθώς και σε τάξα μυκήτων, όπως είδη των γενών *Empusa*, *Entomophthora*, *Verticillium*.

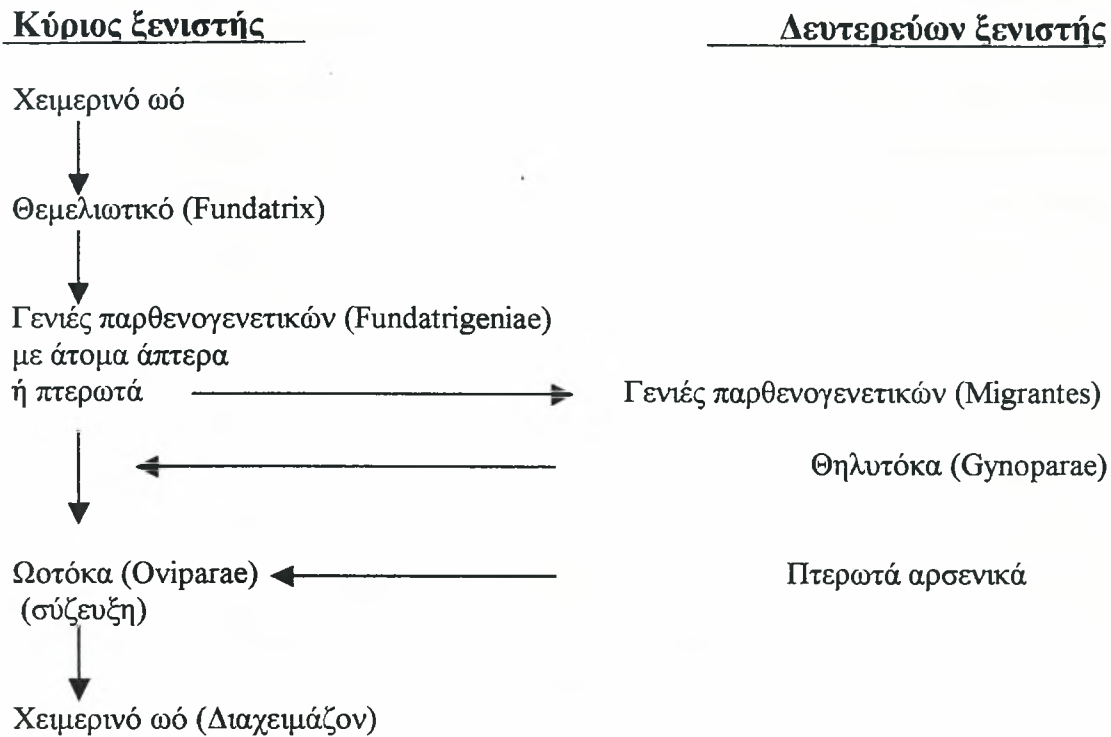
!

2. Βιολογικός κύκλος

Οι αφίδες χωρίζονται σε δύο ομάδες, ανάλογα με τον βιολογικό τους κύκλο: σε ετερόοικες (μεταναστευτικές) και σε μονόοικες (μη μεταναστευτικές). Στα ετερόοικα είδη είναι απαραίτητοι δύο τουλάχιστον ξενιστές, ο κύριος ξενιστής, όπου το έντομο μετά από σύζευξη γεννά τα διαχειμάζοντα ωά, και ο δευτερεύων ξενιστής, όπου αναπτύσσεται μόνο αγενώς (παρθενογενετικά). Τα μονόοικα είδη τρέφονται πάνω στο ίδιο πολυετές ή ποώδες φυτό σε όλο το κύκλο τους ενώ τα ετερόοικα είδη μεταναστεύουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μεταξύ του πρωτεύοντα ξενιστή, ο οποίος είναι συνήθως δένδρο ή θάμνος, και του δευτερεύοντος ξενιστή, ο οποίος είναι ένα ή περισσότερα ποώδη φυτά (Τζανακάκης 1980).

Στα ετερόοικα είδη τα χειμερινά ωά γεννιούνται το φθινόπωρο στο φλοιό του κύριου ξενιστή. Την άνοιξη τα ωά εκκολάπτονται και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, τα θεμελιωτικά (*fundatrix*), τα οποία θα δώσουν γενιά σε όμοιά τους και σε λίγα πτερωτά θηλυκά. Ακολουθεί μικρός αριθμός παρθενογενετικών γενεών (*fundatrigeniae*) με αυξανόμενο ποσοστό πτερωτών θηλυκών. Τα πτερωτά θηλυκά διασπείρονται σε φυτά του ίδιου είδους με τον κύριο ξενιστή ή μεταναστεύουν (*migrantes*) σε φυτά του δευτερεύοντος ξενιστή. Την άνοιξη και το καλοκαίρι η μία γενιά διαδέχεται την άλλη στο δευτερεύοντα ξενιστή. Η μορφή των απογόνων είναι άπτερα ή πτερωτά άτομα. Στα τέλη του θέρους ή αρχές φθινοπώρου παράγονται, στο δευτερεύοντα ξενιστή, θηλυτόκα πτερωτά άτομα (*gynoparae*), τα οποία θα μεταναστεύσουν στον κύριο ξενιστή όπου θα γεννήσουν τα θηλυκά ωοτόκα άτομα (*oviparae*), που θα δώσουν τα χειμερινά ωά μετά από σύζευξη με τα αρσενικά. Τα αρσενικά είναι πτερωτά, που παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή, και μεταναστεύουν μαζί με τα φυλογόνα στον κύριο ξενιστή.

Στα μονόοικα είδη αφίδων ο παραπάνω ετήσιος κύκλος συμπληρώνεται στον ίδιο ξενιστή, στο ίδιο φυτό ή σε φυτά του ίδιου είδους. Τα αρσενικά μπορεί να είναι πτερωτά, αλλά συνήθως είναι άπτερα γιατί δεν χρειάζεται να μεταναστεύσουν για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Αν πτερωτά άτομα διασπαρούν σε είδη φυτών που δεν είναι ξενιστές τους αυτό είναι χωρίς σημασία για την επιβίωση του είδους. Ο βιολογικός κύκλος των αφίδων φαίνεται συνοπτικά στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Βιολογικός κύκλος των ετερόοικων αφίδων (τροποποιημένο από Τζανακάκη 1980).

Πολλά ετερόοικα είδη αφίδων, στα οποία ανήκει και το *M. persicae*, παρουσιάζουν πολυμορφισμό στο βιολογικό τους κύκλο, εμφανίζουν δηλαδή ένα μεγάλο αριθμό από διαφορετικές μορφές. Οι μορφές αυτές είναι: αρσενικό, θηλυτόκο, πτερωτό παρθενογενετικό θηλυκό, άπτερο παρθενογενετικό θηλυκό και ωοτόκο θηλυκό.

Υπάρχουν πληθυσμοί ολοκυκλικοί, ανολοκυκλικοί, ανδροκυκλικοί και ενδιάμεσοι. Το φθινόπωρο καθώς η διάρκεια ημέρας μειώνεται οι ολοκυκλικοί γενότυποι παράγουν στους ποώδεις ξενιστές πτερωτά αρσενικά και θηλυτόκα, τα οποία μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, τη ροδακινιά (*Prunus persica* L.). Εκεί τα θηλυτόκα γενούν τα ωοτόκα θηλυκά που εναποθέτουν τα διαπαύοντα ωά μετά από σύζευξη με τα αρσενικά. Επίσης υπάρχουν ανολοκυκλικοί γενότυποι που έχουν χάσει την ικανότητα παραγωγής σεξουαλικών μορφών, δηλαδή πτερωτών

θηλυτόκων και αρσενικών, και αναπαράγονται όλο το έτος παρθενογενετικά διαχειμάζοντας σε αυτοφυή φυτά ή χειμερινές καλλιέργειες. Ορισμένοι γενότυποι έχουν την ικανότητα παραγωγής αρσενικών κατά το φθινόπωρο (ανδροκυκλικοί), τα οποία συμμετέχουν στη σεξουαλική αναπαραγωγή του είδους. Έχουν αναγνωριστεί επίσης και ενδιάμεσοι γενότυποι, που ακολουθούν, όπως και οι ανδροκυκλικοί, δύο στρατηγικές διαχείμασης. Σε συνθήκες μικρής ημέρας εκτός από παρθενογενετικές μορφές, παράγουν μικρό αριθμό και αρσενικών και θηλυτόκων ατόμων. Τα τελευταία γενούν τόσο ωτόκα όσο και παρθενογενετικά θηλυκά (Van Emden et al. 1969, Blackman 1971, 1972).

Η οικολογική διάσταση αυτού του φαινομένου φαίνεται να αποτελεί στρατηγική επιβίωσης και ευδοκίμησης του είδους, καθώς αποκτά την ικανότητα να προσαρμόζεται σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες και να εκμεταλλεύεται υπάρχοντες πόρους. Από την άλλη μεριά, για τη γεωργία ο πολυμορφισμός των αφίδων αποτελεί ένα μεγάλο πρόβλημα, γιατί οι πτερωτές μορφές πέραν της εξάπλωσης του είδους σε καλλιέργειες μεταδίδουν ποικίλες ώσεις στα φυτά.

3. *Myzus persicae* (Sulzer)

Ταξινομική θέση: Ανήκει στην υπεροικογένεια Aphidoidea των Homoptera, στην οικογένεια Aphididae, στην υποοικογένεια Aphidinae, στο γένος *Myzus* και στο είδος *persicae*. Υπάρχουν περισσότερα από 30 συνώνυμα ονόματα του είδους (Remaudière and Remaudière 1997), μερικά από τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 1. Το κοινό όνομα της αφίδας είναι πράσινη μελίγκρα της ροδακινιάς.

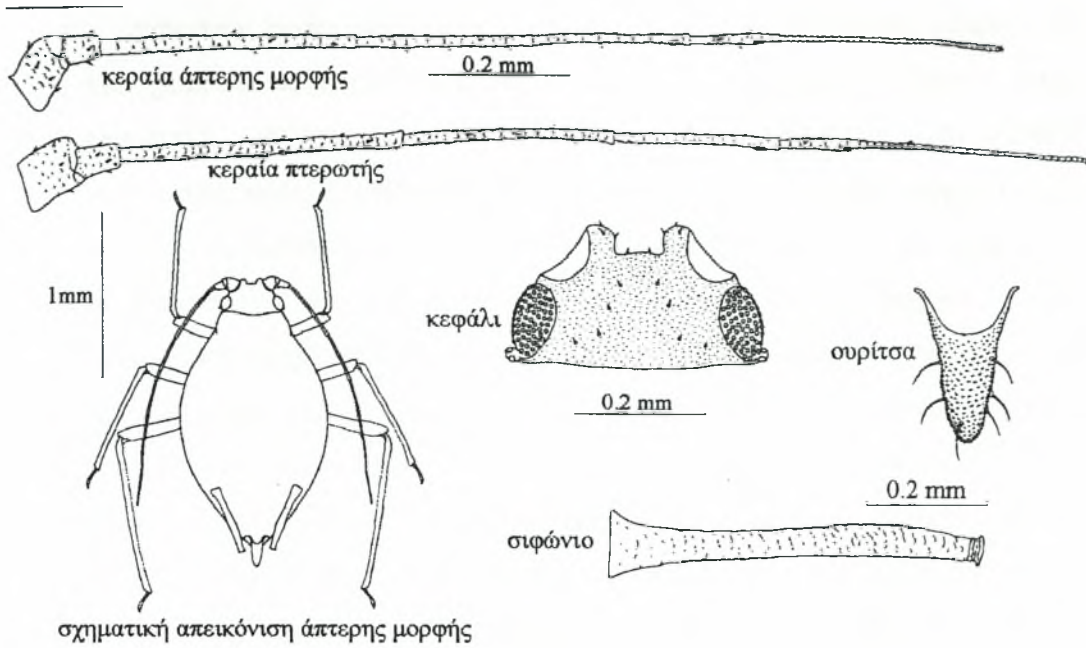
Πίνακας 1. Συνώνυμα του είδους *M. persicae*.

(Remaudière and Remaudière 1997)

<i>Aphis dianthi</i> Schrank (1801)
<i>Aphis vulgaris</i> Kyber (1815)
<i>Aphis persicae</i> Morren (1836)
<i>Aphis rapae</i> Curtis (1842)
<i>Aphis dubia</i> Curtis (1842)
<i>Aphis particeps</i> Walker (1845)
<i>Aphis vastator</i> Smee (1846)
<i>Aphis consors</i> Walker (1848)
<i>Aphis persola</i> Walker (1848)
<i>Aphis deposita</i> Walker (1848)
<i>Aphis derelicta</i> Walker (1849)
<i>Aphis egressa</i> Walker (1849)
<i>Aphis redundans</i> Walker (1849)
<i>Myzus callae</i> Koch (1854)
<i>Siphonophora nasturtii</i> Koch (1855)
<i>Aphis persicophila</i> Rondani (1860)
<i>Siphonophora achyrantes</i> Monell in Riley & Monell (1879)
<i>Siphonophora calendulella</i> Monell in Riley & Monell (1879)

<i>Rhopalosiphum tulipae</i> Thomas (1879)
<i>Rhopalosiphum galeactitis</i> Macchiati (1883)
<i>Myzus malvae</i> Oestlund (1886)
<i>Aphis cymbalariae</i> Schouteden (1900)
<i>Myzus pergandii</i> Sanderson (1901)
<i>Aphis cynoglossi</i> Williams (1911)
<i>Rhopalosiphum betae</i> Theobald (1913)
<i>Rhopalosiphum lactucellum</i> Theobald (1914)
<i>Macrosiphum lophospermum</i> Theobald (1914)
<i>Macrosiphum lycopersicella</i> Theobald (1914)
<i>Myzodes tabaci</i> Mordvilko (1914)
<i>Rhopalosiphum trilineatum</i> Guercio (1920)
<i>Myzus persicae</i> var. <i>tuberoscellae</i> Theobald (1922)
<i>Myzus persicae</i> var. <i>sanguisorbiella</i> Theobald (1926)
<i>Myzus persicae</i> var. <i>portulacella</i> Theobald (1926)
<i>Myzus persicae</i> subsp. <i>dyslycialis</i> F.P. Müller (1955)
<i>Myzus nicotianae</i> Blackman (1987)

Περιγραφή: Το άπτερο παρθενογενετικό θηλυκό έχει σώμα σχετικά λεπτό, μήκους 1,2-2,3 mm και χρώμα πράσινο, πρασινοκίτρινο, ρόδινο ή κίτρινο. Μερικά άτομα έχουν στα νώτα καστανές ζώνες. Τα σιφώνια είναι λεπτά και μακριά μήκους 0,4 mm, αλλά δεν ξεπερνούν την άκρη της κοιλιάς. Η ουρίτσα είναι στενόμακρη, μήκους 0,2 mm και με τρία ζεύγη τριγών (Blackman & Eastop 1984). Στην Εικόνα 1 φαίνεται η σχηματική απεικόνιση του είδους.



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση της άπτερης μορφής του είδους *M. persicae* (Cravedi and Bolche Kerini 1981).

Γεωγραφική κατανομή: Είναι κοσμοπολίτικο είδος. Έχει καταγραφεί σε όλες τις ηπείρους και σε πολλές χώρες.

Ξενιστές: Είναι εξαιρετικά πολυφάγο είδος και προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών, σε όλες τις ηπείρους. Από τα καλλιεργούμενα φυτά προσβάλλει είδη των οικογενειών Rosaceae, Solanaceae, Malvaceae, Compositae, Chenopodiaceae, Umbelliferae, Papilionaceae, Cruciferae. Τα χειμερινά αυγά γεννιούνται κυρίως στη ροδακινιά (*P. persica*) και δευτερευόντως σε άλλα πυρηνόκαρπα (βερικοκιά, δαμασκηνιά, κερασιά, αμυγδαλιά). Εκτός από πολλά καρποφόρα δέντρα, η αφίδα αυτή προσβάλλει και πολλά ποώδη καλλιεργούμενα φυτά όπως καπνό, πατάτα, τομάτα, μαρούλι, καρότο, κουκιά, τεύτλα, σπανάκι, λάχανο και πολλά άλλα.

Βιολογία: Έχει περισσότερες από 5 γενιές το έτος. Σε περιοχές με σχετικά ψυχρό χειμώνα το είδος διαχειμάζει κυρίως ως χειμερινό ωό στο φλοιό των κύριων ξενιστών (ροδακινιάς ή άλλων πυρηνοκάρπων). Τα χειμερινά ωά, συνήθως 4-6 ανά

θηλυκό, βρίσκονται στους οφθαλμούς ή σε εσοχές αδρών μερών του φλοιού. Στο τέλος του χειμώνα με αρχές ανοίξεως τα ωά εκκολάπτονται και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, τα θεμελιωτικά (*fundatrices*). Ακολουθούν παρθενογενετικές γενιές (*fundatrigeniae*) στη ροδακινιά και έπειτα πτερωτά άτομα μεταναστεύουν σε ποώδη φυτά (δευτερεύοντες ξενιστές), όπου κατά τη διάρκεια της περιόδου βλαστήσεως των φυτών η μία παρθενογενετική γενιά διαδέχεται την άλλη με παραγωγή πτερωτών και άπτερων μορφών. Το φθινόπωρο ή τις αρχές του χειμώνα παράγονται στα ποώδη φυτά πτερωτά θηλυτόκα και αρσενικά τα οποία μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα θα δώσουν τα ωοτόκα, τα οποία αφού συζευχθούν με τα αρσενικά, θα γεννήσουν τα χειμερινά ωά. Σε περιοχές με σχετικά ζεστό χειμώνα το έντομο αναπαράγεται παρθενογενετικά όλες τις εποχές του έτους, χωρίς να χρειάζεται να γεννηθούν χειμερινά ωά στη ροδακινιά. Παρθενογενετικά πολλαπλασιάζεται και σε πιο ψυχρές περιοχές σε προστατευμένους χώρους, όπως θερμοκήπια (Müller 1954, 1958, Waldhauer 1953, 1957, Van Emden et al. 1969, Blackman 1971).

Το είδος αυτό είναι ανθεκτικό στο κρύο και μπορεί να αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 5°C και 30°C. Στους 25 °C τα θηλυκά ζουν κατά μέσο όρο 25 ημέρες και γεννούν 60 προνύμφες (Rivnay 1962).

Ζημιές: Προσβάλλει κατά προτίμηση τις κορυφές τρυφερών βλαστών και τρυφερά φύλλα, που συστρέφονται από την προσβολή. Επίσης τα μελιτώδη αποχωρήματά της ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς. Εκτός από την αξιόλογη άμεση ζημιά στα φυτά, η αφίδα αυτή θεωρείται ο πιο σοβαρός φορέας ιών, αφού μπορεί να μεταδώσει αποτελεσματικά περισσότερους από 100 ιούς φυτών (Kennedy et al. 1962). Μερικοί από τους έμμοτους ιούς που μεταδίδει είναι του ήπιου κίτρινισματος των τεύτλων (BMV), της παραμόρφωσης των νεύρων του καπνού (TVDV), του καρουλιάσματος των φύλλων μπιζελιού (PLRV) και του καρουλιάσματος των φύλλων της πατάτας (PLRV) (Blackman & Eastop 1984). Ακόμα το είδος αυτό μεταδίδει πολύ αποτελεσματικά και πολλούς μη έμμοτους ιούς. Μερικοί από τους μη έμμοτους ιούς που μεταδίδει είναι του κίτρινου μωσαϊκού της κοινής κολοκυθιάς (ZYMV), του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV), της κίτρινης στιγμάτωσης της κολοκυθιάς (ZYFV), του Y της πατάτας (PVY), του A της πατάτας (PVA) (Brunt et al. 1996).

4. Μορφές

Ο πολυμορφισμός, δηλαδή η εμφάνιση μορφών στο ίδιο είδος που διαφέρουν στη φυσιολογία, στη συμπεριφορά και στη μορφολογία, είναι ένα φαινόμενο κοινό και ευρέως διαδεδομένο μεταξύ των εντόμων. Ειδικά ο πολυμορφισμός στις αφίδες είναι πολύ πολύπλοκος (Richards 1961). Οι αφίδες έχουν τόσες πολλές μορφές ώστε η ονοματολογία να μην είναι τόσο απλή και να δημιουργεί σύγχυση. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι έχουν προταθεί πολλά συστήματα ονοματολογίας και μερικώς στο ότι δύο ή περισσότερες ονομασίες μπορεί να χρησιμοποιούνται για την ίδια μορφή. Οι ονομασίες που χρησιμοποιούνται γενικά βασίζονται σε αυτές που αναφέρονται από τους Lees (1966) και Hille Ris Lambers (1966). Οι μορφές που εμφανίζουν οι αφίδες είναι: το θεμελιωτικό, παρθενογενετικό πτερωτό θηλυκό, παρθενογενετικό άπτερο θηλυκό, θηλυτόκο, ωοτόκο και αρσενικό.

