

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Φοιτήτρια: Κεφαλογιάννη Θηρεσία

**Η παραγωγή σεξουαλικών μορφών του είδους *Myzus persicae*
(Sulzer) και η σχέση της με τη φωτοπερίοδο**



Επιβλέπων Καθηγητής : Ι. Α. Τσιτσιπής

ΙΟΥΝΙΟΣ 1998



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

Αριθ. Εισ.: 214

Ημερ. Εισ.: 24-07-2003

Δωρεά: _____

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ

1998

ΚΕΦ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070068

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ι. Α. Τσιτσιπής : Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π.Θ.

Α. Παππάς : Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π.Θ.

Π. Λόλας : Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π.Θ.

στους γονείς μου

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία μελετάται η παραγωγή σεξουαλικών μορφών της αφίδας *Myzus persicae* (Sulzer) σε σχέση με τη φωτοπερίοδο.

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 και τους παράγοντες που επιδρούν στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών 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

Πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στον Επιβλέποντα Καθηγητή μου Ι. Α. Τσιτσιπή για την βοήθεια και πολύτιμη καθοδήγηση. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον υποψήφιο διδάκτορα Ι. Μαργαριτόπουλο του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την πολύτιμη βοήθεια του κατά τη διάρκεια της εργασίας. Επίσης ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται και στον υποψήφιο διδάκτορα Κ. Ζάρπα, όπως και στο προσωπικό του εργαστηρίου για τη συμπαράσταση και βοήθεια που πρόσφεραν. Θερμές ευχαριστίες στους γονείς μου και στους φίλους μου για την αγάπη και συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη

σελίδα

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή.....	8
2. Βιολογικός κύκλος.....	10
3. <i>Myzus persicae</i> (Sulzer).....	13
4. Μορφές	
α. Θεμελιωτικό.....	17
β. Παρθενογενετικά θηλυκά.....	18
γ. Θηλυτόκα.....	20
δ. Ωοτόκα.....	21
ε. Αρσενικά.....	22
5. Διαχειμάζουσες μορφές.....	23
6. Παράγοντες που επιδρούν στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών	
α. Φωτοπερίοδος.....	26
β. Θερμοκρασία.....	28
γ. Θρέψη.....	28
δ. Ενδογενείς παράγοντες.....	29
7. Σκοπός της εργασίας.....	31

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Μελέτη παραγωγής σεξουαλικών μορφών του <i>M. persicae</i> σε σχέση με τη φωτοπερίοδο.	
α. Εισαγωγή.....	34
β. Υλικά και Μέθοδοι.....	34
γ. Αποτελέσματα.....	38

δ. Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	49
2. Μελέτη ανολοκυκλικών κλώνων για έλεγχο ικανότητας παραγωγής αρσενικών	
α. Εισαγωγή.....	53
β. Υλικά και Μέθοδοι.....	53
γ. Αποτελέσματα.....	56
δ. Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	61
3. Βιβλιογραφία.....	63

Περίληψη

Μελετήθηκαν τέσσερις ολοκυκλικοί κλώνοι του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν στις περιοχές Αλεξάνδρειας και Νάουσας Ημαθίας από καπνό και ροδακινιά αντίστοιχα, Λεχωνίων Μαγνησίας από ροδακινιά και Ηρακλείου Κρήτης από πιπεριά. Εκτέθηκαν σε έξι διαφορετικές φωτοπεριόδους: L14:D10, L13:30D10:30, L13:D11, L12:D12, L11:D13 και L10:D14. Η μελέτη έδειξε ότι στον κλώνο από την Αλεξάνδρεια Ημαθίας εμφανίζονται σεξουαλικά άτομα σε συνθήκες μικρότερης διάρκειας σκότους από ότι στους υπόλοιπους. Οι κλώνοι από τη Νάουσα, Λεχώνια και Ηράκλειο εμφανίζουν τα σεξουαλικά άτομα κάτω από τις ίδιες συνθήκες διάρκειας σκότους. Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του κλώνου από τη Νάουσα και των υπολοίπων κλώνων όσον αφορά τη παραγωγή σεξουαλικών, δηλαδή εμφανίζει στατιστικά μεγαλύτερη παραγωγή σεξουαλικών σε σχέση με τους κλώνους από Βόρεια και Νότια Ελλάδα (Λεχώνια Μαγνησίας, Ηράκλειο Κρήτης). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χρονικές και ποσοτικές διαφορές μεταξύ των κλώνων ίσως να μπορούν να σχετιστούν με το διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος.