4α. Θεμελιωτικό (Fundatrix)

Το θεμελιωτικό είναι άπτερο παρθενογενετικό άτομο που εκκολάφθηκε από το χειμερινό γονιμοποιημένο ωό. Κάθε θεμελιωτικό δίνει γέννηση σε παρθενογενετικώς αναπαραγόμενη σειρά ή κλώνο, η οποία τελειώνει με την εμφάνιση των σεξουαλικών μορφών. Συγκρινόμενο με τα άπτερα παρθενογενετικά άτομα των επόμενων γενεών συχνά παρατηρούνται μορφολογικές διαφορές (Lees 1961). Το θεμελιωτικό έχει σχεδόν στρογγυλό σώμα, ογκώδες με συγκριτικά μικρότερο κεφάλι και με λιγότερο ανεπτυγμένα μάτια. Επίσης οι κεραίες, τα πόδια, τα σιφώνια και η ουρίτσα είναι κοντύτερα.

Σε μερικά γένη το θεμελιωτικό είναι πτερωτό, αλλά αυτές οι περιπτώσεις είναι σπάνιες, όπως στα Drepanosiphidae και σε μερικές άλλες αφίδες (Lampel 1968, Heie 1982). Αυτά τα πτερωτά θεμελιωτικά είναι σχεδόν όμοια με τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά, αλλά αναγνωρίζονται από το ότι έχουν μικρότερη τελική απόληξη του τελευταίου άρθρου της κεραίας τους και λιγότερα ρινάρια.

Εξαιρέσεις με μεγαλύτερες διαφορές στη μορφολογία του σώματος των θεμελιωτικών εμφανίζουν τα είδη *Matsumuraja rubifoliae* (Matsumura) (Takahashi 1959) και *Macromyzus woodwardiae* (Takahashi) (Miyazaki 1972).

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των θεμελιωτικών ατόμων είναι ευκρινή στα ετερόοικα είδη, αλλά λιγότερο στα μονόοικα (Hille Ris Lambers 1966). Παρόμοια μορφολογικά χαρακτηριστικά με του θεμελιωτικού εμφανίζονται σε άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά αφίδων που ζουν σε χαμηλές θερμοκρασίες (Hille Ris Lambers 1955a, Stroyan 1960, Lees 1961), σε αυτά που ζουν πάνω σε *Halophilus sp.* φυτά (Hille Ris Lambers 1955b), και σε διάφορες μορφές των *Periphyllus spp.* (Essig & Abernathy 1952) και *Rhopalosiphoninus tiliae* (Matsumura) (Miyazaki 1985)

4β. Παρθενογενετικά θηλυκά

Τα άτομα που προέρχονται από τις παρθενογενετικές γενιές που ακολουθούν τη θεμελιωτική μορφή, έχουν δύο διαφορετικές μορφές, την πτερωτή και άπτερη. Στα ανολοκυκλικά είδη, όπως τα *Myzus ascalonicus* Doncaster και *Myzus dianthicola* Hille Ris Lambers, τα οποία δεν έχουν την ικανότητα παραγωγής σεξουαλικών ατόμων (Hille Ris Lambers 1966, Blackman 1980), αλλά και σε πολλά άλλα είδη που είναι ανολοκυκλικά σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές, ο βιολογικός τους κύκλος αποτελείται μόνο από αυτές τις δύο μορφές, αν και είναι δυνατό να εμφανιστούν περιστασιακά και σεξουαλικά άτομα (Blackman 1974).

Οι άπτερες μορφές θεωρείται ότι έχουν προκύψει από τις πτερωτές μέσα στην εξελικτική ιστορία των αφίδων (Johnson & Birks 1960). Στα άπτερα οι σκληρητινοποιημένες κατασκευές του θώρακα έχουν κατά πολύ μειωθεί λόγω ατροφίας των μυών που κινούν τις πτέρυγες. Ακόμα οι άπτερες μορφές διαφέρουν από τις πτερωτές στο ότι το κεφάλι είναι λιγότερο σκληρητινοποιημένο, έτσι ώστε η διατομή μεταξύ της κεφαλής και του προθώρακα να γίνεται λιγότερο ευκρινής. Οι απλοί οφθαλμοί δεν υπάρχουν και οι σύνθετοι, οι οποίοι είναι πάντα πολύ καλά αναπτυγμένοι στα πτερωτά, είναι συχνά μικρότεροι ή δεν υπάρχουν σε ορισμένα τάξα. Τα σιφώνια και η ουρίτσα είναι συχνά μεγαλύτερα στους επιμηκυμένους τύπους, εκτός από τα Greenideidae, όπου τα σιφώνια είναι μεγαλύτερα και πιο λεπτά στα πτερωτά από ότι στα άπτερα. Ο τεργίτης σε μερικά τάξα είναι εντελώς σκληρητινοποιημένος.

Στα μονόοικα ολοκυκλικά είδη, τα πτερωτά κάθε γενιάς είναι μορφολογικά ομοιόμορφα, ενώ τα άπτερα της 2^{ης} γενιάς διαφέρουν από αυτά της 3^{ης} στο ότι έχουν λιγότερα ρινάρια στις κεραίες, μικρότερου μεγέθους εξαρτήματα κ.τ.λ. Με άλλα

λόγια, η 2^η γενιά απτέρων είναι μορφολογικά μεταβατική μεταξύ του θεμελιωτικού και των απτέρων της 3^{ης} γενιάς. Αυτή η κατάσταση μπορεί να επαναληφθεί σε πολλές γενιές και είναι γνωστή ως εξελικτικός πολυμορφισμός (Lees 1966).

Στα ετερόουκα είδη η ακολουθία των παρθενογενετικών γενεών χωρίζεται σε δύο φάσεις με βάση τον ξενιστή, μία φάση στον πρωτεύοντα και η άλλη στο δευτερεύοντα ξενιστή. Τα άτομα των γενεών αυτών διαφέρουν σε βιολογικές ιδιότητες, όπως το φυτό που ξενίζουν και τις συνήθειες και συχνά σε μορφολογικούς χαρακτήρες.

Ο εξελικτικός πολυμορφισμός μεταξύ των άπτερων μετά το θεμελιωτικό γενεών έχει παρατηρηθεί και στα ετερόουκα είδη. Μορφολογικές διαφορές μεταξύ των απτέρων θηλυκών απογόνων του θεμελιωτικού (*fundatrigeniae*) και των άπτερων που γεννιούνται στο δευτερεύοντα ξενιστή (*alienicolae*) έχουν βρεθεί στο γενικό σχήμα της κεφαλής ή και σε όλο το σώμα. Επίσης διαφορές εμφανίζονται στη σκληρητινοποίηση και στο χρωματισμό του τεργίτη, στο μήκος και στη λειτουργία των αισθητηρίων των κεραιών και στο σχήμα και μήκος των σιφωνίων, της ουρίτσας και του ρύγχους. Οι διαφορές σε μερικά είδη δεν είναι τόσο ευκρινείς, ενώ σε άλλα είναι τόσο εμφανείς, ώστε πολλές φορές τα *fundatrigeniae* και τα *alienicolae* να περιγράφονται ως διαφορετικά είδη, είδη που ανήκουν σε διαφορετικά γένη ή ακόμα και σε διαφορετικές οικογένειες. Ακραία παραδείγματα αποτελούν τα γένη *Nipponaphis*, *Schizoneuraphis* και *Reticulaphis*, όπου τα *fundatrigeniae* είναι αφιδόμορφα με μαλακό σώμα παρόμοιο με του θεμελιωτικού, ενώ τα *alienicolae* έχουν σκληρό σώμα που μοιάζει με τη νύμφη του αλευρώδη ή με συγκεκριμένους τύπους κοκκοειδών (Hille Ris Lambers & Takahashi 1959, Sorin 1958). Μερικά είδη της ομάδας αυτής είχαν περιγραφεί ως αλευρώδεις ή ως κοκκοειδή.

Στα είδη της υποοικογένειας *Homaphidinae* παράγονται πολλοί διαφορετικοί τύποι άπτερων μορφών στους δευτερεύοντες ξενιστές. Το είδος *Hamamelistes spinosus* Shimer, για παράδειγμα, έχει τρεις τύπους απτέρων στο *Betula sp.* Τα πρώτα άπτερα στο *Betula sp.*, τα οποία προέρχονται από μεταναστεύοντα άτομα από το *Hamamelis sp.*, είναι κοκκόμορφα. Αυτά προορίζονται για να διαχειμάσουν, και την επόμενη άνοιξη να δώσουν γέννηση στο δεύτερο τύπο απτέρων, τα οποία είναι αφιδόμορφα με μαλακό, πεπλατυσμένο σώμα παρόμοιο με αυτό του θεμελιωτικού. Αυτά τα άπτερα θα γεννήσουν τα σεξουαλικά και την ίδια στιγμή και τον τρίτο τύπο των απτέρων τα συμπληρωματικά άπτερα θηλυκά (Pergande 1901). Τα τελευταία

είναι αφιδόμορφα και σχεδόν όμοια με τον 2^ο τύπο των απτέρων, και παράγουν κοκκόμορφα άπτερα τα οποία μεταναστεύουν στα είδη του γένους *Betula*.

Τα περωτά *fundatrigeniae*, τα οποία αναπτύσσονται στον πρωτεύοντα ξενιστή συνήθως ή υποχρεωτικά πετούν προς το δευτερεύοντα ξενιστή και για το λόγο αυτό καλούνται μεταναστευτικά. Επειδή αυτή η μετακίνηση υφίσταται συνήθως την άνοιξη αποκαλούνται και ανοιξιάτικοι μετανάστες. Οι περωτές αφίδες, οι οποίες πετούν πίσω στον πρωτεύοντα ξενιστή είναι αρσενικά και θηλυτόκα στα Aphididae και φυλογόνα στα Pemphigidae. Στα Aphididae ο όρος μεταναστευτικά χρησιμοποιείται συνήθως μόνο για τα θηλυτόκα. Δεν υπάρχουν σημαντικές μορφολογικές διαφορές μεταξύ των ανοιξιάτικων μεταναστών και των θηλυτόκων, αλλά σε μερικά είδη έχει δειχθεί ότι μπορεί να υπάρχει διαφορά στη συμπεριφορά και στις φυσιολογικές ιδιότητες, όπως στην εύρεση και επιλογή του φυτού ξενιστή (Kennedy & Booth 1954, Dixon 1971).

Στο είδος *Kaltenbachiella japonica* (Matsumura) των Pemphigidae παρατηρείται βράχυνση στο βιολογικό κύκλο. Πρόκειται για μονόοικο ολοκυκλικό είδος σε είδη του *Ulmus*. Σε μία κλειστή στρογγυλή κηκίδα πάνω στο φύλλο το θεμελιωτικό γεννά τις νύμφες, οι οποίες όλες γίνονται φυλογόνες μορφές. Οι περισσότερες από αυτές παραμένουν στο φυτό *Ulmus* και γεννούν σεξουαλικά άτομα. Είναι ενδιαφέρον, ότι με μορφολογικές εκτιμήσεις τα φυλογόνα αυτών των ειδών είναι συγκρίσιμα με τα μεταναστευτικά, και όχι των φυλογόνων που συγγενεύουν με ετερόοικα τάξα (Akimoto 1985).

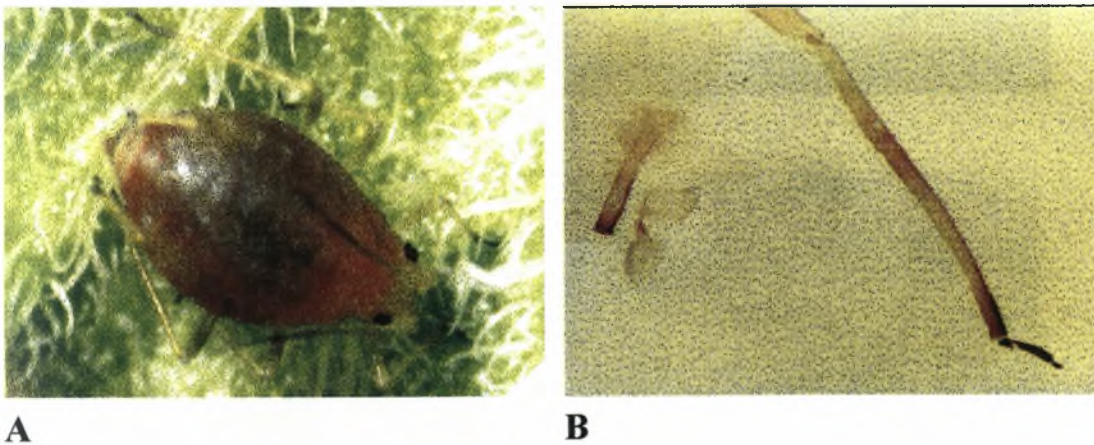
4γ. Θηλυτόκα (Gynoparae)

Τα θηλυτόκα είναι τα περωτά άτομα τα οποία μαζί με τα αρσενικά θα μεταναστεύσουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, όπου τα πρώτα θα δώσουν τα ωτόκα. Στα Aphididae μορφολογικές διαφορές μεταξύ των περωτών παρθενογενετικών

μορφών και των θηλυτόκων είναι συνήθως μικρές. Συνήθως υπάρχουν περισσότερα ρινάρια στις κεραίες των θηλυτόκων. Στα Pemphigidae οι διαφορές αυτών των μορφών είναι συχνά σημαντικές, και μπορεί να υπάρχουν στη λειτουργία των αισθητηρίων των κεραίων, στη διάταξη των πέντε τριχών των εξαρτημάτων, στο σχήμα και στην κατάτμηση στον ταρσό και στον τύπο των νευρώσεων των πτερών.

4δ. Ωοτόκα (Oviparae)

Είναι τα άτομα εκείνα τα οποία αφού συζευχθούν με τα αρσενικά θα δώσουν τα χειμερινά ωά. Τα ωοτόκα είναι συνήθως άπτερα, με εξαιρέσεις στα Greenideidae (Takahashi 1918, 1962), στο *Neophyllaphis* των Drepanosiphidae (Takahashi 1920, Carver 1971) στο *Aiceona* των Thelaxidae (Takahashi 1960) και σε μερικά άλλα είδη (Lampel 1968). Στα Aphididae τα ωοτόκα διακρίνονται μορφολογικά από τα άπτερα παρθενογενετικά άτομα από την κνήμη των πίσω ποδιών, η οποία είναι ελαφρά εξογκωμένη και η οποία φέρει πλάκες από ρινάρια που εκκρίνουν φερομόνη με την οποία προσελκύονται τα αρσενικά (Εικόνα 2). Υπάρχουν μερικά είδη στα οποία και τα παρθενογενετικά άτομα έχουν αυτά τα ρινάρια, όπως στο *Melanaphis* sp. (Sorin 1970). Επίσης οι κεραίες, τα πόδια, τα σιφώνια και η ουρίτσα είναι συχνά κοντότερα από αυτά των παρθενογενετικών θηλυκών.



Εικόνα 2. Φωτογραφία ωοτόκου θηλυκού (ovipara) του *M. persicae* (A) και μόνιμο παρασκεύασμα του τελευταίου ποδιού του ωοτόκου θηλυκού του *M. persicae*, όπου διακρίνονται στην κνήμη οι χαρακτηριστικές πλάκες από ρινάρια (B).

4ε. Αρσενικά (Males)

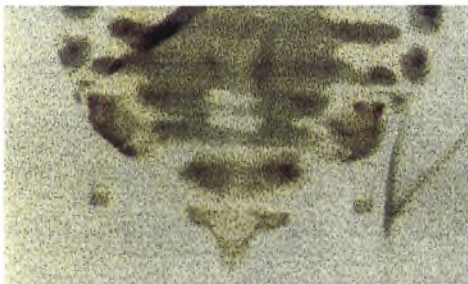
Τα αρσενικά στα ετερόοικα είδη των Aphididae είναι πτερωτά, αφού πρέπει να μεταναστεύσουν από το δευτερεύοντα ξενιστή στον πρωτεύοντα. Τα αρσενικά των μονόοικων ειδών των Aphididae μπορεί να είναι πτερωτά, αλλά συχνά εξελίσσονται σε άπτερα, επειδή δεν υπάρχει η ανάγκη της μετανάστευσης. Άπτερα και πτερωτά αρσενικά μπορεί να υπάρχουν σε ένα είδος, όπως στο *Acyrtosiphon pisum* (Harris), καθώς και η ενδιάμεση μορφή μεταξύ άπτερου και πτερωτού είναι κοινή. Τα αρσενικά αναγνωρίζονται χωρίς δυσκολία από τη σκληροτηνοποιημένη γεννητική κατασκευή. Στα Aphididae μπορούν ακόμα να διακριθούν από τα πτερωτά θηλυκά από τα εξής χαρακτηριστικά: το σώμα είναι μικρότερο και λεπτότερο, με σχήμα σχεδόν τριγωνικό, η κοιλιά είναι πιο εκτεταμένα σκληροτηνοποιημένη ή έχει διαφορετικό πρότυπο (Εικόνα 3). Οι κεραίες φέρουν μεγαλύτερο αριθμό ριναρίων και η διάταξή τους στα τμήματα του μαστιγίου μπορεί να είναι διαφορετική. Η ουρίτσα είναι συχνά μικρότερη σε μέγεθος.



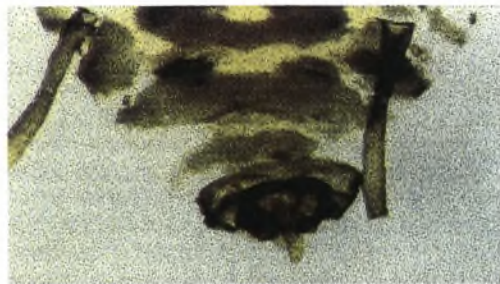
A



B



Γ



Δ

Εικόνα 3. Φωτογραφία θηλυτόκου και νεαρού ωτόκου (Α), αρσενικού (Β) και μόνιμα παρασκευάσματα των γεννητικών οπλισμών του θηλυτόκου (Γ) και αρσενικού (Δ) του *M. persicae*.

5. Διαχειμάζουσες μορφές

Οι αφίδες συνήθως διαχειμάζουν στο στάδιο του αυγού, όπως αποδείχθηκε από τον Weed (1896). Η διαχείμαση και με παρθενογενετικά θηλυκά είναι επίσης κοινή και παρατηρείται στους ανολοκυκλικούς, ανδροκυκλικούς και ενδιάμεσους πληθυσμούς. Μερικά είδη είναι γνωστό ότι επιβιώνουν το χειμώνα χωρίς να παράγουν ειδικές μορφές για διαχείμαση και μπορούν να συνεχίσουν να αναπαράγονται, αλλά σε μειωμένο βαθμό, ειδικά όταν ο χειμώνας δεν είναι τόσο δριμύς. Οι Βρετανικοί πληθυσμοί του *Elatobium abietinum* (Walker), οι οποίοι είναι ανολοκυκλικοί στο *Picea* σε αντίθεση με τους ολοκυκλικούς πληθυσμούς τις Κεντρικής Ευρώπης, έδειξαν αυτόν το βιολογικό κύκλο το χειμώνα. Επιβιώνουν σε μικρή περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών μόνο μέχρι όταν οι θερμοκρασίες είναι πάνω από το επίπεδο του σχηματισμού πάγου μέσα στο υγρό του σώματος, ο οποίος είναι και ο πιο συνηθισμένος λόγος θνησιμότητας το χειμώνα. Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο σημείο υπέρψυξης ανάμεσα στα στάδια ανάπτυξης, εκτός από την νεογέννητη νύμφη πριν αυτή τραφεί (Powell 1974, Powell & Papp 1976).