Επίσης παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών μεταξύ των 2 κλώνων της Β. Ελλάδας που συλλέχθηκαν από το ίδιο γεωγραφικό πλάτος. Ο κλώνος από το Ηράκλειο Κρήτης δεν χαρακτηρίζεται ως τυπικός ολοκυκλικός και παρουσιάζει ομοιότητες με τους κλώνους που χαρακτήρισε ο Blackman το 1972 ως μια ενδιάμεση μορφή.

Από τη μελέτη 30 ανολοκυκλικών κλώνων από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, που προέρχονταν από καπνό και πιπεριά, σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας, οι 8 ήταν ανδροκυκλικοί κλώνοι. Ο αριθμός των αρσενικών από κάθε μητέρα που παρήχθησαν ήταν μικρός σε σχέση με τον αριθμό που δίνουν οι ολοκυκλικοί κλώνοι.

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. Πρόκειται για 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 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 στα νώτα του 5^{ου} κοιλιακού δακτυλίου ένα ζεύγος σωληνόμορφων αποφύσεων που ονομάζονται σιφώνια ή κεράτια και στην άκρη της κοιλιάς μία απόφυση που λέγεται ουρίτσα ή ουρά (cauda). Τα σιφώνια είναι εκφορητικοί αγωγοί αδένων που παράγουν φερομόνες συναγεμμού. Όταν η αφίδα προσβληθεί από ένα αρπακτικό έντομο ή άλλο ζώο, εκλύει τις φερομόνες που προκαλούν απόσυρση των στοματικών μορίων και διασπορά των γύρων της ατόμων.

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 αφίδες ζωοτόκα, ενώ της γενεάς που αναπαράγεται εγγενώς είναι ωοτόκα.

Οι αφίδες αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστροφή των φύλλων. Τα άφθονα μελιτώδη αποχωρήματα (honey dew) 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. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα είδη αφίδων *Myrmecophilous*, τα οποία

ζουν στο έδαφος και φαίνεται να είναι προσαρμοσμένα στην παρουσία των μυρμηγκιών, κοινωνικά, χωρίς να τα αποφεύγουν (Dixon, 1958).

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.

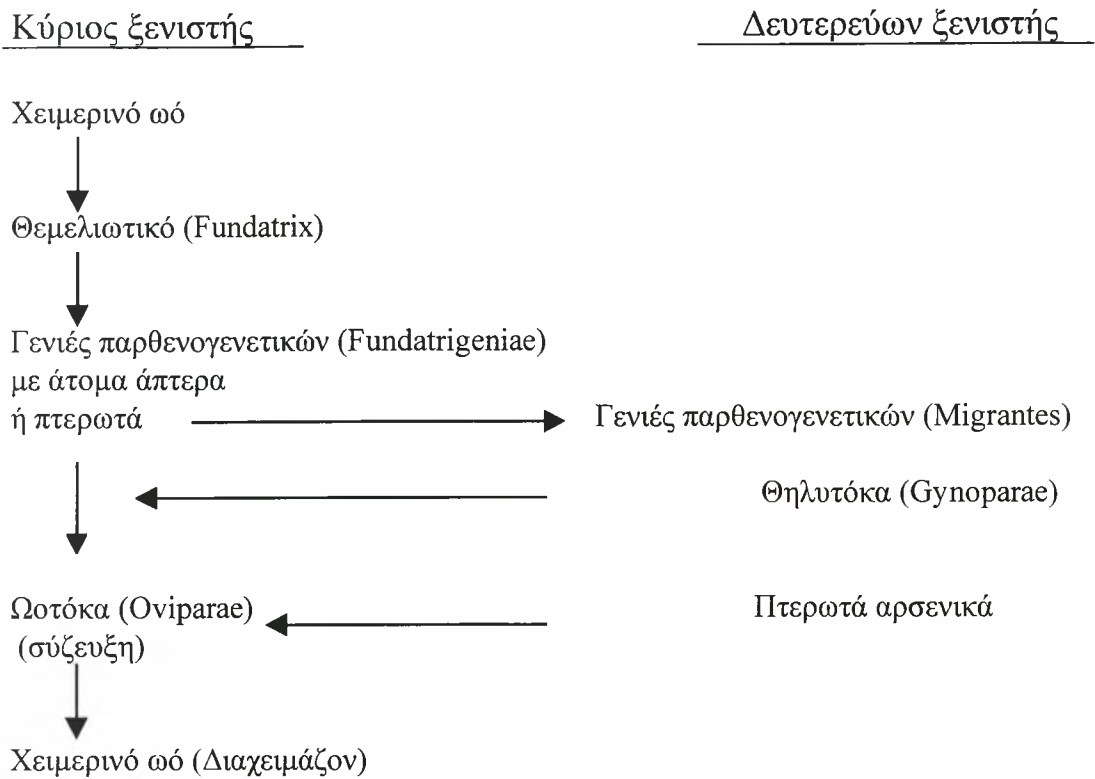
Οι αφίδες είναι άφθονες κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο και γενικά με μετρίως θερμό και υγρό καιρό. Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα. Τότε οι καιρικές συνθήκες και τα άφθονα τρυφερά φύλλα και βλαστοί ευνοούν την ανάπτυξή τους. Σε κλίματα όπως της Ελλάδας οι θερμοί και ξηροί μήνες του καλοκαιριού δεν ευνοούν τη συνεχή αναπαραγωγή των αφίδων και οι πληθυσμοί τους τότε περιορίζονται πολύ. Οι αφίδες έχουν ένα μεγάλο αριθμό αποτελεσματικών φυσικών εχθρούς. Ανάμεσα στους εχθρούς αυτούς είναι είδη Διπτέρων (Syrphidae, Cecidomyiidae), Νευροπτέρων (Hemerobiidae, Chrysopidae), Κολεοπτέρων (Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae), Υμενοπτέρων (Proctotrupidae, Chalcididae, Braconidae), και μύκητες των γενών *Empusa*, και *Entomophthora*, και *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 δευτερεύοντας 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 δευτερεύοντα 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. Ακολουθούν παρθενογενετικές γενιές (*fundatrigeniae*) με αυξανόμενο ποσοστό πτερωτών θηλυκών. Τα πτερωτά αυτά θηλυκά διασπείρονται σε φυτά του ίδιου είδους με τον κύριο ξενιστή ή μεταναστεύουν (*migrantes*) σε φυτά του δευτερεύοντος ξενιστή. Την άνοιξη και το καλοκαίρι στο δευτερεύοντα ξενιστή η μία γενιά διαδέχεται την άλλη. 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 και θα γεννήσουν τα θηλυκά ωοτόκα άτομα (*oviparae*), που θα δώσουν τα χειμερινά ωά μετά από σύζευξη με τα αρσενικά. Τα αρσενικά είναι πτερωτά 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 το *M. persicae*, παρουσιάζουν πολυμορφισμό στον βιολογικό τους κύκλο, εμφανίζουν δηλαδή ένα μεγάλο αριθμό από διαφορετικές μορφές. Οι μορφές αυτές είναι: αρσενικό, θηλυκό πτερωτό, θηλυκό άπτερο, θηλυτόκο, ωοτόκο. Υπάρχουν πληθυσμοί ολοκυκλικοί, ανολοκυκλικοί και ανδροκυκλικοί. Στους ολοκυκλικούς πληθυσμούς η αφίδα διαχειμάζει ως ωό σε διάπαυση στον πρωτεύοντα ξενιστή, τη ροδακινιά (*Prunus persica* L.). Το φθινόπωρο, σε συνθήκες μικρής ημέρας, οι παραπάνω πληθυσμοί έχουν την ικανότητα παραγωγής σεξουαλικών ατόμων, δηλαδή πτερωτών θηλυτόκων και αρσενικών. Στους ανολοκυκλικούς και ανδροκυκλικούς πληθυσμούς η αφίδα διαχειμάζει ως παρθενογενετικό άτομο. Στους ανδροκυκλικούς παράγονται μερικά αρσενικά το φθινόπωρο (Müller 1954, 1958, Waldhauer 1953, 1957, Van Emden et al. 1969, Blackman 1971). Η οικολογική διάσταση αυτού του φαινομένου φαίνεται

να είναι μια στρατηγική για επιβίωση και ευδοκίμηση του είδους. Από την άλλη μεριά, για την γεωργία ο πολυμορφισμός των αφίδων αποτελεί ένα μεγάλο πρόβλημα, γιατί οι πτερωτές μορφές διασπείρουν ποικίλες ιώσεις στα φυτά. Επίσης μετακινούνται εύκολα και προσβάλλουν άλλους ξενιστές.