Μερικά είδη παράγουν ειδικές μορφές για διαχείμαση. Ο βιολογικός κύκλος του είδους *Colophina arma* αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα. Αυτό το είδος είναι ετερόοικο, μεταναστεύει μεταξύ του γένους *Zelkova* ως πρωτεύων φυτό ξενιστής και του γένους *Clematis* ως δευτερεύων ξενιστής. Το φθινόπωρο, αφού φυλογόνα άτομα μεταναστεύσουν στο *Zelkova* για να ολοκληρώσουν τη διαδοχή, τα alienicolae στο *Clematis* σταματούν να γενούν τις κανονικές νύμφες και παράγουν νάνες (midget) 1^{ου} σταδίου. Αυτή η νύμφη αφήνει τους μίσχους του ξενιστή, όπου η μητρική σειρά είχε αναπτυχθεί, και έρπει προς τα κάτω όπου κατοικεί στις εσοχές του φλοιού και διαχειμάζει εκεί χωρίς να υποστεί έκδυση μέχρι την επόμενη άνοιξη. Η νάνα νύμφη εύκολα αναγνωρίζεται από την κανονική 1^{ου} σταδίου από το μικρό της σώμα, μικρότερο ρύγχος και μερικώς σκληροποιημένο τεργίτη. Με τέτοιες μορφολογικές και φυσιολογικές διαφορές φαίνεται λογικό να διακριθεί η νάνα νύμφη ως μια μορφή ειδική για διαχείμαση, αν και οι φυσιολογικές της ικανότητες ακόμα ερευνώνται (Aoki 1977a).

Η διαχειμάζουσα μορφή μπορεί να υπάρχει και σε άλλα στάδια ανάπτυξης. Το *Pseudacaudella rubida* (Börner) διαχειμάζει με τη 2^{ου} σταδίου νύμφη, το *Aspidaphium cuspidati* Stroyan με την 4^{ου} σταδίου και το *Ouatomyzus calaminthae*

(Macchiati) στο ενήλικο στάδιο (Müller 1969, 1971, 1973). Το είδος *P. rubida* είναι ανολοκυκλικό στα βρύα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι πληθυσμοί του αποτελούνται μόνο από νύμφες 2^{ου} σταδίου. Αυτές οι νύμφες είναι ιδιόρρυθμης εμφάνισης με διακριτό κηρώδες έκκριμα. Οι κοιλιακοί τεργίτες είναι πολύ σκληρητινοποιημένοι και χρωματισμένοι. Το *A. cuspidati* είναι επίσης ανολοκυκλικό στα βρύα. Η διαχειμάζουσα μορφή σε αυτό το είδος έχει πολύ σκληρητινοποιημένους και χρωματισμένους τους κοιλιακούς τεργίτες, αλλά το σώμα τους δεν έχει το κηρώδες έκκριμα. Το *O. calaminthae*, το οποίο είναι ανολοκυκλικό πάνω στο *Calaminthus* και σε άλλα φυτά, το φθινόπωρο παράγει ωχρά άπτερα ενήλικα σε αντίθεση με τα λευκού χρώματος κανονικά άτομα. Εκτός από τη διαφορά στο χρωματισμό δεν έχουν διαπιστωθεί άλλες μορφολογικές διαφορές μεταξύ των δύο μορφών. Όμως φαίνεται ότι μόνο τα χρωματισμένα ενήλικα μπορούν να διαχειμάσουν χωρίς να αναπαραχθούν ως την επόμενη άνοιξη.

Από τον περιορισμένο αριθμό παραδειγμάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω συμπεραίνεται ότι η διαχειμάζουσα μορφή των ειδών ανήκει σε συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης και ότι είναι λίγο ή πολύ μορφολογικά διακριτές από τις άλλες μορφές. Η μορφή που διαχειμάζει είναι πιο ανθεκτική στο κρύο σε σχέση με τις υπόλοιπες (Danilevski 1961, Salt 1961). Αυτές οι μορφές δεν διαφέρουν πάντα τόσο πολύ μορφολογικά από τις κανονικές μορφές. Για παράδειγμα ο βιολογικός κύκλος του *Colophina clematis* (Shinji) είναι σχεδόν όμοιος με του *C. arma*, με εξαίρεση μια περίοδο στδ *Clematis*, στο οποίο παραμένει κατά τη διάρκεια του χειμώνα ως νύμφη πρώτου σταδίου (Aoki 1980). Σε αντίθεση με τη διαχειμάζουσα μορφή του *C. arma* η χειμερινή νύμφη του *C. clematis* είναι μορφολογικά σχεδόν όμοια με την κανονική νύμφη 1^{ου} σταδίου των επόμενων γενεών. Φαίνεται όμως λογικό να θεωρείται η χειμερινή νύμφη αυτών των ειδών ότι αντιπροσωπεύει την ειδική φυσιολογικά μορφή για διαχείμαση, αφού όλες παραμένουν στο 1^ο στάδιο μέχρι την επόμενη άνοιξη.

Το ότι σκουραίνει το χρώμα του σώματος οφείλεται είτε σε αλλαγή των συστατικών του σώματος είτε στο χρωματισμό του εξωσκελετού, που συχνά παρατηρείται στις διαχειμάζουσες μορφές. Ο χρωματισμός του εξωσκελετού της κεφαλής, των κεραιών, των ποδιών και της ουρίτσας επίσης παρατηρείται στους διαχειμάζοντες πληθυσμούς των ειδών των Aphididae τα οποία δεν έχουν καλά εξελιγμένες διαχειμάζουσες μορφές. Στα σκούρα αυτά άτομα το σώμα είναι μικρότερο, οι κεραιές μπορεί να είναι μικρότερες με κοντές τελικές απολήξεις και τα

πόδια, τα σιφώνια και η ουρίτσα μπορεί να είναι μικρότερα από των ατόμων τα οποία αναπτύσσονται σε πιο ήπιες συνθήκες. Παρόμοιες μορφολογικές τάσεις μπορούν γενικά να αναγνωριστούν σε διάφορα είδη, όταν συγκριθούν με τα πολύ συγγενή τους σε διάφορα θερμοκρασιακά εύρη (Stroyan 1960).

Αφίδες με δύο χρόνια βιολογικό κύκλο διαχειμάζουν δύο φορές για να συμπληρώσουν τον κύκλο τους. Παράδειγμα αποτελεί το είδος *H. spinosus* των Hormaphididae τα οποία περνούν τον πρώτο τους χειμώνα ως ωά στο *Hamamelis* (πρωτεύων ξενιστής) και το δεύτερο χειμώνα ως νύμφη στο *Betula* (δευτερεύων ξενιστής) (Pergande 1901). Η νύμφη αυτή ανήκει στην τρίτη γενιά από το θεμελιωτικό και είναι πολύ διαφορετική μορφολογικά από τις νύμφες των άλλων γενεών. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι αυτού του είδους οι νύμφες αναπτύσσονται ειδικά για να ξεπεράσουν δρυμείς χειμώνες, όπως στο είδος *Hormaphis hamamelidis* Fitch. Και άλλα συγκεκριμένα είδη, τα οποία έχουν ετήσιο βιολογικό κύκλο και αυτού του είδους νύμφες παράγονται το καλοκαίρι.

Οι πληροφορίες για τις φυσιολογικές ιδιότητες των διαχειμαζουσών αφίδων είναι περιορισμένες. Η βιολογική σημασία του όρου 'διαχειμάζουσα μορφή' παραμένει επομένως μάλλον ασαφής. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν πολλά παραδείγματα ενδιάμεσων μεταξύ των καταστάσεων που παρουσιάζουν τα *E. abietinum* και *C. arma/clematis*. Ανολοκυκλικοί πληθυσμοί του *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) διαχειμάζουν σε ποικίλα στάδια ανάπτυξης, αλλά είναι περισσότερο ανθεκτικά στο κρύο στα πρώτα στάδια και λιγότερο καθώς αναπτύσσονται (Börner & Heinze 1957). Επίσης το είδος *Thecabius affinis* (Koch) διαχειμάζει σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, αλλά κυρίως στο 2^ο στάδιο. Οι νεογέννητες νύμφες των ειδών γίνονται αδρανείς όταν αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, ανεξάρτητα από τη φωτοπερίοδο, και κυρίως σταματούν στο 2^ο στάδιο. Η νύμφη αυτή διαφέρει από τη νύμφη του καλοκαιριού στο σκούρο πράσινο χρώμα και στη λιγοστή κηρώδη έκκριση (Sutherland 1968). Το *Aspidaphium escherichii* Börner διαχειμάζει ως νύμφη κυρίως 4^ο σταδίου, αλλά και οι νεότερες του 3^ο σταδίου νύμφες συμπεριλαμβάνονται στους χειμερινούς πληθυσμούς. Σε αυτό το είδος η χειμερινή νύμφη δεν μπορεί να αναγνωριστεί μορφολογικά από τη νύμφη του καλοκαιριού (Müller 1971).

6. Μορφολογικοί χαρακτήρες προσδιορισμού αφίδων

Κάθε νέο είδος αφίδας πρέπει να περιγραφεί, να ονομαστεί και να εξετασθεί η ταξινόμική του θέση. Με το τρόπο αυτό θα γίνει η ταξινόμηση. Αν θέματα βιολογίας είναι γνωστά, όπως για παράδειγμα η ταυτότητα του φυτού ξενιστή και το μέρος του φυτού στο οποίο η αφίδα τρέφεται, τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να αναφέρονται γιατί είναι σημαντικά για το μελλοντικό προσδιορισμό. Η έρευνα για το όνομα ενός είδους αφίδας, το οποίο έχει ήδη περιγραφεί, δεν είναι συνήθως δύσκολη αν το φυτό ξενιστής είναι γνωστό, γιατί ο αριθμός των ειδών αφίδων τα οποία μπορούν να ζήσουν σε ένα συγκεκριμένο φυτό ξενιστή δεν είναι μεγάλος. Συχνά όμως το φυτό ξενιστής δεν μπορεί να προσδιορισθεί ή οι αφίδες προέρχονται από παγίδες και η προέλευση τους είναι άγνωστη. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο προσδιορισμός είναι περισσότερο δύσκολος και θα πρέπει να στηρίζεται πλήρως σε μορφολογικούς χαρακτήρες. Αν προέρχεται από γνωστό φυτό ή όχι, οι αφίδες προσδιορίζονται κυρίως με βάση τους μορφολογικούς χαρακτήρες. Για την κατάταξη μιας αφίδας σε μια οικογένεια, σε μια φυλή ή ακόμα και σε ένα γένος, χρησιμοποιούνται κυρίως ποιοτικοί χαρακτήρες, αλλά στο επίπεδο του είδους χρησιμοποιούνται πιο συχνά οι ποσοτικοί χαρακτήρες.

Οι παρακάτω χαρακτήρες είναι χρήσιμοι για τον προσδιορισμό του είδους: ο βαθμός σκληριτινοποίησης, η φύση της επιδερμικής επιφάνειας, η μέθοδος της παραγωγής του κηρού, ο αριθμός, το μέγεθος και το σχήμα των τριχών και των άρθρων, το χρώμα της ζωντανής αφίδας, το σχήμα και το μήκος του σώματος, και συγκεκριμένοι χαρακτήρες της κεφαλής, του θώρακα και της κοιλιάς και των ειδικών τους εξαρτημάτων.

Σκληριτινοποίηση

Το σώμα της αφίδας μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο σκληριτινοποιημένο και οι σκληρίτες περισσότερο ή λιγότερο χρωματισμένοι. Ο βαθμός της σκληριτινοποίησης είναι μερικές φορές χαρακτήρας προσδιορισμού των ειδών, αλλά συνήθως είναι χαρακτήρας του γένους. Για παράδειγμα, όλες οι πτερωτές μορφές των ειδών του *Dysaphis* έχουν ένα κεντρικό κοιλιακό τμήμα στη

ράχη αλλά κανένα πτερωτό του *Macrosiphum* δεν φέρει τέτοιο τμήμα. Αντίθετα στο γένος του *Aphis* η σκληριτινοποίηση ποικίλει ανάμεσα στα είδη και δεν είναι σταθερή ούτε μέσα στα είδη, ώστε μέσα σε ένα πληθυσμό μπορεί να υπάρχουν μερικά άτομα με πολλούς σκληρίτες και άλλα με μόνο λίγους.

Επιφάνεια της επιδερμίδας

Η επιφάνεια του σώματος της αφίδας ή τα εξαρτήματα της μπορεί να είναι λεία, φολιδωτά, τραχεία, ακανθώδη, δικτυοειδή, κυψελώδη κ.τ.λ.. Σε ένα άτομο συνήθως υπάρχουν πολλοί τύποι επιδερμικών επιφανειών. Πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά καθορίζουν συχνά τα είδη.

Παραγωγή κηρού

Μερικά είδη αφίδων είναι παραγωγοί κηρού και το είδος του κηρού που παράγεται μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό των ειδών. Σε μερικά είδη ο κηρός εκκρίνεται από ειδικά ελάσματα που ποικίλουν σε τύπους και σχήματα. Αυτά τα ελάσματα είναι κυρίως νωτιαία αλλά στην οικογένεια των Adelgidae τα τμήματα αυτά είναι συχνά κοιλιακά. Ακόμα ο αριθμός, η κατανομή, ο τύπος και το σχήμα αυτών των ελασμάτων κηρού χρησιμοποιούνται ως ταξινομικοί χαρακτήρες και συγκεκριμένα στο επίπεδο του είδους.

Τρίχες

Το σώμα και τα εξαρτήματα των αφίδων έχουν συνήθως πολλές τρίχες. Για τον προσδιορισμό των ειδών τα απόλυτα και σχετικά μήκη των τριχών, το σχήμα τους, ο τύπος της κορυφής, ο αριθμός και η θέση τους σε συγκεκριμένο όργανο ή σε τμήμα είναι σημαντικά χαρακτηριστικά. Το μήκος της τρίχας θα πρέπει να μετριέται χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η βασική θηλή. Το μήκος των τριχών του σώματος και της κεραίας συνήθως συγκρίνεται με τη διάμετρο του τρίτου άρθρου της κεραίας. Στην περίπτωση αυτή δύο διάμετροι μπορούν να επιλεγθούν, του μέσου του άρθρου της κεραίας και της βάσης στην αρθρική ζώνη με το δεύτερο άρθρο της κεραίας. Οι τρίχες των ποδιών συνήθως συγκρίνονται με τη διάμετρο του τμήματος (π.χ. μηρού ή κνήμης) στο οποίο παράγονται.

Τα μήκη των τριχών συγκεκριμένων οργάνων ή τμημάτων ποικίλουν ακόμα και σε ένα μόνο άτομο. Ο κανόνας είναι η μέτρηση μόνο της πιο μακριάς τρίχας, έτσι αποκτούμε την παραλλακτικότητα του εύρους των μετρήσεων. Για παράδειγμα, η περιγραφή 'οι τρίχες του τρίτου άρθρου της κεραίας είναι μήκους 10-15 μm ' σημαίνει ότι το μήκος των μεγαλύτερων τριχών ποικίλει μεταξύ 10 με 15 μm .

Οι τρίχες στο κοιλιακό μέρος του σώματος είναι συνήθως λεπτές και αιχμηρές, αλλά στο νωτιαίο μπορεί να έχουν διάφορες μορφές και τύπους κορυφών. Συνήθως οι τρίχες των άπτερων ενηλίκων μορφών και των νυμφών δεν διαφέρουν από αυτές των πτερωτών μορφών, αλλά στο *Capitophorus* και σε συγγενή γένη οι νωτιαίες τρίχες των άπτερων μορφών και των νυμφών είναι μακριές και λεπτές ενώ αυτές των πτερωτών μορφών είναι κοντές και αμβλείες.

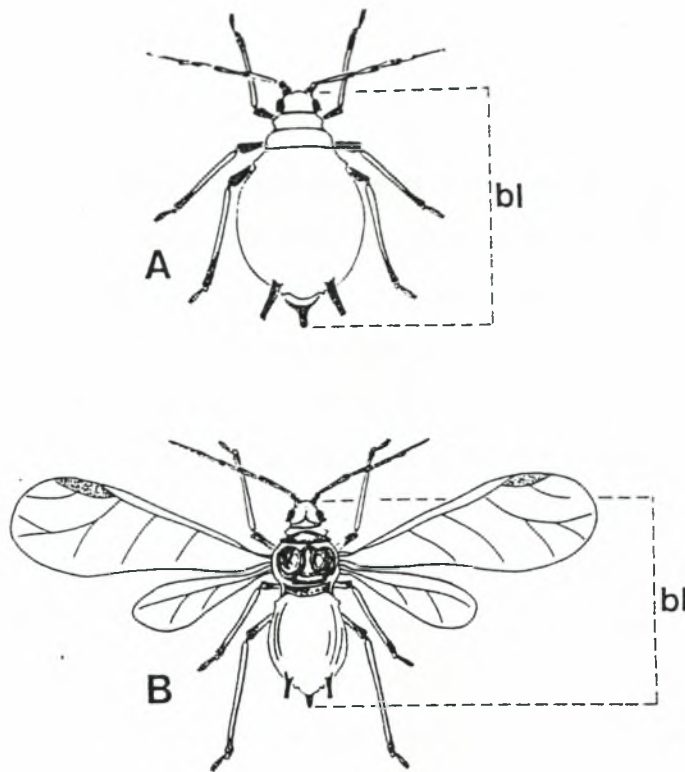
Ο τύπος, ο αριθμός και η θέση των τριχών σε μερικά όργανα ή τμήματα μπορεί επίσης να είναι σημαντικοί χαρακτήρες για τον προσδιορισμό των ειδών.

Χρώμα ζωντανών αφίδων

Το χρώμα της αφίδας σε συνδυασμό με τη γνώση του φυτού ξενιστή, αποτελεί χρήσιμο υλικό για τον προκαταρκτικό προσδιορισμό του είδους. Μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις το χρώμα είναι αποφασιστικής σημασίας για τον προσδιορισμό. Το χρώμα της ζωντανής αφίδας θα πρέπει πάντα να σημειώνεται. Μόλις το έντομο πεθάνει το χρώμα αλλάζει.

Μήκος και σχήμα σώματος

Στο επίπεδο του είδους το μήκος του σώματος είναι συχνά χρήσιμος χαρακτήρας, ανεξάρτητα από τη μεγάλη διακύμανση του ακόμα και μέσα σε ένα πληθυσμό. Το χρώμα και το μήκος του σώματος είναι χρήσιμοι χαρακτήρες ειδικά για προσδιορισμό των αφίδων στον αγρό σε μια συγκεκριμένη καλλιέργεια. Όταν περιγράφεται ένα είδος αφίδας, το μήκος του σώματος των διαφορετικών μορφών είναι σημαντικό στοιχείο, και το οποίο συνήθως υποδεικνύεται ως εξής 'μήκος σώματος 2,54-3,03 mm'. Το μήκος του σώματος μιας αφίδας (bl) μετριέται σε μόνιμο μικροσκοπικό παρασκεύασμα, συνήθως από το μπροστινό μέρος της κεφαλής ως το άκρο της ουράς (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Ο τρόπος μέτρησης του μήκους σώματος των αφίδων.

(A) άπτερη μορφή, (B) πτερωτή μορφή

Το σχήμα του σώματος της αφίδας μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό μόνο σε λίγες περιπτώσεις. Μερικές φορές, το σχήμα σε συνδυασμό με άλλα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά όπως το χρώμα και το μήκος του σώματος μπορεί να είναι χρήσιμα, όπως σε αφίδες με επίμηκες, ή περισσότερο ή λιγότερο στενό σώμα [π.χ. *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *Hyalopterus pruni* (Geoffroy)].

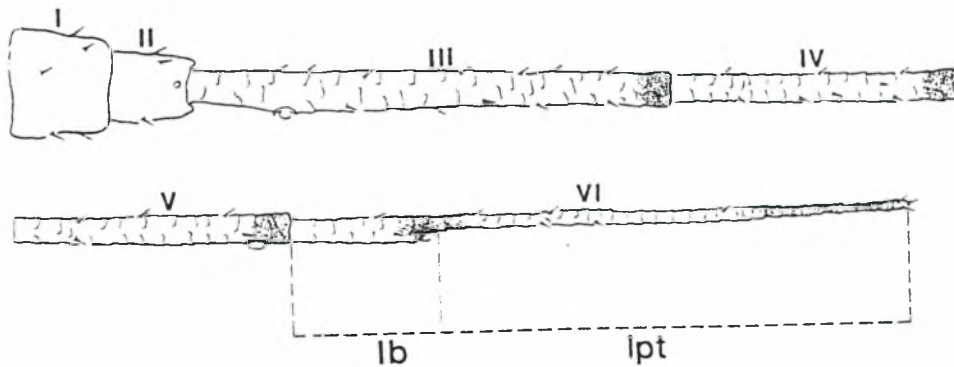
Κεφαλή

Οι χαρακτήρες της κεφαλικής κάψας είναι κυρίως κατάλληλοι μόνο στα επίπεδα πάνω από το είδος ή ακόμα πάνω από το γένος. Αντίθετα, οι κεραίες, τα στοματικά τμήματα και οι τρίχες της κεφαλής και τα φυμάτια, προσφέρουν καλά στοιχεία για τον προσδιορισμό των ειδών. Τα μάτια έχουν ενδιαφέρον στο επίπεδο της οικογένειας.

Κεραίες

Ο αριθμός των άρθρων της κεραίας είναι λίγες φορές χρήσιμος για τον προσδιορισμό των ειδών, και είναι πολύ πολύτιμος στο επίπεδο του γένους. Αντίθετα το μήκος της κεραίας σε σχέση με το μήκος του σώματος, οι σχέσεις μεταξύ των μηκών του 3^{ου}, 4^{ου}, 5^{ου} και 6^{ου} άρθρου και ειδικά του μήκους του τελικού τμήματος του τελευταίου άρθρου της κεραίας, είναι πολύ καλοί χαρακτήρες ειδών. Το μήκος του τελικού τμήματος του τελευταίου άρθρου της κεραίας (lpt) έχει συνήθως σχέση με το μήκος του βασικού τμήματος (lb) του ίδιου άρθρου της κεραίας, αλλά μερικές φορές και με το μήκος του 3^{ου} άρθρου. Το τελικό τμήμα του τελευταίου άρθρου της κεραίας μετράται από το ακραίο χεΐλος του πρώτου ρινάριου έως την άκρη του τμήματος, όπου υπάρχουν συνήθως 3-5 λεπτές τρίχες (Εικόνα 5).

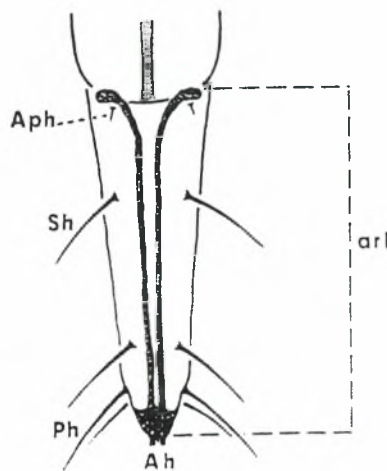
Οι τύποι του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος ριναρίου είναι χαρακτήρες του γένους ή ανωτέρου επιπέδου. Ο αριθμός των δευτερευόντων ριναρίων και οι θέσεις τους στα άρθρα της κεραίας είναι χαρακτήρες στο επίπεδο του είδους.



Εικόνα 5. Η κεραία της άπτερης μορφής του *Metopolophium dirhodum* (Walker). lb: το μήκος του βασικού τμήματος του τελευταίου άρθρου της κεραίας, lpt: το μήκος του τελικού τμήματος του τελευταίου άρθρου της κεραίας και I, II, III,... VI άρθρα της κεραίας.

Στοματικά μόρια

Στο επίπεδο του είδους οι χαρακτήρες του ρύγχους είναι ιδιαίτερας σημαντικές. Το απόλυτο του μήκος, το μέρος του σώματος που εκτείνεται από την κορυφή του ρύγχους και οι χαρακτήρες του ακραίου τμήματος του ρύγχους είναι στοιχεία των στοματικών μορίων που συνήθως χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του είδους. Το μήκος του ρύγχους μπορεί να ποικίλει πολύ. Ένα κοντό ρύγχος δεν φτάνει έως το μέσο ισχίο, ένα μακρύ ρύγχος μπορεί να φτάσει το γεννητικό σπλισμό ή να ξεπεράσει το μήκος του σώματος. Το μήκος του ρύγχους θα πρέπει να μετράται σε μικροσκοπικό παρασκεύασμα ώστε να είναι βέβαιο ότι το ρύγχος έχει εκταθεί (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Το ακραίο άρθρο του ρύγχους της *Aphis craccivora* Koch. Ah: τρίχες κορυφής, Aph: ακραίες τρίχες, arl: μήκος του τελευταίου άρθρου του ρύγχους, Ph: πρωτεύουσες τρίχες, Sh: δευτερεύουσες τρίχες.

Μαζί με τον αριθμό των δευτερευουσών τριχών του τελευταίου άρθρου του ρύγχους είναι σημαντικό να γνωρίζουμε και το απόλυτο και σχετικό μήκος του και το σχήμα του. Το μήκος μπορεί να συγκριθεί με το μήκος οργάνων ή τμημάτων όπως του σιφωνίου, της ουράς ή του βασικού τμήματος του τελικού άρθρου της κεραίας. Συνήθως χρησιμοποιείται η σύγκριση με το μήκος του 2^{ου} ταρσομερούς.

Φυμάτια κεφαλής

Το κεφάλι των αφίδων μπορεί να φέρει προεξοχές του εξωσκελετού, οι οποίες έχουν συνήθως σχήμα φυματίων. Τα δύο νωτιαία φυμάτια είναι τα πιο κοινά, ευρισκόμενα κοντά στο πρόνωτο. Είναι μικρές θηλές, παρόμοιες με τα πλάγια μάτια των πτερωτών μορφών, και βρίσκονται σχεδόν σε όλα τα είδη των γενών *Dysaphis* και *Anuraphis* και σε κάποιους πληθυσμούς άλλων ειδών όπως του *Metopolophium dirhodum* (Walker) και του *Myzus cerasi* (Fabricius).

Άλλα νωτιαία φυμάτια μπορεί να υπάρχουν στη κεφαλή της αφίδας και είναι συνήθως κωνικά ή πολυσχιδή, σε ένα ή τρία ζεύγη. Όταν η κεφαλή φέρει αυτού του τύπου τα φυμάτια, ο θώρακας και η κοιλιά επίσης έχουν φυμάτια. Ο αριθμός των νωτιαίων φυματίων, στην κεφαλή και στο θώρακα και κοιλιά, είναι συνήθως χαρακτηριστικά του είδους και συχνά αποτελούν καλό χαρακτήρα για τον προσδιορισμό. Φυμάτια τέτοιου τύπου μπορούν να βρεθούν για παράδειγμα σε μερικά είδη των *Paoliella*, *Neuquenaphis*, *Ctenocallis* και *Israelaphis*.

Θώρακας

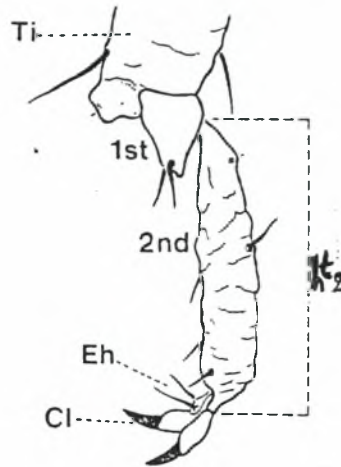
Οι χαρακτήρες των τμημάτων του θώρακα είναι χρήσιμοι για τον προσδιορισμό στο επίπεδο της οικογένειας. Περισσότερο ποικίλα και πιο χρήσιμα στο επίπεδο του είδους είναι τα πόδια, οι πτέρυγες και, όταν υπάρχουν, τα φυμάτια.

Πόδια

Τα πόδια μπορεί να ποικίλουν από πολύ χρωματισμένα ως ωχρά. Το μήκος και το πλάτος της κνήμης, ειδικά στο τρίτο ζεύγος, έχουν συχνά ταξινομικό ενδιαφέρον και μερικές φορές συγκρίνονται με το μήκος και πλάτος των σιφωνίων.

Οι ταρσοί είναι συχνά χρήσιμοι στον προσδιορισμό του είδους, ειδικά του πίσω ζεύγους, όπου το μήκος του 2^{ου} ταρσομερούς συγκρίνεται με αυτό του τελευταίου άρθρου του ρύγχους. Ο αριθμός των τριχών του 1^{ου} ταρσομερούς είναι συχνά πολύ σημαντικός. Σε μερικά Lachnidae το σχήμα του άρθρου βοηθάει στο χαρακτηρισμό του είδους. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα νύχια του ταρσού και οι τρίχες έχουν ενδιαφέρον πάνω από το επίπεδο του είδους, αλλά τα προηγούμενα

μερικές φορές είναι χαρακτηριστικά του είδους π.χ. στα έμβρυα του *Tetraneura* όπου υπάρχουν είδη με μακριά και κοντά νύχια (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Η άκρη της κνήμης και ο ταρσός. 1t: το μήκος του δεύτερου ταρσομερούς, Cl: νύχια, Ti: η άκρη της κνήμης, Eh: τρίχες εμποδίου.

Πτέρυγες

Οι πτέρυγες περιλαμβάνουν πολύ χρήσιμους ταξινομικούς χαρακτήρες στον προσδιορισμό αν και συνήθως όχι στο επίπεδο του είδους. Μερικά είδη μπορούν να αναγνωριστούν από τον χαρακτηριστικό χρωματισμό των πτερύγων τους, όπως τα *Pentalonia nigroneruosa* (Coquerel), *Idiopterus nephrolepidis* (Davis) και μερικά είδη του *Paoliella*. Σε έναν αριθμό στενά συγγενικών ειδών μερικά έχουν πτέρυγες με πολύ παχιές νευρώσεις και άλλα με πολύ λεπτές όπως το *Aphis pomi* (de Geer) σε σύγκριση με το *Aphis spiraecola*. Το σχήμα και ο χρωματισμός του πτεροστίγματος είναι χαρακτηριστικά που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, συνήθως για τάξη πάνω από το είδος, αλλά μερικές φορές και στο επίπεδο του είδους όπως στην *Toxoptera aurantii*. Οι νευρώσεις μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο περιφερειακά μαυρισμένες και σε μερικά γένη αυτό το χαρακτηριστικό ποικίλει μεταξύ των ειδών.

Φυμάτια θώρακα και κοιλιάς

Τα φυμάτια μπορούν να παρουσιάζονται σε ποικίλα σχήματα και μήκη. Τα νωτιαία φυμάτια είναι μακρύτερα στις άπτερες μορφές. Τα κοιλιακά φυμάτια είναι σπάνια, αλλά περιστασιακά εμφανίζονται στο μέσο στέρνο των άπτερων μορφών.

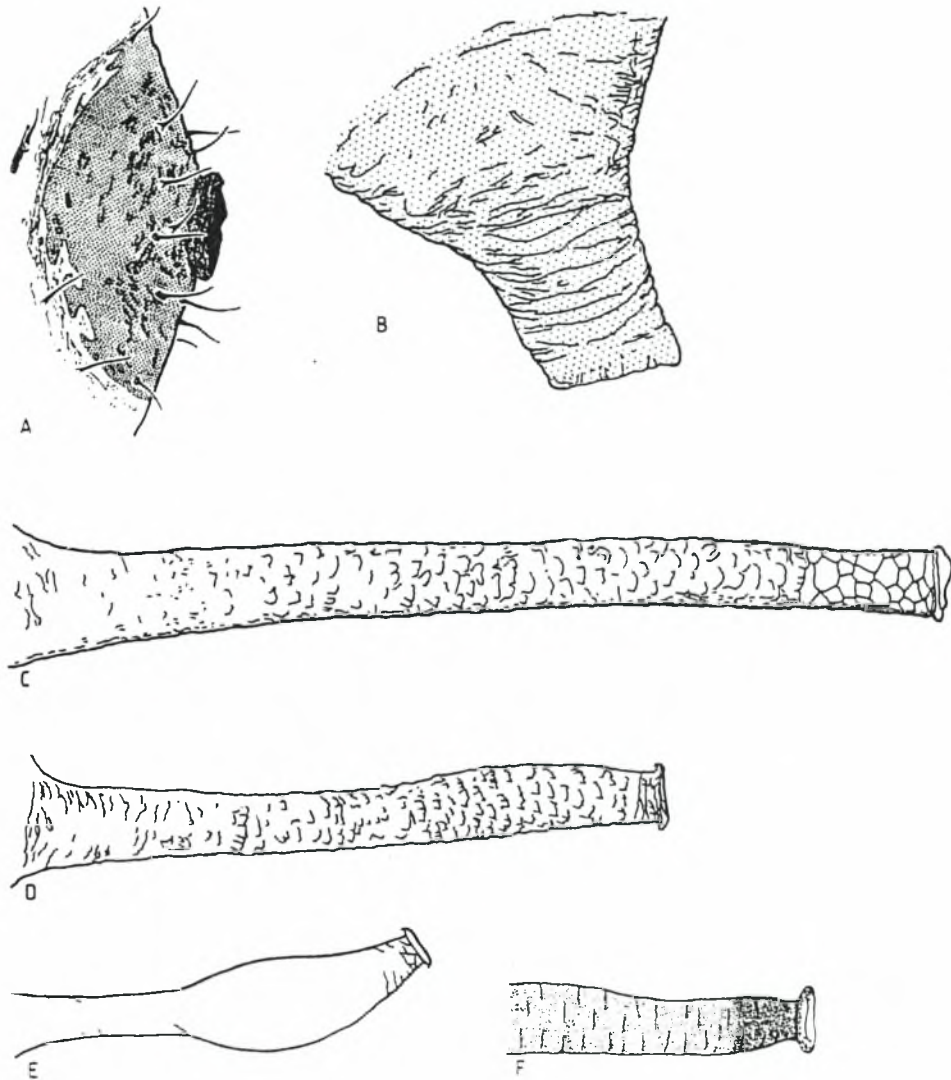
Κοιλιά

Το σχήμα της κοιλιάς ποικίλει και τα τμήματά της μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο διακριτά ή ακόμα και ενωμένα. Η μείωση των κοιλιακών τμημάτων μπορεί να βρεθεί στις άπτερες μορφές μερικών γενών της Homaphididae. Οι χαρακτήρες συγκεκριμένων κοιλιακών τμημάτων και εξαρτημάτων είναι πολύ σημαντικοί για την αναγνώριση των ειδών.

Σιφώνια

Η παρουσία ή απουσία των σιφωνίων δεν είναι καθόλου χρήσιμος χαρακτήρας για την αναγνώριση σε οποιοδήποτε επίπεδο. Αν και τα σιφώνια απουσιάζουν στα Adelgidae και στα Phylloxeridae, εμφανίζονται σε πολλές άλλες οικογένειες, με λίγες εξαιρέσεις. Στα Aphididae τα σιφώνια ποικίλουν σε μήκος από τη μορφή πόρου έως πολύ μακριά, αλλά στα *Seneciobium balachowskyi* Remaudière, *Asiphonaphis pruni* Wilson και Davis και στα θεμελιωτικά του *Longicaudus trirhodus* (Walker) απουσιάζουν. Στα Lachnidae τα σιφώνια είναι υπό τη μορφή πόρου αλλά σε μερικά Traminae δεν φαίνονται. Στα Pemphigidae υπάρχουν πολλά είδη με σιφώνια σε μερικές γενιές και χωρίς αυτά σε άλλες γενιές.

Οι παρακάτω χαρακτήρες των σιφωνίων είναι μερικές φορές χρήσιμοι για την αναγνώριση των ειδών των αφίδων: το σχήμα, το μήκος, η παρουσία τριχών, το είδος του άκρου, ο διάκοσμος και η θέση πάνω στους κοιλιακούς τεργίτες. Το μήκος των σιφωνίων συνήθως συγκρίνεται με το μήκος του σώματος και το μήκος της ουράς. Στο Εικόνα 8 φαίνονται πολλοί τύποι σιφωνίων.

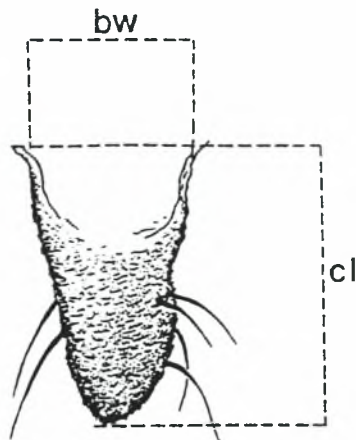


Εικόνα 8. Διαφορετικοί τύποι σφωνίων. (A) *Lachnus roboris* (Linnaeus), (B) *Myzocallis castanicola* Baker, (C) *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), (D) *Myzus persicae* (Sulzer) από άπτερη μορφή σε δευτερεύοντα ξενιστή, (E) *Eucarazzia elegans* (Ferrari), (F) *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) (A-C από Ilharco 1966, D από Ilharco 1967, E-F από Ilharco 1985).

Ουρά

Οι χαρακτήρες της ουράς συχνά χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του τάξου, από την οικογένεια έως το επίπεδο του είδους. Ως χαρακτηριστικό για την κατηγορία του είδους, το μήκος της ουράς (cl) συνήθως συγκρίνεται με αυτό του σφωνίου, αλλά μερικές φορές και με το πλάτος της βάσης της (bw) (Εικόνα 9). Ο αριθμός των τριχών στην ουρά είναι επίσης ένα στοιχείο για το είδος, όπως και σε μερικές περιπτώσεις και το μήκος αυτών των τριχών, ειδικότερα ο λόγος μεταξύ των

μακρύτερων με των κοντότερων τριχών. Ο χρωματισμός της ουράς μπορεί να ποικίλει από πολύ σκούρος μέχρι ωχρός.



Εικόνα 9. Ορθός τρόπος μέτρησης του μήκους (cl) και του πλάτους της βάσης της ουράς (bw) (από Pharco 1967).

Εδρικός σπλισμός

Αυτός είναι ένας πολύ σημαντικός χαρακτήρας στο επίπεδο της οικογένειας και μερικές φορές και του γένους. Μία σημαντική εξαίρεση είναι το γένος *Geoica* όπου τα είδη μπορούν να διακριθούν από τις τρίχες του νωτιαίου εδρικού σπλισμού.

Γεννητικός σπλισμός

Παρόλο που δεν έχει μεγάλη διαγνωστική αξία, οι χαρακτήρες του γεννητικού σπλισμού πάντα αναφέρονται στην περιγραφή των ειδών. Ο γεννητικός σπλισμός μπορεί να είναι χρωματισμένος ή ωχρός και πάντα διατηρεί ένα αριθμό τριχών.

7. Άλλοι χρήσιμοι χαρακτήρες για τον προσδιορισμό

Αν και η αναγνώριση στο επίπεδο του είδους βασίζεται σε σταθερές μορφολογικές διαφορές, μη μορφολογικοί χαρακτήρες μπορεί να είναι χρήσιμοι. Στις περιπτώσεις όπου μόνο μη μορφολογικοί χαρακτήρες βοήθησαν στη διάκριση της ταυτότητας δύο ή περισσότερων στενά συγγενικών ειδών θα πρέπει με βιομετρικές και άλλες στατιστικές μεθόδους να συσχετιστούν αυτοί οι χαρακτήρες με διαφορές στη μορφολογία. Οι κλείδες για την αναγνώριση των ειδών των αφίδων θα πρέπει να βασίζονται μόνο σε μορφολογικές διαφορές και αν άλλοι χαρακτήρες συμπεριλαμβάνονται σε αυτές, αυτοί θα πρέπει να είναι απλώς συμπληρωματικοί.

Οι παρακάτω κατηγορίες μη μορφολογικών χαρακτήρων συνήθως χρησιμοποιούνται ως εργαλεία στον προσδιορισμό των αφίδων.

7α. Χαρακτηριστικά βιολογίας

Επειδή πολλά είδη αφίδων είναι μονοφάγα, η αναγνώριση του φυτού ξενιστή είναι μεγάλης σημασίας. Όταν πραγματοποιείται συλλογή αφίδων, ακριβείς σημειώσεις θα πρέπει να παρθούν για το χρώμα της ζωντανής αφίδας και των προνυμφών της, η παρουσία και το σχήμα των κηρωδών εκκριμάτων στα νώτα των αφίδων, αν οι αφίδες ζουν μοναχικά, σε ανοιχτές ή πυκνές αποικίες, το όργανο του φυτού στο οποίο τρέφονται οι αφίδες, αν συμβιώνουν ή όχι με μυρμήγκια κ.τ.λ. Όσο πιο πλήρεις είναι οι πληροφορίες που καταγράφονται τόσο μεγαλύτερη πιθανότητα υπάρχει ο προσδιορισμός να είναι εύκολος.

Σε δείγματα με πολύ στενά συγγενικά είδη στα οποία οι μορφολογικές διαφορές είναι μικρές, έλεγχοι ως προς την αποδοχή διαφορετικών φυτών ξενιστών μπορεί να είναι αποφασιστικοί για τον προσδιορισμό των ειδών. Η σύγκριση της εξέλιξης των αφίδων και των φυτών έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί στα καλύτερα συστήματα ταξινόμησης των αφίδων, όπως του Hille Ris Lambers (1950).

7β. Βιοχημικοί χαρακτήρες

Απλές μέθοδοι χρωματογραφίας έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό συγκεκριμένων ειδών αφίδων και ανήλικων ζωντανών αφίδων στο ίδιο φυτό ξενιστή (Eichhorn 1958, Henderson et al. 1976). Ο τελικός σκοπός αυτών των μεθόδων είναι η απλοποίηση αναγνώρισης για μη ειδικούς. Η λεπτού στρώματος χρωματογραφία έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος για τη διάκριση μεταξύ των ειδών του σύμπλοκου είδους της *A. fabae* (Kiser 1979). Διαφορές στα πρότυπα ενζύμων έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τη διευκρίνιση των σχέσεων των ειδών μεταξύ δύσκολων group. Αυτές οι διαφορές παρατηρούνται με τη μέθοδο της ηλεκτροφόρησης με πήκτωμα (Tomruk et al. 1979) και με την ισοηλεκτρική εστίαση (Furk 1979). Τα αποτελέσματα μέχρι τώρα δεν πρόσφεραν σημαντική συμβολή στα προβλήματα του προσδιορισμού των αφίδων. Όμως, οι αναλύσεις της ηλεκτροφόρησης έχουν αποδεικτεί πολύ χρήσιμες στη διάκριση μεταξύ κλώνων ενός είδους αφίδας και στην εκτίμηση της ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα σε συγκεκριμένους κλώνους του *M. persicae* (Baker 1977).

7γ. Κυτταρολογικοί χαρακτήρες

Η πιθανότητα χρήσης των καρυστύπων των αφίδων έχει πάρει μεγαλύτερη προσοχή από τη στιγμή που οι Dionne & Spicer (1957) περιέγραψαν μια εύκολη τεχνική για την παρατήρηση των σωματικών χρωμοσωμάτων των αφίδων. Ένα πρόβλημα αυτής της τεχνικής ήταν ότι η ανάλυση του αριθμού των χρωμοσωμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε ζωντανές αφίδες. Αργότερα αυτή η δυσκολία ξεπεράστηκε όταν ο Blackman (1980) ανέπτυξε τη μέθοδο προ-σταθεροποίησης.

Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων περισσότερων από 500 είδη αφίδων έχουν εκτιμηθεί και έχουν δημοσιευτεί. Σύντομα έγινε φανερό ότι τα χρωμοσώματα των αφίδων στερούνται διαφορετικών μορφολογικών στοιχείων και η σύγκριση των καρυστύπων δεν είναι συνήθως πολύ χρήσιμη στη διάκριση μεταξύ ειδών του ίδιου γένους. Τα σχετικά μήκη και περιοχές των σωματικών χρωμοσωμάτων, που επιδεικνύονται σε ιδεογράμματα, τα οποία θεωρηθεί ότι πρόσφεραν μεγαλύτερη βοήθεια στην αναγνώριση (Robinson & Chen 1969), αλλά η πρακτική εφαρμογή του αριθμού των χρωμοσωμάτων για τον προσδιορισμό των ειδών των αφίδων είναι σπάνια. Σε μερικές περιπτώσεις αμφιβολίας για την ύπαρξη ενός ή δύο στενά

συγγενικών ειδών σε αφίδες διαφορετικών φυτών ξενιστών, η παρουσία διαφορετικού αριθμού σωματικών χρωμοσωμάτων αναίρεσε τις αμφιβολίες μετά την εκτίμηση των μορφολογικών διαφορών μεταξύ των ειδών (Blackman 1977).

7δ. Ιστολογικοί χαρακτήρες

Ο Bömer (1938) χρησιμοποίησε χαρακτήρες του πεπτικού συστήματος για τη συστηματική των αφίδων παρόλο που εκείνη την περίοδο τα συστήματα λίγων μόνον ειδών είχαν μελετηθεί. Ο Ponsen (1982) μελέτησε συστηματικά τα πεπτικά συστήματα πολλών ειδών αφίδων και ειδικά των οικογενειών Drepanosiphidae, Greenideidae και Lachnidae. Όπως διαπιστώθηκε οι ιστολογικοί χαρακτήρες δεν μπορούν να βοηθήσουν ουσιαστικά στην αναγνώριση των ειδών αφίδων.

7ε. Σχέσεις αφίδων παρασιτοειδών

Ο Mackauer (1965) έδωσε προσοχή στην παράλληλη εξέλιξη των αφίδων και των παρασιτοειδών της οικογένειας Aphidiidae. Πρότεινε τη χρήση παρασιτολογικών δεδομένων με σκοπό την καλύτερη ταξινόμηση και έδωσε ορισμένα στοιχεία για τις ταξινομικές σχέσεις μεταξύ ποικίλων ομάδων αφίδων από την παρασιτολογική άποψη.

Παρόλο που σε μερικές περιπτώσεις ειδικών παρασιτοειδών τα είδη αφίδων μπορούν να προσδιοριστούν με αναγνώριση των παρασιτοειδών τους, στην πράξη αυτή η μέθοδος δεν χρησιμοποιείται εκτός από ειδικούς στα παράσιτα που έχουν περισσότερες γνώσεις για τα παράσιτα από τις αφίδες.

8. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της παραλλακτικότητας του είδους *M. persicae* σε σχέση με τη γεωγραφική του εξάπλωση. Πιο συγκεκριμένα, αφορά τη μελέτη της κατηγορίας βιολογικού κύκλου κλώνων του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καπνό, από έξι διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές της Ευρώπης, και από διαφορετικούς ξενιστές, πιπεριά και πατάτα, από τρεις διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Επίσης αφορά τη μελέτη της παραλλακτικότητας των μορφολογικών χαρακτηριστικών μεταξύ των ανωτέρω κλώνων, ώστε να εξετασθεί η επίδραση ορισμένων παραγόντων πάνω στο φαινότυπο των αφίδων.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

(Το είδος της αφίδας *M. persicae*, είναι το πιο σημαντικό από πολλά είδη αφίδων με οικονομική σημασία, το οποίο σε εύκρατα κλίματα διατηρεί διαφορετικούς τύπους βιολογικών κύκλων. Έτσι υπάρχουν ολοκυκλικοί, ανολοκυκλικοί, ανδροκυκλικοί και ενδιάμεσοι πληθυσμοί. Αυτό το φαινόμενο αποτελεί στρατηγική για καλύτερη αξιοποίηση των πόρων και επιβίωσης του είδους.)

Σε μελέτη του βιολογικού κύκλου σε κλώνους του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από διάφορους ξενιστές από περιοχές της Αγγλίας και της Ουαλίας, ο Blackman (1971) βρήκε ότι στην ίδια περιοχή συνυπάρχουν κλώνοι που ακολουθούν και τις δύο στρατηγικές διαχείμασης. Διαφορές στο ποσοστό των ολοκυκλικών, ανολοκυκλικών και ανδροκυκλικών βρήκε σε πληθυσμούς από διαφορετικές περιοχές, διαφορετικούς ξενιστές καθώς και σε διαφορετικά έτη στην ίδια περιοχή. Επίσης βρήκε ενδιάμεσους κλώνους σε μικρό ποσοστό, που έφτασε το 6%.

Μελετώντας τις στρατηγικές διαχείμασης της *M. persicae* σε μεγάλο αριθμό κλώνων, που συλλέχθηκαν από διάφορους ξενιστές και από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, ο Μαργαριτόπουλος και συν. (1999) βρήκε ότι οι ολοκυκλικοί κλώνοι κυριαρχούν σε περιοχές όπου καλλιεργείται εκτεταμένα η ροδακινιά. Επίσης στην ίδια μελέτη βρήκε ενδιάμεσους κλώνους σε ποσοστό 2,6% και επισήμανε ότι οι ανδροκυκλικοί και ενδιάμεσοι κλώνοι που μεταναστεύουν στις καλλιέργειες, προέρχονται ως επί το πλείστο από τους χειμερινούς ξενιστές, δηλαδή από τα αυτοφυή φυτά και τις διάφορες χειμερινές καλλιέργειες.

Ο Blackman (1974) σε μια ανασκόπηση της βιολογίας του *M. persicae* διαπίστωσε ότι το είδος διατηρεί την ικανότητα σεξουαλικής και παρθενογενετικής αναπαραγωγής σε όλο το εύρος της εξάπλωσής του. Επίσης έδειξε ότι η παραλλακτικότητα στο βιολογικό κύκλο μεταξύ διαφόρων περιοχών του πλανήτη σχετίζεται με τη διαφορά θερμοκρασίας. Στις περιοχές με εύκρατο κλίμα και σχετικά ήπιο χειμώνα συνυπάρχουν τόσο ολοκυκλικοί όσο και ανολοκυκλικοί και ανδροκυκλικοί πληθυσμοί. Οι σχετικές συχνότητες εμφάνισης των δύο μορφών την άνοιξη εξαρτώνται από τις θερμοκρασίες του προηγούμενου χειμώνα. Επίσης διατύπωσε την άποψη ότι περιοριστικός παράγοντας για τους ανολοκυκλικούς και

ανδροκυκλικούς πληθυσμούς μιας περιοχής μπορεί να είναι η αφθονία του πρωτεύοντος ξενιστή, ενώ για τους ολοκυκλικούς η έλλειψη του πρωτεύοντος ξενιστή.

Σχετικά με τις αφίδες που αποικίζουν τον καπνό (*Nicotiana tabacum* L.) φαίνεται ότι αυτές παρουσιάζουν πολυμορφικό βιολογικό κύκλο. Σε πολλές χώρες που καλλιεργείται ο καπνός, δεν υπάρχει σεξουαλική αναπαραγωγή (Blackman & Spence 1992). Αντίθετα στην Ιαπωνία και την Κεντρική Ασία υπάρχουν ολοκυκλικοί και ανδροκυκλικοί πληθυσμοί του *M. persicae* που τρέφονται στον καπνό (Zagorovskii 1947, Kolesova et al. 1980, Takada 1986). Πρόσφατα βρέθηκε ότι στην Ελλάδα κλώνοι που τρέφονται στον καπνό μεταναστεύουν από τη ροδακινιά (Blackman & Spence 1992). Επίσης έχει βρεθεί ότι στη Β. Ελλάδα, στις κύριες περιοχές καλλιέργειας της ροδακινιάς, υψηλό ποσοστό κλώνων του *M. persicae*, που τρέφονται στον καπνό και σε άλλους ξενιστές είναι ολοκυκλικοί (Μαργαριτόπουλος και συν. 1997).

Το 1987 ο Blackman με μορφομετρικές μελέτες σε πληθυσμούς του συμπλόκου είδους *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από διάφορους ξενιστές και περιοχές της Αμερικής, Ευρώπης, Αφρικής και Ασίας, έδειξε ότι οι κλώνοι από τον καπνό μπορούν να διακριθούν από τους κλώνους των άλλων ξενιστών με τη χρήση της Ανάλυσης Κανονικών Μεταβλητών (Canonical Varieties Analysis). Η μορφολογική διαφορά των αφίδων του καπνού βρέθηκε ότι είναι σταθερή και υπόκειται σε πολυγονιδιακό έλεγχο. Στην ίδια μελέτη ο Blackman υποστήριξε τη γενετική απομόνωση των πληθυσμών που τρέφονται στον καπνό, από αυτούς των άλλων ξενιστών. Διατύπωσε την άποψη ότι οι πληθυσμοί αυτοί ήταν κυρίως παρθενογενετικοί και επομένως δεν μπορούσαν να παράγουν υβρίδια με το *M. persicae*. Με βάση αυτά τα στοιχεία η μορφή που αποικίζει τον καπνό περιγράφηκε ως νέο είδος, το *Myzus nicotianae* Blackman (Blackman 1987).

Οι Blackman & Spence (1992) ανακάλυψαν πολυμορφισμό στο ένζυμο γλουταμική οξοακετυλική τρανσαμινάση (GOT) ικανό να διακρίνει τους κλώνους που τρέφονται στον καπνό με ποσοστό επιτυχίας 90-100%. Το *M. persicae* βρέθηκε μονομορφικό στη GOT ενώ το *M. nicotianae* παρουσίασε δύο μορφές, με διαφορετική κινητική ικανότητα. Πρόσφατα αποτελέσματα γενετικής ανάλυσης με τη μέθοδο RAPD-PCR απέτυχαν να αναδείξουν μια συνεπή διαφορά στο πρότυπο ζωνών μεταξύ κλώνων που συλλέχθηκαν από καπνό και από άλλους ξενιστές

(Margaritoropoulos et al. 1998). Αυτό έχει ως συνέπεια την ύπαρξη αμφιβολίας για το αν θα πρέπει το *M. nicotianae* να αναφέρεται ως ξεχωριστό είδος. Με τη μέθοδο RAPD-PCR η διαφορά που βρέθηκε σε μια ζώνη είχε υψηλή συσχέτιση με το φυτό ξενιστή και υποστηρίζει την άποψη ότι οι αφίδες που τρέφονται στον καπνό αποτελούν ξεχωριστή φυλή προσαρμοσμένη στο φυτό ξενιστή και όχι διαφορετικό είδος.

Την παραπάνω άποψη υποστηρίζει πρόσφατη εργασία μορφομετρικής ανάλυσης μεγάλου αριθμού κλώνων του *M. persicae*, που προέρχονται από πολλές περιοχές της Ελλάδος και διαφορετικούς ξενιστές (Margaritoropoulos et al. 2000). Οι ανωτέρω εργασίες συνέβαλαν στη διευκρίνιση της κατάστασης των ειδών *M. persicae* και *M. nicotianae* και την αναθεώρηση της άποψης περί δύο διαφορετικών ειδών.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να δώσει απαντήσεις σε ορισμένα ερωτήματα, όπως για το ποια είναι η κατάσταση και η έκταση της μορφολογικής παραλλακτικότητας ανάμεσα σε πληθυσμούς του *M. persicae*, που προέρχονται από καπνό από διαφορετικές περιοχές της Ευρώπης, καθώς και σε πληθυσμούς από άλλους ξενιστές, που συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Επίσης να διερευνήσει τους παράγοντες που επιδρούν πάνω στη μορφολογία της αφίδας, να διαπιστώσει τις στρατηγικές διαχείμασης που ακολουθούν οι πληθυσμοί αυτοί και να εξετάσει τους παράγοντες που επηρεάζουν τις συχνότητες εμφάνισης τους.

2. Υλικά και Μέθοδοι

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν 113 κλώνοι του *M. persicae*, οι οποίοι συλλέχθηκαν από καπνό (*Nicotiana tabacum* L.), από πέντε διαφορετικές χώρες της Ευρώπης: την Ελλάδα (25 από Ξάνθη και 16 από Ναύπλιο), την Caserta Ιταλίας (10), την περιοχή της Μαδρίτης στην Ισπανία (18), την περιοχή του Bergerac στη Γαλλία (20) και την περιοχή του Rheinstetten στη Γερμανία (24). Όλοι οι κλώνοι του καπνού συλλέχθηκαν κατά το έτος 1999, εκτός από τους κλώνους της Ιταλίας, που η συλλογή τους πραγματοποιήθηκε το έτος 1998. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι σε όλες τις περιοχές, στις οποίες πραγματοποιήθηκε συλλογή αφίδων από καπνό, δεν καλλιεργείται ο πρωτεύοντας ξενιστής του είδους, η ροδακινιά, αλλά ούτε και άλλα είδη του γένους *Prunus*.

Επίσης στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν και 34 κλώνοι του *M. persicae*: 30 από πιπεριά (*Capsicum annuum* L.) και τέσσερις από πατάτα (*Solanum tuberosum* L.), που συλλέχθηκαν από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας κατά το έτος 1999. Περισσότερα στοιχεία για τους εξεταζόμενους κλώνους φαίνονται στον Πίνακα 2 .

Πίνακας 2. Κλώνοι του *M. persicae* που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη

Περιοχή	Γ.Πλάτος Περιοχής	Ξενιστής	Ημ/νία Συλλογής	Χρώμα Κλώνων		Σύνολο Κλώνων
				Πράσινοι	Κόκκινοι	
Ναύπλιο	37° 25'	Καπνός	22/6/1999	0	16	16
Ξάνθη	41°	Καπνός	30/6/1999	2	23	25
Caserta Italy	40° 58'	Καπνός	7/7/1998	0	10	10
Madrid Spain	40° 9'	Καπνός	3/8/1999	6	12	18
Bergerac France	44° 34'	Καπνός	19/7/1999	0	20	20
Rheinstetten Germany	48° 42'	Καπνός	12/7/1999	0	24	24
Λεχώνια Μαγνησίας	39° 22'	Πιπεριά	29/6/1999	13	2	15
Μελίκη Ημαθίας	40° 38'	Πιπεριά	28/6/1999	5	1	6
Μελίκη Ημαθίας	40° 38'	Πατάτα	10/6/1999	4	0	4
Ξάνθη	41°	Πιπεριά	4/7/1999	5	4	9

Στο Σχήμα 2 φαίνονται οι γεωγραφικές περιοχές της Ευρώπης από όπου πραγματοποιήθηκε η συλλογή των αφίδων του είδους *M. persicae* από διάφορους ξενιστές.

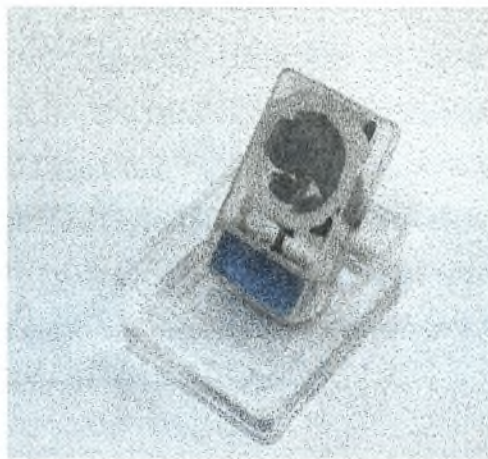


Σχήμα 2. Περιοχές των κλώνων του *M. persicae* που εξετάστηκαν: 1. Ναύπλιο, 2. Ξάνθη, 3. Caserta Ιταλίας, 4. Μαδρίτη Ισπανίας, 5. Bergerac Γαλλίας, 6. Rheinstetten Γερμανίας, 7. Λεχώνια Μαγνησίας, 8. Μελίκη Ημαθίας

(● Κλώνοι από καπνό ▲ Κλώνοι από πιπεριά και πατάτα)

Η δειγματοληψία των αφίδων έγινε με τυχαίο τρόπο και συλλέχθηκε ένα φύλλο από κάθε προσβεβλημένο φυτό. Από το κάθε δείγμα ένα άπτερο παρθενογενετικό θηλυκό τοποθετήθηκε σε ειδικό κουτί εκτροφής αφίδων (Blackman 1971) (Εικόνα 10), από το οποίο δημιουργήθηκε η κλωνική αποικία. Το άπτερο που επιλέχθηκε είχε το ίδιο χρώμα με αυτό που είχε το πλείστο των ατόμων στο φύλλο. Τα κουτιά εκτροφής που χρησιμοποιήθηκαν είχαν διαστάσεις 7,7 cm x 4,5 cm x 2 cm, στη βάση των οποίων υπάρχει κομμάτι σφουγγαριού που βρέχεται από νερό.

Οι κλώνοι εκτράφηκαν για 1-3 γενιές σε φύλλο πατάτας τοποθετημένα στα ειδικά κουτιά εκτροφής σε βιοκλιματικό θάλαμο με φωτοπερίοδο 16 ωρών φως και 8 ωρών σκότους (L16:D8) και θερμοκρασία 17°C.



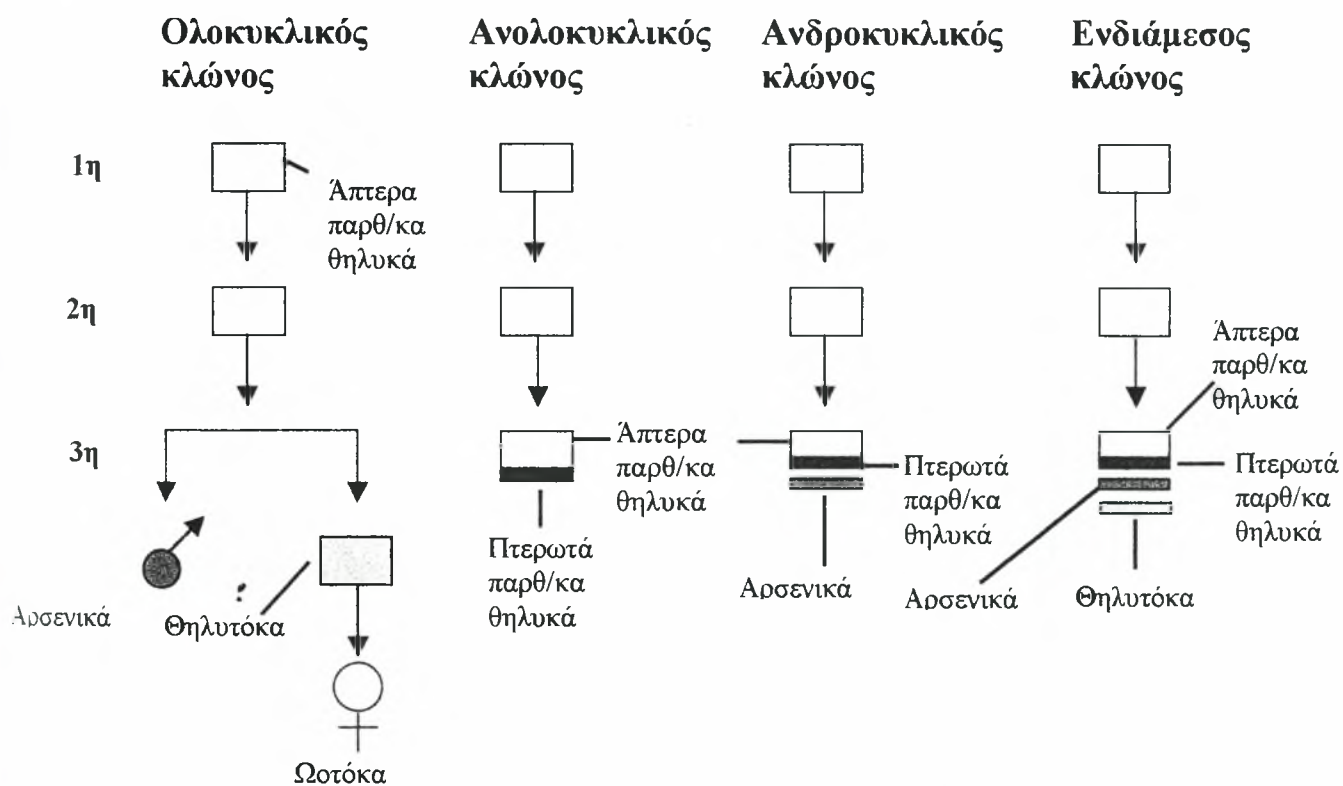
Εικόνα 10. Φωτογραφία του κουτιού εκτροφής των αφίδων

Η ποικιλία πατάτας που χρησιμοποιήθηκε για τις πειραματικές ανάγκες ήταν η Sprunta. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε πατάτα για τη διατήρηση των κλώνων και για το πείραμα, ήταν ότι αποτελεί πολύ καλό ξενιστή του είδους *M. persicae* και το φυτό αυτό εύκολα αναπτύσσεται στο θερμοκήπιο, δίνοντας μεγάλη παραγωγή σε φύλλα, τα οποία αντέχουν αρκετά στις συνθήκες του πειράματος. Τα φύλλα διατροφής των αφίδων προέρχονταν από φυτά ύψους 30 έως 50 cm, τα οποία κόβονταν από τη μέση του φυτού. Η αντικατάστασή τους στα κουτιά εκτροφής γινόταν κάθε τέσσερις ημέρες. Με τον τρόπο αυτό η θρεπτική κατάσταση των φύλλων διατηρούταν σε υψηλά επίπεδα, χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα στη θρέψη των αφίδων.

Για τον έλεγχο του βιολογικού κύκλου όλων των κλώνων άπτερα από τις αποικίες, που παρέμειναν σε L16:D8 και 17°C, μόλις ενηλικιώθηκαν μεταφέρθηκαν σε συνθήκες μικρής ημέρας (L10:D14) και σε θερμοκρασία 17°C. Μετά από τρεις γενιές σε συνθήκες μικρής ημέρας μπορεί να διαπιστωθεί αν οι κλώνοι ήταν ολοκυκλικοί ή ανολοκυκλικοί, ανδροκυκλικοί ή ενδιάμεσοι (Σχήμα 3). Στην 1^η γενιά κρατήθηκαν οι πέντε πρώτοι απόγονοι σε κάθε κουτί, στη 2^η γενιά κρατήθηκαν οι 60-80 πρώτοι απόγονοι.

Στους ολοκυκλικούς κλώνους στη 2^η γενιά οι απόγονοι ήταν κυρίως περωτά άτομα (θηλυτόκα), που στην επόμενη γενιά έδωσαν ωοτόκα. Αντίθετα στους ανολοκυκλικούς κλώνους στη 2^η γενιά ήταν κυρίως άπτερα παρθενογενετικά άτομα και λίγα περωτά, που στην επόμενη γενιά έδωσαν μόνο παρθενογενετικά άτομα.

Στην περίπτωση που στη 2^η γενιά είχαμε αρσενικά αλλά οι υπόλοιπες μορφές ήταν παρθενογενετικές, ο κλώνος χαρακτηριζόταν ως ανδροκυκλικός. Όμως στους ανδροκυκλικούς όλα τα άπτερα δεν γεννούν αρσενικά, τα οποία παράγονται μετά από ορισμένο αριθμό θηλυκών (Blackman 1971, 1972). Για το λόγο αυτό δεν μπορεί να ειπωθεί ότι πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την ικανότητα παραγωγής αρσενικών των ανολοκυκλικών κλώνων. Ο κλώνος χαρακτηριζόταν ενδιάμεσος όταν η 2^η γενιά αποτελούταν από πολλά άπτερα και πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά καθώς και από ένα μικρό αριθμό αρσενικών και θηλυτόκων.



Σχήμα 3. Διαφορετικές μορφές απογόνων των 4 κατηγοριών βιολογικού κύκλου του *M. persicae* μετά την εισαγωγή σε συνθήκες SD (Από Μαργαριτόπουλο 1999)

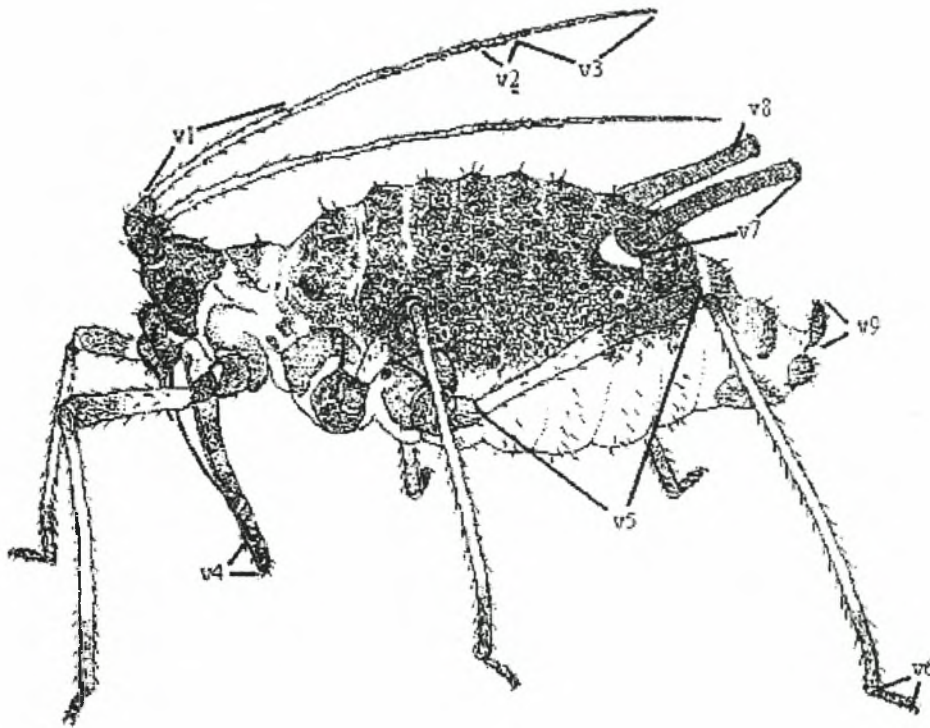
Για τη σωματομετρία των κλώνων δημιουργήθηκαν μόνιμα παρασκευάσματα (slides) αφίδων. Περίπου 10 ενήλικα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά από κάθε κλώνο διατηρήθηκαν σε ειδικό φιαλίδιο με μίγμα 1:3 γαλακτικού οξέος (75% w/w) και αλκοόλης (95%), μέχρι τη δημιουργία των παρασκευασμάτων.

Τα μόνιμα παρασκευάσματα έγιναν με τη μέθοδο Blackman & Eastop (1984). Οι αφίδες τοποθετήθηκαν σε υάλινο δοκιμαστικό σωλήνα με το υλικό διατήρησης και παρέμειναν για 2 ώρες σε υδατόλουτρο στους 80°C. Έπειτα αφαιρέθηκε το υλικό διατήρησης και για 8 λεπτά παρέμειναν σε άνυδρο οξικό οξύ (Glacial acetic acid), με το οποίο απομακρύνεται η υγρασία του σώματος των αφίδων. Αφού αφαιρέθηκε το άνυδρο οξικό οξύ, οι αφίδες παρέμειναν για τουλάχιστον 24 ώρες σε γαρυφαλέλαιο.

Σε αντικειμενοφόρο πλάκα τοποθετήθηκαν 2-3 σταγόνες βάλσαμου του Καναδά και τέσσερις αφίδες. Πριν τη τοποθέτηση της καλυπτρίδας οι αφίδες με τη βοήθεια λεπτής βελόνας και με προσεκτικό χειρισμό απλώθηκαν στην αντικειμενοφόρο. Έπειτα τα παρασκευάσματα παρέμειναν σε κλίβανο με θερμοκρασία 37°C για 3-4 εβδομάδες.

Συνολικά σωματομετρήθηκαν 147 κλώνοι και περίπου 10 άτομα από κάθε κλώνο. Σε κάθε άτομο μετρήθηκαν εννέα μορφολογικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τη μέθοδο των Ilharco & van Harten (1987).

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν: το μήκος του 3ου άρθρου της κεραίας (ant III, v1), του βασικού τμήματος του τελευταίου άρθρου της κεραίας (base VI, v2), του τελικού τμήματος του τελευταίου άρθρου της κεραίας (pt, v3), το μήκος του τελευταίου άρθρου του ρύγχους (urs, v4), του μηρού (hf, v5), του δεύτερου ταρσομερούς (ht2, v6), του σιφωνίου (ls, v7), το μέγιστο πλάτος των σιφωνίων (mws, v8) και το μήκος της ουράς (lc, v9) (Σχήμα 4). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια μικροσκοπίου (Leica DRMB).



Σχήμα 4. Τα εννέα μορφολογικά χαρακτηριστικά της αφίδας *M. persicae*, που μετρήθηκαν στη μελέτη της παραλλακτικότητας (τροποποιημένο από Miyaki 1987)

Για να εξεταστεί ο διαχωρισμός των κλώνων του καπνού τα δεδομένα από τους 147 κλώνους επεξεργάστηκαν ταυτόχρονα με την Ανάλυση Κανονικών Μεταβλητών (AKM) (Chatfield & Collins, 1995). Η AKM παρέχει δυνατότητες ταξινόμησης κλώνων των αφίδων με βάση τις μορφολογικές τους μεταβλητές. Η AKM εξετάζει τους διαχωρισμούς μεταξύ ενός συνόλου από ομάδες (κλώνους) ατόμων. Για το σκοπό αυτό, η AKM αναζητά γραμμικούς συνδυασμούς των k μεταβλητών, οι οποίες ονομάζονται κανονικές μεταβλητές, και οι οποίες έχουν τη μεγαλύτερη μεταξύ των ομάδων παραλλακτικότητα σχετικά με την εντός των ομάδων τους παραλλακτικότητα. Η πρώτη και η δεύτερη κανονική μεταβλητή είναι τα διανύσματα του $W^{-1/2}B W^{-1/2}$, όπου B είναι τα μεταξύ των ομάδων αθροίσματα τετραγώνων και παράγωγα της μήτρας (SSP), $W = \sum_{i=1-18} W_i$ και W_i είναι η εντός της κάθε ομάδος i SSP μήτρα. Οι δύο διαστάσεων τεταγμένες από την AKM (KM1 με KM2) συνήθως εξηγούν την περισσότερη παραλλακτικότητα των δεδομένων.

Επίσης η παραλλακτικότητα των μορφολογικών χαρακτηριστικών μεταξύ ομάδων κλώνων, που συλλέχθηκαν από καπνό, από διαφορετικές περιοχές, αξιολογήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο Ανάλυσης Ομαδοποίησης (Cluster Analysis), η οποία βασίζεται στις αποστάσεις Mahalanobis. Η μέθοδος ομαδοποίησης που ακολουθήθηκε ήταν η “single linkage” (Sneath & Sokal, 1973). Στα δεδομένα δεν έγινε καμιά μετατροπή πριν την ανάλυση. Η στατιστική επεξεργασία έγινε με τα στατιστικά πακέτα SPSS και Statistica.

Ο βασικός στόχος της Ανάλυσης Ομαδοποίησης είναι η εύρεση των ‘φυσικά σχηματιζόμενων ομάδων’, αν υπάρχουν, από ένα σύνολο ατόμων (ή αντικειμένων, ή σημείων, ή μονάδων). Αυτό το σύνολο των ατόμων μπορεί να συγκροτεί ένα ολοκληρωμένο πληθυσμό ή μπορεί να είναι δείγμα από μερικούς μεγαλύτερους πληθυσμούς. Ειδικότερα, η ανάλυση αυτή επιδιώκει να καταμερίσει ένα σύνολο από δεδομένα σε ένα σύνολο από κοινές αποκλειστικές, πλήρεις ομάδες, στις οποίες τα δεδομένα μέσα σε μια ομάδα είναι όμοια το ένα με το άλλο ενώ τα δεδομένα σε διαφορετικές ομάδες είναι ανόμοια. Αυτό το σύνολο των ομάδων αποτελεί την ταξινόμηση.

Όταν μετριοούνται μόνο δύο μεταβλητές σε κάθε άτομο, είναι σχετικά εύκολο από το αρχείο να γίνει διάγραμμα και να αναγνωριστούν οι ομάδες με το μάτι.

Οι ομάδες που συντάσσουν μία ταξινόμηση μπορούν να υποδιαιρεθούν σε μικρότερα σύνολα ή να ομαδοποιηθούν σε μεγαλύτερα σύνολα, έτσι ώστε ένα σύνολο τελικά να καταλήξει με την ολοκληρωμένη ιεραρχική δομή των δεδομένων. Αυτή η κατασκευή αποτελεί ιεραρχικό δέντρο.

Ίσως η πιο σημαντική μέθοδος για την εύρεση ιεραρχικών δέντρων, είναι η μέθοδος που ονομάζεται μέθοδος απλής σύνδεσης (single-link). Αυτή η μέθοδος μπορεί να περιγραφεί ως εξής: για κάθε όριο απόστασης d , το σύνολο όλων των δεδομένων χωρίζεται σε g ($\leq n$) [όπου g είναι τα clusters και n ο αριθμός των ατόμων] ομάδες, τέτοιες ώστε τα δεδομένα r και s να είναι στην ίδια ομάδα αν υπάρχει μια ακολουθία δεδομένων r, a, b, \dots, q, s , τέτοια ώστε οι ανομοιότητες στην ακολουθία, ονομαζόμενες $d_{ra}, d_{ab}, \dots, d_{qs}$, είναι όλες μικρότερες ή ίσες από το d .

Οι αποστάσεις Mahalanobis είναι ένα στατιστικό εργαλείο με το οποίο μπορούμε να μετρήσουμε τις αποστάσεις μεταξύ δύο σημείων στο χώρο, που ορίζονται από δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να δούμε τις αποστάσεις σε ένα σύνολο δεδομένων ή πληθυσμών, δηλαδή να ελέγξουμε

την ομοιότητα ή την ανομοιότητα που έχουν αυτοί οι πληθυσμοί. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή της απόστασης Mahalanobis τόσο μεγαλύτερη φαινοτυπική ομοιότητα υπάρχει μεταξύ των πληθυσμών.

3. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 3 φαίνονται τα στοιχεία του βιολογικού κύκλου των κλώνων του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καπνό από τις διάφορες περιοχές της Ευρώπης. Στον καπνό δεν βρέθηκε κανένας ολοκυκλικός κλώνος, ενώ το πλείστο των κλώνων ήταν ανολοκυκλικοί σε ποσοστό που κυμάνθηκε από 66,6% έως 100%. Τα μεγαλύτερα ποσοστά ανολοκυκλικών κλώνων εμφανίστηκαν στις περιοχές Caserta Ιταλίας (100%) και στο Ναύπλιο (93.8%), ενώ τα μικρότερα ποσοστά στις περιοχές Rheinstetten Γερμανίας (66,6%) και Ξάνθης (72%). Ενδιάμεσοι κλώνοι βρέθηκαν σε ποσοστό που κυμάνθηκε από 0% (Caserta Ιταλίας) έως 24% (Ξάνθη), ενώ βρέθηκαν και ανδροκυκλικοί κλώνοι σε ποσοστό 0% έως 16,7%, χωρίς όμως να πραγματοποιηθεί έλεγχος για την ικανότητα παραγωγής αρσενικών στους ανολοκυκλικούς κλώνους.

Πίνακας 3. Στοιχεία βιολογικού κύκλου κλώνων του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από καπνό από διάφορες περιοχές της Ευρώπης κατά τα έτη 1998-1999

Περιοχή	Ανολοκυκλικοί κλώνοι		Ανδροκύκλικοί κλώνοι		Ενδιάμεσοι κλώνοι		Εξετασθέντες κλώνοι
	Αρ.	%	Αρ.	%	Αρ.	%	
Ναύπλιο	15	93,8	0	0	1	6,2	16
Ξάνθη	18	72	1	4	6	24	25
Caserta Italy	10	100	0	0	0	0	10
Madrid Spain	16	88,9	0	0	2	11,1	18
Bergerac France	17	85	0	0	3	15	20
Rheinstetten Germany	16	66,6	4	16,7	4	16,7	24

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται στοιχεία του βιολογικού κύκλου των κλώνων του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από πιπεριά και πατάτα από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Το μεγαλύτερο ποσοστό ολοκυκλικών κλώνων βρέθηκε στην

περιοχή της Μελίκης Ημαθίας, όπου καλλιεργείται ο πρωτεύον ξενιστής του είδους, η ροδακινιά, τόσο στην πατάτα (100%) όσο και στην πιπεριά (83,3%). Στην ίδια περιοχή και στους δύο ξενιστές δεν βρέθηκαν καθόλου ενδιάμεσοι κλώνοι, ενώ βρέθηκε ένα μικρό ποσοστό (16,7%) ανολοκυκλικών κλώνων στην πιπεριά. Το πλείστο των κλώνων από πιπεριά των περιοχών Ξάνθης και Λεχωνίων Μαγνησίας ήταν ανολοκυκλικοί κλώνοι, ενώ και στις δύο αυτές περιοχές εμφανίζονται ενδιάμεσοι κλώνοι σε ποσοστό 11,1% και 28,6% αντίστοιχα.

Πίνακας 4. Στοιχεία βιολογικού κύκλου κλώνων του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από πιπεριά και πατάτα από διάφορες περιοχές της Ελλάδας κατά τα έτος 1999

Περιοχή	Ξενιστής	Ολοκυκλικοί κλώνοι		Ανολοκυκλικοί κλώνοι		Ενδιάμεσοι κλώνοι		Εξετασθέντες κλώνοι
		Αρ.	%	Αρ.	%	Αρ.	%	
Λεχώνια Μαγνησίας	Πιπεριά	4	28,6	6	42,8	4	28,6	14
Μελίκη Ημαθίας	Πιπεριά	5	83,3	1	16,7	0	0	6
Μελίκη Ημαθίας	Πατάτα	4	100	0	0	0	0	4
Ξάνθη	Πιπεριά	3	33,3	5	55,6	1	11,1	9

Το ποσοστό των ενδιάμεσων κλώνων που βρέθηκε στο σύνολο των κλώνων, από όλες τις περιοχές και από τους τρεις ξενιστές, ήταν 14,4%.

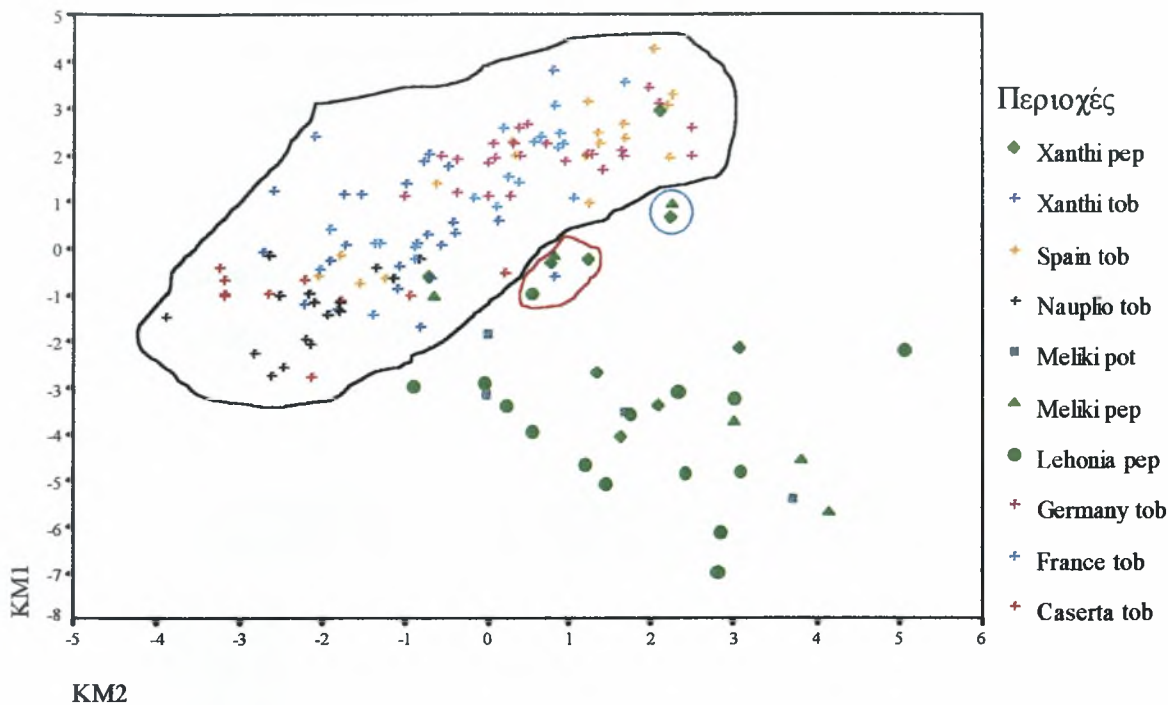
Από τη σωματομετρία και των 147 κλώνων του είδους *M. persicae* προκύπτει ο Πίνακας 5, στον οποίο φαίνεται το μέσο μήκος των εννέα μορφολογικών χαρακτηριστικών και σε παρένθεση το τυπικό σφάλμα (SE) των μετρήσεων, για τα άτομα που συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές και από διάφορους ξενιστές. Αυτό που μπορεί να παρατηρηθεί για τους κλώνους του καπνού, είναι ότι τις μικρότερες τιμές στα μήκη και των εννέα μορφολογικών χαρακτηριστικών τις εμφανίζουν οι κλώνοι από τις περιοχές του Ναυπλίου και της Caserta Ιταλίας. Στον ίδιο πίνακα φαίνεται και ο συνολικός αριθμός των ατόμων τα οποία σωματομετρήθηκαν από κάθε περιοχή.

Πίνακας 5. Μήκη σε mm (\pm SE) εννέα μορφολογικών χαρακτηριστικών των ατόμων του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές και από διάφορους ξενιστές.

Περιοχή-Ξενιστής	Άπειρα	ant III	base IV	pt	urs	hf	ht2	ls	mws	lc
Ναύπλιο Καπνός	155	0,375 (0,003)	0,125 (0,0005)	0,469 (0,003)	0,122 (0,0002)	0,54 (0,004)	0,108 (0,0009)	0,438 (0,004)	0,048 (0,0002)	0,189 (0,001)
Ξάνθη Καπνός	245	0,416 (0,002)	0,136 (0,0005)	0,52 (0,002)	0,123 (0,0002)	0,613 (0,003)	0,116 (0,0004)	0,506 (0,003)	0,052 (0,0002)	0,213 (0,001)
Caserta Italy Καπνός	80	0,382 (0,004)	0,123 (0,0009)	0,464 (0,003)	0,123 (0,0004)	0,529 (0,008)	0,108 (0,0006)	0,423 (0,005)	0,048 (0,0003)	0,199 (0,002)
Madrid Spain Καπνός	176	0,454 (0,004)	0,135 (0,0007)	0,543 (0,003)	0,124 (0,0002)	0,672 (0,006)	0,125 (0,0005)	0,547 (0,006)	0,05 (0,0002)	0,23 (0,002)
Bergerac France Καπνός	193	0,439 (0,003)	0,132 (0,0005)	0,523 (0,002)	0,124 (0,0002)	0,641 (0,005)	0,121 (0,0004)	0,519 (0,004)	0,05 (0,0001)	0,225 (0,002)
Rheinstetten Germany Καπνός	237	0,448 (0,002)	0,134 (0,0005)	0,54 (0,002)	0,126 (0,0002)	0,666 (0,003)	0,126 (0,0003)	0,529 (0,003)	0,049 (0,0001)	0,231 (0,001)
Λαχώνια Μαγν. Πιπεριά	139	0,364 (0,003)	0,133 (0,001)	0,407 (0,003)	0,118 (0,0003)	0,564 (0,004)	0,117 (0,0005)	0,467 (0,003)	0,047 (0,0002)	0,205 (0,001)
Μελίκη Ημαθ. Πιπεριά	49	0,399 (0,007)	0,142 (0,002)	0,449 (0,009)	0,12 (0,0004)	0,613 (0,007)	0,122 (0,0009)	0,503 (0,007)	0,049 (0,0002)	0,219 (0,002)
Μελίκη Ημαθ. Πατάτα	33	0,376 (0,006)	0,135 (0,002)	0,431 (0,007)	0,12 (0,0006)	0,565 (0,007)	0,115 (0,001)	0,476 (0,004)	0,045 (0,0003)	0,196 (0,001)
Ξάνθη Πιπεριά	80	0,406 (0,007)	0,14 (0,0009)	0,478 (0,006)	0,122 (0,0003)	0,623 (0,007)	0,124 (0,0007)	0,503 (0,006)	0,049 (0,0002)	0,217 (0,002)

Στην ανάλυση κανονικών μεταβλητών οι 147 κλώνοι εξετάστηκαν ταυτόχρονα. Το Σχήμα 5 δείχνει τις μέσες τιμές (scores) των δύο πρώτων κανονικών μεταβλητών (KM1 και KM2), που μαζί εξηγούν το 62,96% της συνολικής παραλλακτικότητας των δεδομένων.

Το πλείστο των κλώνων του καπνού καθώς και οι δύο από τους εννέα κλώνους που συλλέχθηκαν από πιπεριά από την περιοχή της Ξάνθης και ένας από τους έξι κλώνους πιπεριάς της περιοχής Μελίκης Ημαθίας, όπου και στις δύο παραπάνω περιοχές καλλιεργείται καπνός, φαίνεται ότι αποτελούν διαφορετική ομάδα (cluster) από τους κλώνους που συλλέχθηκαν από άλλους ξενιστές.



Σχήμα 5. Διάγραμμα των τιμών των δύο πρώτων κανονικών μεταβλητών από 147 κλώνους του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από καπνό (tob), πιπεριά (pep) και πατάτα (pot) από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

Ο διαχωρισμός μεταξύ των κλώνων του καπνού (μαύρη γραμμή) και των άλλων ξενιστών οφείλεται κυρίως στην πρώτη κανονική μεταβλητή (KM1), που εξηγεί το 40,44% της παραλλακτικότητας των δεδομένων. Τέσσερις κλώνοι από πιπεριά που συλλέχθηκαν, δύο από τη Ξάνθη, ένας από τη Μελίκη και ένας από τα Λεχώνια Μαγνησίας ομαδοποιούνται μαζί με ένα κλώνο καπνού, που συλλέχθηκε από την περιοχή της Ξάνθης (κόκκινη γραμμή). Επίσης ένας κλώνος από πιπεριά από την περιοχή της Ξάνθης ομαδοποιείται με ένα κλώνο από πιπεριά από τη Μελίκη (μπλε γραμμή). Και οι δύο αυτές μικρές ομάδες (clusters) τοποθετούνται κοντά στην κύρια ομάδα που σχηματίζουν οι αφίδες του καπνού.

Το μορφολογικό χαρακτηριστικό που παρουσίασε τη μεγαλύτερη συσχέτιση με την KM1 ήταν το τελευταίο άρθρο του ρύγχους.

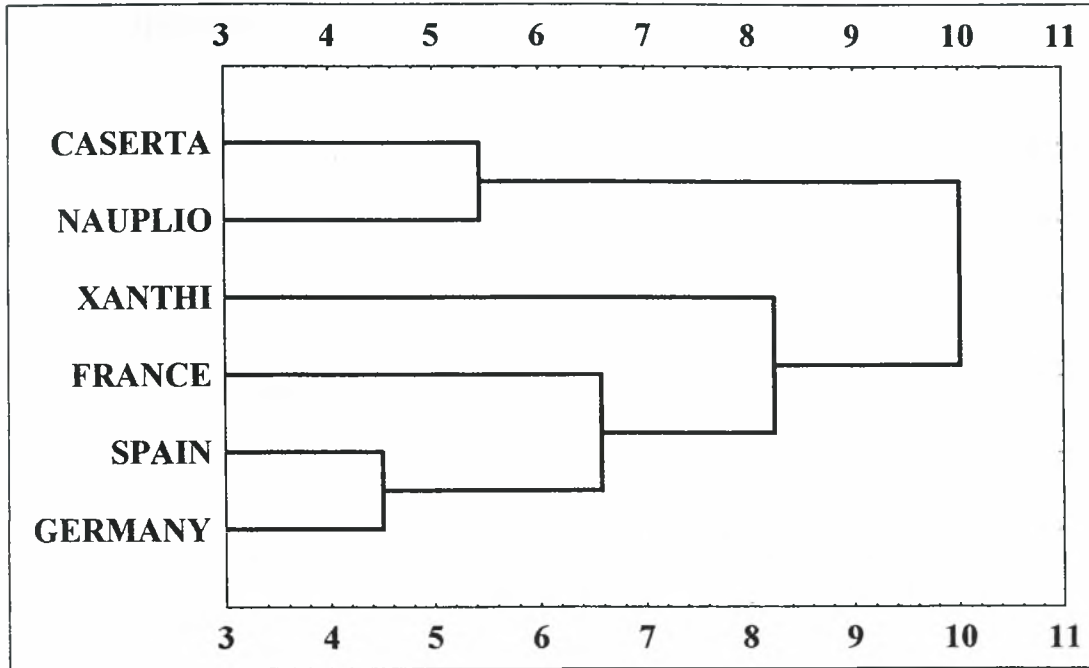
Στον Πίνακα 5 φαίνονται οι αποστάσεις Mahalanobis για τις αφίδες που συλλέχθηκαν από καπνό σε διαφορετικές περιοχές της Ευρώπης. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή της απόστασης Mahalanobis, τόσο πιο μεγάλη είναι η φαινοτυπική ομοιότητα ανάμεσα στους πληθυσμούς.

Πίνακας 5. Αποστάσεις Mahalanobis μεταξύ πληθυσμών του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από καπνό από διαφορετικές περιοχές της Ευρώπης.

Περιοχή	Ναύπλιο	Ξάνθη	Caserta Italy	Madrid Spain	Bergerac France	Rheinstetten Germany
Ναύπλιο	-					
Ξάνθη	4,99*	-				
Caserta Italy	2,26*	7,86*	-			
Madrid Spain	8,14*	4,37*	11,22*	-		
Bergerac France	4,89*	3,07*	5,84*	1,07*	-	
Rheinstetten Germany	8,74*	7,65*	9,73*	1,79*	1,82*	-

* Υποδηλώνει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0,05$)

Το Σχήμα 6 δείχνει το δενδρόγραμμα της Ανάλυσης Ομαδοποίησης το οποίο βασίζεται στις αποστάσεις Mahalanobis που παρουσιάζονται στον προηγούμενο πίνακα. Οι κλώνοι από τις περιοχές του Ναυπλίου και της Caserta Ιταλίας έδειξαν φαινοτυπική ομοιότητα και σχετικά μεγάλη φαινοτυπική απόσταση από τους κλώνους των υπόλοιπων περιοχών.



Σχήμα 6. Δενδρόγραμμα της Ανάλυσης Ομαδοποίησης (single linkage) βασισμένο στις αποστάσεις Mahalanobis μεταξύ κλώνων του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από καπνό από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

4. Συζήτηση και Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι οι κλώνοι του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καπνό από διάφορες περιοχές της Ευρώπης, μακριά από τον πρωτεύοντα ξενιστή του είδους, τη ροδακινιά, παρουσιάζουν πολυμορφισμό στο βιολογικό τους κύκλο. Σε όλες της περιοχές βρέθηκε μεγάλο ποσοστό ανολοκυκλικών κλώνων, που κυμάνθηκε από 66,6% (Rheinstetten Γερμανίας) έως 100% (Caserta Ιταλίας), καθώς επίσης βρέθηκαν και ενδιάμεσοι κλώνοι σε ποσοστό, που κυμάνθηκε από 0% έως 24%, όπως και ανδροκυκλικοί κλώνοι σε ποσοστό 0% έως 16,7%. Αντίθετα δεν βρέθηκε κανένας ολοκυκλικός κλώνος σε καμία από τις περιοχές στις οποίες συλλέχθηκε καπνός, πράγμα που υποστηρίζει την άποψη που διατύπωσε ο Blackman το 1974, ότι περιοριστικός παράγοντας για τους ολοκυκλικούς πληθυσμούς μιας περιοχής μπορεί να είναι η έλλειψη του πρωτεύοντος ξενιστή, ενώ για τους ανολοκυκλικούς και ανδροκυκλικούς η αφθονία του πρωτεύοντος ξενιστή.

Στην περίπτωση των κλώνων του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από πιπεριά και πατάτα από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, βρέθηκε ότι στην περιοχή της Μελικής Ημαθίας, όπου καλλιεργείται η ροδακινιά, το ποσοστό των ολοκυκλικών κλώνων ήταν αρκετά μεγάλο (100% στην πατάτα και 83,3% στην πιπεριά), ενώ δεν βρέθηκαν καθόλου ενδιάμεσοι κλώνοι και μόνο ένα μικρό ποσοστό ανολοκυκλικών κλώνων (16,7%) στην πιπεριά. Αντίθετα στις άλλες δύο περιοχές (Ξάνθη, Λεχώνια), στις οποίες δεν καλλιεργείται η ροδακινιά σε μεγάλη έκταση, το μεγαλύτερο ποσοστό των κλώνων ήταν ανολοκυκλικοί (55,6% και 42,8% αντίστοιχα), ενώ βρέθηκαν και ολοκυκλικοί καθώς και ενδιάμεσοι κλώνοι. Το ποσοστό των ενδιάμεσων κλώνων ήταν 11,1% στη Ξάνθη και 28,6% στα Λεχώνια. Το είδος επομένως έχει την ικανότητα να ακολουθεί δύο στρατηγικές διαχείμασης, ως ωό σε διάπαυση και ως παρθενογενετικό άτομο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προσαρμόζεται ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και να έχει περισσότερες πιθανότητες επιβίωσης.

Η στρατηγική διαχείμασης που ακολουθούν οι πληθυσμοί των αφίδων έχει ιδιαίτερη σημασία στην επιδημιολογία των ιών. Η αφίδα που μεταναστεύει από τη ροδακινιά έχει λιγότερες πιθανότητες να μεταφέρει κάποιο ιό, αντίθετα με αυτές που διαχειμάζουν σε αυτοφυή φυτά και χειμερινές καλλιέργειες. Στις περιοχές που

εμφανίζεται υψηλό ποσοστό κλώνων που διαχειμάζουν ως παρθενογενετικά άτομα ο κίνδυνος μετάδοσης ώσεων στις καλλιέργειες είναι μεγαλύτερος, αφού τα αυτοφυή αποτελούν επιπλέον πηγές για τους ιούς.

Το ποσοστό των ενδιάμεσων κλώνων που βρέθηκε στο σύνολο των κλώνων από όλες τις περιοχές και από τους τρεις ξενιστές ήταν 14,4%, μεγαλύτερο από αυτό που βρέθηκε από άλλους ερευνητές σε διάφορα ετερόοικα είδη. Ο Blackman (1971) βρήκε ότι οι ενδιάμεσοι κλώνοι αποτελούν το 6% των κλώνων του *M. persicae* που εξέτασε από τη Ν. Αγγλία ενώ στην Ελλάδα βρέθηκε ποσοστό ενδιάμεσων 2,6% (Μαργαριτόπουλος και συν. 1999) και στο *R. padi* οι Tachell & Parker (1990) και οι Simon et al. (1991) βρήκαν ενδιάμεσους σε ποσοστό 0,4% και 3,5% αντίστοιχα. Οι ενδιάμεσοι γενότυποι ακολουθούν, όπως και οι ανδροκυκλικοί, δύο στρατηγικές διαχείμασης. Συνεισφέρουν στη σεξουαλική φάση του είδους με την παραγωγή αρσενικών και ωοτόκων και διαχειμάζουν είτε ως παρθενογενετικό άτομο σε χειμερινούς ξενιστές είτε ως ωό σε διάπαυση. Αυτό που έχει επίσης μεγάλη σημασία είναι ο χρόνος εμφάνισης αλλά και ο αριθμός των αρσενικών και των θηλυτόκων, που παράγουν οι ενδιάμεσοι γενότυποι. Επομένως η καταγραφή και η αναλυτικότερη μελέτη των ενδιάμεσων πληθυσμών, από διαφορετικές περιοχές και διαφορετικούς ξενιστές, θα βοηθούσε στην καλύτερη γνώση του ρόλου τους στη βιολογία του είδους.

Στη μορφολογική μελέτη βρέθηκαν διαφορές στη μορφολογία πληθυσμών του *M. persicae*, που σχετίζονται με το φυτό ξενιστή. Με τη χρήση της ΑΚΜ οι κλώνοι που τρέφονται στον καπνό, ανεξάρτητα από το βιολογικό κύκλο, την περιοχή συλλογής και το χρώμα διαχωρίστηκαν με σχετικά ικανοποιητική ακρίβεια από αυτούς που αποικίζουν άλλους ξενιστές. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι σύμφωνα με αυτά που βρήκαν οι Blackman (1987) και Blackman & Spence (1992), που διαπίστωσαν τη διαφορετική μορφολογία των αφίδων που αποικίζουν τον καπνό εξετάζοντας δείγματα από διάφορες χώρες.

Είναι γνωστό ότι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αφίδων δεν επηρεάζονται μόνο από το γενότυπο (Wool 1977) αλλά και από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως το είδος (Morgan 1986, 1988, Gillham & Claridge 1994) και η φυσιολογική κατάσταση του φυτού ξενιστή (Dixon 1998, Blackman & Spence 1994). Το ερώτημα που προκύπτει συνήθως στις μορφολογικές μελέτες των αφίδων είναι κατά πόσο οι διαφορές που ανιχνεύονται αντικατοπτρίζουν γενετικές διαφορές ή οφείλονται κυρίως στην επίδραση του

περιβάλλοντος και ειδικότερα του φυτού ξενιστή. Στη συγκεκριμένη μελέτη όλοι οι κλώνοι εκτράφηκαν στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και στον ίδιο ξενιστή για 1-3 γενιές πριν σωματομετρηθούν.

Η μορφή της αφίδας του καπνού έχει αποκτήσει μια διαφορετική μορφολογία, πιθανώς λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών του ξενιστή και φαίνεται ότι έχει την ικανότητα να τη διατηρεί, ακόμα και όταν μέρος του πληθυσμού αναπαράγεται σεξουαλικά, πιθανώς μέσω ενός μηχανισμού αναπαραγωγικής απομόνωσης. Ωστόσο οι περιπτώσεις υβριδισμού μεταξύ των αφίδων του καπνού και των άλλων ξενιστών δεν πρέπει να αποκλείονται. Ο πιθανός, σε μικρό βαθμό, υβριδισμός μπορεί να εξηγήσει τις ενδιάμεσες τιμές στην KM1 μερικών κλώνων από καπνό και άλλους ξενιστές.

Σχετικά με τη γεωγραφική παραλλακτικότητα στη μορφολογία των αφίδων που αποικίζουν τον καπνό βρέθηκε με τη μέθοδο ανάλυσης ομαδοποίησης, ότι οι κλώνοι από το Ναύπλιο και την Caserta Ιταλίας παρουσιάζουν μια φαινοτυπική ομοιότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό δεν μπορεί να εξηγηθεί μόνο με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη μορφομετρία των κλώνων. Είναι γνωστό ότι στις πληθυσμιακές μελέτες η φύση αλλά και ο βαθμός των γενετικών διαφορών πιθανώς δεν εκτιμούνται σωστά, από τη στιγμή που εξετάζεται μόνο ο φαινότυπος. Για το λόγο αυτό μοριακές μέθοδοι είναι απαραίτητες για να διευκρινισθούν οι διαφορές στη γενετική δομή των παραπάνω πληθυσμών. Είναι λοιπόν σκόπιμο η περαιτέρω διερεύνηση αυτών των διαφορών και με τη βοήθεια άλλων μεθόδων, όπως με ανάλυση του DNA.

Αυτό που προκύπτει από την παρούσα μελέτη είναι η διερεύνηση της κατάστασης και της έκτασης της μορφολογικής παραλλακτικότητας ανάμεσα σε πληθυσμούς του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από καπνό, από διάφορες περιοχές της Ελλάδας (Βόρειας και Νότιας), και η σύγκριση αυτών με πληθυσμούς άλλων χωρών της Ευρώπης, στις οποίες καλλιεργείται ο καπνός. Αυτό που φαίνεται είναι ότι οι κλώνοι που συλλέχθηκαν από μία περιοχή της Ελλάδας (Ναύπλιο) παρουσιάζουν φαινοτυπική ομοιότητα με τους κλώνους που συλλέχθηκαν από την Ιταλία (Caserta). Επιβεβαιώθηκε ότι οι κλώνοι που τρέφονται στον καπνό διαχωρίζονται με ακρίβεια από τους κλώνους που αποικίζουν άλλους ξενιστές. Επίσης, με τη μελέτη του βιολογικού κύκλου των παραπάνω πληθυσμών, διαπιστώθηκαν οι στρατηγικές διαχείμασης που ακολουθεί το είδος *M. persicae* σε χώρες της Ευρώπης και εξετάστηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν τις συχνότητες

εμφάνισης των διαφορετικών γενοτύπων καθώς και του ρόλου τους στην επιβίωση και ευδοκίμηση του είδους.

Summary

The peach aphid, *M. persicae*, is the most notable of several economically important aphids which maintain alternative methods of overwintering in mild temperate climates. Sexual forms may be produced in the autumn, but parthenogenesis may also continue through the winter where conditions permit. The life-cycle variability and the morphological variation in nine characters of 147 clones of *M. persicae* were examined. Morphological variation was examined by multivariate analysis. The clones were collected from tobacco from various regions of Europe and from pepper and potato from various regions of Greece. All clones were laboratory-reared on potato. The life cycle of the clones was polymorphic, but none of the tobacco-feeding clones were holocyclic. Canonical varieties analysis revealed morphological differences associated with the host-plant on which they collected. The scores of the first two canonical varieties separated the tobacco-feeding clones from those originating from the other secondary host-plants. In addition, using cluster analysis the clones from tobacco which were sampled from Nauplion showed a phenotypic similarity from those collected from Caserta.

Βιβλιογραφία

- Akimoto, S. 1985.** Taxonomic study on gall aphids, *Colopha*, *Paracolopha* and *Kaltenbachiella* in East Asia, with special reference to their origins and distributional patterns. *Insecta Matsumurana*, New Series, 31: 1-79.
- Aoki, S. 1977a.** A new species of *Colophina* (Homoptera: Aphidoidea) with soldiers. *Kontyu*, 45: 333-337.
- Aoki, S. 1980.** Life cycles of two *Colophina* aphids (Homoptera: Pemphigidae) producing soldiers. *Kontyu*, 48: 464-476.
- Baker, J. P. 1977.** Assessment of the potential for and development of organophosphorous resistance in field populations of *Myzus persicae*. *Ann. Appl. Biol.*, 86: 1-9.
- Blackman, R. L. 1971.** Variation in the photoperiodic response within natural populations of *Myzus persicae* (Sulzer). *Bull. Entomol. Res.*, 60: 533-546.
- Blackman, R. L. 1972.** The inheritance of life-cycle differences in *Myzus persicae* (Sul.) (Hem, Aphididae). *Bull. Entomol. Res.*, 62: 281-294.
- Blackman, R. L. 1974.** Life-cycle variation in *Myzus persicae* (Sul.) (Hom, Aphididae) in different parts of the world, in relation to genotype and environment. *Bull. Entomol. Res.*, 63: 595-607.
- Blackman, R. L. 1977.** The existence of two species of *Euqueraphis* (Homoptera: Aphididae) on birch in Western Europe, and a key to European and North American species of the genus. *Systematic Entomol.*, 2: 1-8.
- Blackman, R. L. 1980.** Chromosome numbers in the Aphididae and their taxonomic significance. *Systematic Entomol.*, 5: 7-25.
- Blackman, R. L. and V. F. Eastop, 1984.** *Aphids of the World's Crops: An Identification and Information Guide.* John Wiley Sons Publications. London.
- Blackman, R. L. 1987.** Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), and a key to New World *Myzus* (*Nectarosiphon*) species. *Bull. Entomol. Res.*, 77: 713-730.
- Blackman, R. L. and J. M. Spence. 1992.** Electrophoretic distinction between the peach-potato aphid, *Myzus persicae* and the tobacco aphid, *Myzus nicotianae* (Homoptera: Aphididae). *Bull. Entomol. Res.*, 82: 161-165.

- Blackman, R. L. and J. M. Spence. 1994.** The effects of temperature on aphid morphology, using a multivariate approach. *European Journal of Entomology*, 91: 7-22.
- Börner, C. 1938.** Neuer Beitrag zur Systematik und Stammesgeschichte der Blattläuse. *Abhandlungen vom Naturwissenschaftlichen Verein Bremen*, 30: 167-179.
- Börner, C. and Heinze, K. 1957.** Aphidina-Aphidoidea. *Sorauer's Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. Parey, Berlin, Vol. 5 (4), pp. 1-402.
- Brunt A. A., Crabtree K., Dallwitz M. J., Gibbs A. J. and Watson L. 1996.** *Viruses of Plants. Descriptions and Lists from the VIDE Database*. Cab International.
- Carver, M. 1971.** New species of *Anomalaphis* Baker, 1920 and *Neophyllaphis* Takahashi, 1920 (Homoptera: Aphididae). *J. Entomol. (B)*, 40: 31-42.
- Chatfield, C. & Collins A. J. 1995.** *Introduction to Multivariate Analysis*. London, Chapman and Hall, 133-139 pp.
- Danilevski, A. S. 1961.** *Photoperiodism and Seasonal Development of Insects*. Second Japanese edition translated by T. Hidaka and S. Masaki, 1972. University of Tokyo Press, Tokyo, 293 pp.
- Dionne, L. A. and Spicer, P. B. 1957.** A squash method for somatic chromosomes of aphids. *Can. J. Zool.*, 35: 711-713.
- Dixon, A. F. G. 1971.** The life-cycle and host preferences of the bird cheery-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* L., and their bearing on the theories of host alternation in aphids. *Ann. Appl. Biol.*, 68: 135-147.
- Dixon, A. F. G. 1998.** Escape responses shown by certain aphids to the presence of the coccinellid, *Adalia decempunctata* (L.). *Trans. R. Entomol. Soc. Lon.*, 10: 319-334.
- Eichhorn, O. 1958.** Morphologische und papierchromatographische Untersuchungen zur Artentrennung in der Gattung *Dreyfusia* Börner. *Z. angew. Entomol.*, 42: 278-283.
- Essig, E. O. and Abernathy, F. 1952.** *The Aphid Genus Periphyllus*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA, vii + 166 pp.
- Furk, C. 1979.** Field collections of *Aphis fabae* s. lat. (Homoptera: Aphididae) studied by starch gel electrophoresis and isoelectric focusing. *Comparative Biochemistry Physiology (Part B)*, 62: 225-230.

- Gillham, M. C., and M. F. Caltrige. 1994.** A multivariate approach to host plant associated morphological variation in the polyphagous leafhopper *Alnetoidia alneti* (Danholm). *Biology Journal of Linnaean Society*. 54:127-151.
- Heie, O. E. 1982.** The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. II. The Family Drepanosiphidae. Scandinavian Science Press, Klampenborg, 176 pp.
- Henderson, I. F., Loxdale, H. D. and Greenwood, S. P., 1976.** Identification of immature aphids by chromatography. *Ecol. Entomol.*, 1: 171-173.
- Hille Ris Lambers, D. 1950.** Hostplants and aphid classification. Proceedings of the 8th International Congress of Entomology, Stockholm, pp. 141-144.
- Hille Ris Lambers, D. 1955a.** Hemiptera 2. Aphididae. *Zoology of Iceland*, 3 (52a): 1-29.
- Hille Ris Lambers, D. 1955b.** Two new species of *Sappaphis* Mats. (Homopt., Aphid.). *Entomol. Berich.*, 15: 304-309.
- Hille Ris Lambers, D. 1966.** Polymorphism in Aphididae. *Annu. Rev. Entomol.*, 11: 47-78.
- Hille Ris Lambers, D. and Takahashi, R. 1959.** Some species of *Thoracaphis* and of nearly related genera from Java (Homoptera, Aphididae). *Tijdsch. uoor Entomol.*, 102: 1-16.
- Johnson, B. and Birks, P. R. 1960.** Studies on wing polymorphism in aphids. 1. The developmental process involved in the production of the different forms. *Entomol. Exp. Appl.*, 3: 327-339.
- Ilharco, F. A. 1966.** Afideos das fruteiras de Portugal Continental. *Agronomia Lusitana*, 27: 5-86.
- Ilharco, F. A. 1967.** Os afideos da batateira em Portugal Continental. *Agronomia Lusitana*, 28: 5-39.
- Ilharco, F. A. 1985.** Características Morfológicas Usadas na Taxonomia dos Afideos (Homoptera, Aphidoidea). Instituto Nacional de Investigação Agrária e Extensão Rural, Lisboa.
- Ilharco, F. A. and A. van Harten. 1987.** Systematics. pp. 51-77. In: Minks. A. K., Harrewijn, P. (Eds.). *Aphids. Their Biology, Natural Enemies and Control*. Volume A.-450 pp. Amsterdam, Elsevier (World Crop Pests, 2A).
- Kennedy, J. S. and Booth, C. O. 1954.** Host alternation in *Aphis fabae* Scop. II. Changes in the aphids. *Ann. of Appl. Biol.*, 41: 88-106.

- Kennedy, J. S., Day, M. F. and Eastop, V. F. 1962.** A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Commonwealth Institute of Entomology, London, 114 pp.
- Kiser, K. 1979.** Dünnschichtchromatographie- als neue Methode zur Artdifferenzierung der "Schwarzen Blattlaus": *Aphis fabae*, *A. solanella*, *A. circiicanthoidis*, *A. sambuci* und *A. hederæ* (Homoptera: Aphididae). Z. angew. Entomol., 88: 363-377.
- Kolesova D. A., V. G. Kuznetova and G. K. Shaposhnikov. 1980.** Clonal variability in peach aphid, *Myzus persicae* Sulz. (Homoptera: Aphididae) [in Russian]. Ent. Obozr. 59: 514-528. [English translation in Ent. Rev., Wash. 59: 21-34.]
- Lampel, G. 1968.** Die Biologie des Blattlaus-Generationswechsels, mit Besonderer Berücksichtigung Terminologischer Aspekte. Gustav Fisher Verlag, Jena, 264 pp., 33 pls.
- Lees. A. D. 1961.** Clonal polymorphism in aphids. In: J. S. Kennedy (Editor), Insect Polymorphism. Symposia of the Royal Entomological Society of London, 1: 68-79.
- Lees. A. D. 1966.** The control of polymorphism in aphids. Advances Insect Physiol., 3: 207-277.
- Mackauer, M. 1965.** Parasitological data as an aid in aphid classification. Can. Entomol., 97: 1016-1024.
- Μαργαριτόπουλος Ι. Τ., Θ. Ε. Κεφαλογιάννη και Ι. Α. Τσιτσιπής. 1997.**
Μελέτη της βιολογίας κλώνων του συμπλόκου *Myzus persicae* που συλλέχθηκαν από διαφορετικούς ξενιστές και διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Περίληψεις πρακτικών 7^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, Καβάλα.
- Margaritopoulos I. T., Z. Mamuris and J. A. Tsitsipis. 1998.** Attempted discrimination of *Myzus persicae* and *Myzus nicotianae* (Homoptera: Aphididae) by random amplified polymorphic DNA polymerase chain reaction technique. Ann. Entomol. Soc. America. 91: 602-607.
- Μαργαριτόπουλος Ι. Τ., Δ. Πουπουλίδου, Σ. Γουντουδάκη και Ι. Α. Τσιτσιπής. 1999.** Στρατηγικές διαχείμασης της αφίδας *Myzus persicae*: ο ρόλος των ανδροκυκλικών και ενδιάμεσων γενοτύπων. Περίληψεις πρακτικών 8^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου. Χαλκίδα.

- Margaritopoulos, I. T., J. A., Tsitsipis, E., Zintzaras and R. L., Blackman. 2000.** Host-correlated morphological variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations in Greece. Bull. Entomol. Res. (in Press).
- Miyazaki, M. 1972.** Discovery of the fundatrix of *Macromyzus woodwardiae* (Takahashi) (Homoptera: Aphididae), with biological notes. Kontyu, 40: 36-39.
- Miyazaki, M. 1985.** The life-cycle of *Rhopalosiphoninus tiliae* (Matsumura), with notes on its bearing on evolutionary theories of aphids' life-cycles. Proceedings of the International Aphidological Symposium at Jablonna, 1981, Zaklad Narodowy, Wroclaw, pp. 489-492.
- Moran, A. N. 1986.** Morphological adaptation to host plants in *Uroleucon* (Homoptera: Aphididae). Evolution 40: 1044-1050.
- Moran, A. N. 1988.** The evolution of host-plant alternation in aphids: evidence for specialization as dead end. American Nature. 132: 681-706.
- Müller, F. P. 1954.** Holozyklie und Anholozyklie bei der grünen Pflirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulzer). Z. angew. Entomol., 36: 369-380.
- Müller, F. P. 1958.** Binomische Rassen der grünen Pflirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulzer). Arch. Freunde NatGesch. Mecklenb., 4: 200-233.
- Müller, F. P. 1969.** Ein besonderes ungeflugeltes vivipares Weibchen in Adultenstadium als Überwinterungsmorphe bei *Ouatomyzus calaminthae* (Macchiati, 1885) (Homoptera: Aphididae). Entomol. Nachr., 13 (3): 25-32.
- Müller, F. P. 1971.** Bisher unbekannte Überwinterungsformen bei anholozyklischen Aphiden. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock, Mathematische-Naturwissenschaftliche Reihe, 20: 91-96.
- Müller, F. P. 1973.** Aphiden an Moosen. Entomol. Abhandlungen, 39: 205-242.
- Pergande, T. 1901.** The life history of two species of plant-lice, inhabiting both the witch-hazel and birch. U. S. Department of Agriculture, Division Entomol., Technical Series, 9: 1-44.
- Ponsen, M. B. 1982.** The digestive system of some species of Callaphididae without a filtersystem (Homoptera: Aphidoidea). Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, 82-2: 1-16.
- Powell, W. 1974.** Supercooling and the low-temperature survival of the green spruce aphid *Elatobium abietinum*. Ann. Appl. Biol., 78: 27-37.
- Powell, W. and Parry, W. H. 1976.** Effects of temperature on overwintering

populations of the green spruce aphid *Elatobium abietinum*. Ann. Appl. Biol., 82: 209-219.

- Remaudière, G. and Remaudière, M. 1997.** Catalogue of the World's Aphididae (Homoptera, Aphidoidea). INRA, Paris, 127 pp.
- Richards, O. W. 1961.** An introduction to the study of polymorphism in insects. In: J. S. Kennedy (Editor), Insect Polymorphism. Symposia of the Royal Entomological Society of London, 1: 1-10.
- Rivnay, E. 1962.** Field Crop Pests in the Near East. W. Junk, Den Haag, 450pp.
- Robinson, A. G. and Chen, Y. H. 1969.** Cytotaxonomy of Aphididae. Can. J. Zool., 47: 511-516.
- Salt, R. W. 1961.** Principles of insect cold-hardiness. Annu. Rev. Entomol., 6: 55-74.
- Simon, J. C., Blackman R. L. and J. F. Le Gallic. 1991.** Local variability in the life cycle of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in western France. Bull. Entomol. Res., 81: 315-322.
- Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. 1973.** Numerical Taxonomy. San Francisco: W. H. Freeman and Co.
- Sorin, M. 1958.** Life cycles of 2 aphids causing galls on *Distylium racemosum*. Akitu, 7: 89-92.
- Sorin, M. 1970.** *Longiunguis* of Japan. Insecta Matsumurana, Supplement, 8: 5-17.
- Stroyan, H. L. G. 1960.** Three new subspecies of aphids from Iceland (Hem., Hom.). Entomologiske Meddelelser, 29: 250-265.
- Sutherland, O. R. W. 1968.** Dormancy and lipid storage in the Pemphigine aphid *Thecabius affinis*. Entomol. Exp. Appl., 11: 348-354.
- Tachell, G. M. and S. J. Parker. 1990.** Host plant selection by migrant *Rhopalosiphum padi* in autumn and the occurrence of an intermediate morph. Entomol. Exp. Appl., 54: 237-244.
- Takahashi, R. 1918.** Description of the new aphid producing the alate oviparous female in summer. Zoological Magazine, 30: 458-461.
- Takahashi, R. 1920.** A new genus and species of aphid from Japan (Hem.) Can. Entomol., 52: 19-20.
- Takahashi, R. 1959.** On the aphid, *Matsumuraja rubifoliae* Takahashi (Homoptera: Aphididae). Transactions of the Shikoku Entomol. Soc., 6 (4): 55-58.
- Takahashi, R. 1960.** *Kurisakia* and *Aiceona* of Japan (Homoptera, Aphididae).

Insecta Matsumurana, 23: 1-10.

- Takahashi, R. 1962.** Key to genera and species of Greenideini of Japan, with descriptions of a new genus and three species (Homoptera: Aphididae). Transactions of the Shikoku Entomol. Soc., 7(3): 65-73.
- Takada, H. 1986.** Genotype composition and insecticide resistance of Japanese population of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Z. angew. Entomol., 100: 451-458.
- Tomiuk, J. Wöhrmann, K. and Eggers-Schumacher, H. A. 1979.** Enzyme patterns as a characteristic for the identification of aphids. Z. angew. Entomol., 88: 440-446.
- Τζανακάκης, Μ. Ε. 1980.** Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας 2 ειδικό μέρος. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. Θεσσαλονίκη.
- Van Emden, H. F., Eastop, V. F., Hughes, R. D. & M. J. Way. 1969.** The ecology of *Myzus persicae*. Annu. Rev. Entomol., 14: 197-270.
- Waldhauer, W. 1953.** Ueber Rassendifferenzierung im Formenkreis der grünen Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulzer). NachrBl. dt. PflSchutzdienst, Berl., 7: 95-99.
- Waldhauer, W. 1957.** Untersuchungen an Klonen der grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulzer) zur Frage ihrer virginogenen Überwinterung. (Inaug. Diss.) 115 pp. Bonn., Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulzer) Rheinische Friedrich Wilhelms-Universität.
- Weed, C. L. 1896.** The hibernation of aphids. Psyche, 7: 351-362.
- Wool, D. 1977.** Genetic and environmental components of morphological variation in gall-forming aphids (Homoptera, Aphididae, Fordinae) in relation to climate. J. Animal Ecol. 46: 875-889.
- Zagorovskii, A. V. 1947.** Leaf peach aphid (*Myzodes persicae* Sulzer) as a tobacco pest in Uzbekistan and measures for its control [in Russian]. 45 pp. Frunze Zos, Vsesoyuzny Institute Tabaka and Makhorki [cited in Kolesova *et al.*, 1980].



[Faint, illegible text from the reverse side of the page, appearing as bleed-through.]