3. *Myzus persicae* (Sulzer)

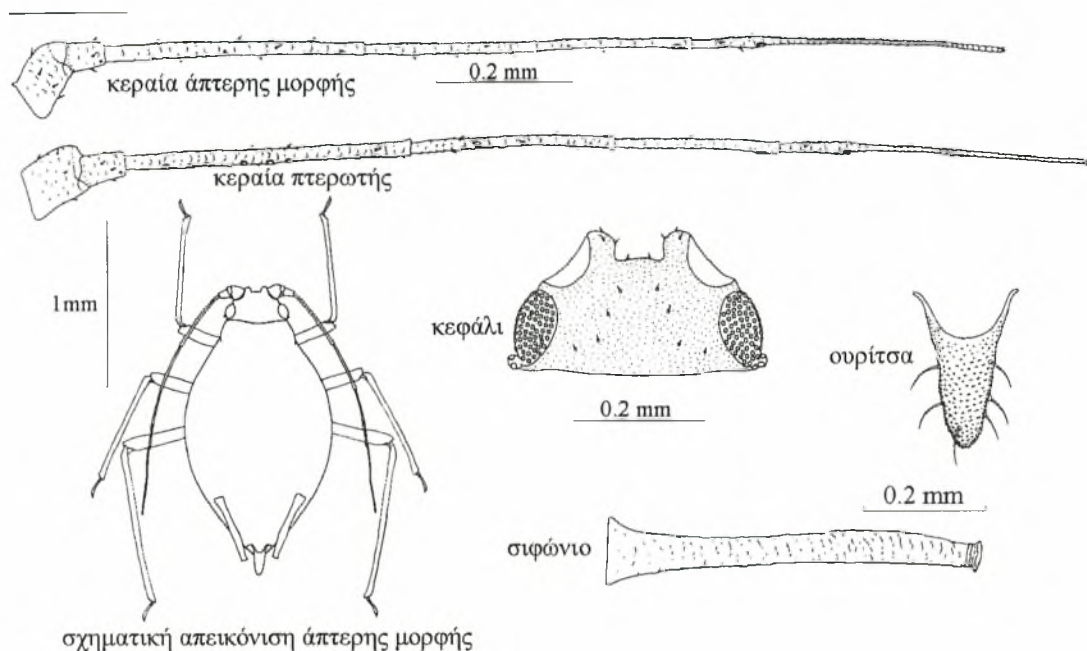
Ταξινομική θέση: Ανήκει στην υπεριοικογένεια Aphidoidea των Homoptera, στην οικογένεια Aphididae, στην υποοικογένεια Aphidinae, στο γένος *Myzus* και στο είδος *persicae*. Υπάρχουν περισσότερα από 30 συνώνυμα ονόματα του είδους, όπως αυτά καταγράφονται στο βιβλίο με τίτλο “Catalogue des Aphididae du monde” των Georges και Marc Remaudière (1997), μερικά από τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 1. Το κοινό όνομα της αφίδας είναι πράσινη μελίγκρα της ροδακινιάς.

Πίνακας 1. Συνώνυμα ονόματα του είδους *Myzus persicae*.

<i>Siphonophora achyrantes</i> Monell in Riley & Monell (1879)
<i>Rhopalosiphum betae</i> Theobald (1913)
<i>Myzus callae</i> Koch (1854)
<i>Siphonophora calendulella</i> Monell in Riley & Monell (1879)
<i>Aphis consors</i> Walker (1848)
<i>Aphis cymbalariae</i> Schouteden (1900)
<i>Aphis cynoglossi</i> Williams (1911)
<i>Aphis deposita</i> Walker (1848)
<i>Aphis derelicta</i> Walker (1849)
<i>Aphis dianthi</i> Schrank (1801)
<i>Aphis dubia</i> Curtis (1842)
<i>Aphis egressa</i> Walker (1849)
<i>Rhopalosiphum galeactitis</i> Macchiati (1883)
<i>Rhopalosiphum lactucellum</i> Theobald (1914)
<i>Macrosiphum lophospermum</i> Theobald (1914)
<i>Macrosiphum lycopersicella</i> Theobald (1914)
<i>Myzus malvae</i> Oestlund (1886)
<i>Siphonophora nasturtii</i> Koch (1855)
<i>Myzus nicotianae</i> Blackman (1987)

<i>Aphis particeps</i> Walker (1845)
<i>Myzus pergandii</i> Sanderson (1901)
<i>Aphis persicae</i> Morren (1836)
<i>Myzus persicae</i> subsp. <i>dyslycialis</i> F.P. Müller (1955)
<i>Myzus persicae</i> var. <i>portulacella</i> Theobald (1926)
<i>Myzus persicae</i> var. <i>sanguisorbiella</i> Theobald (1926)
<i>Myzus persicae</i> var. <i>tuberoscellae</i> Theobald (1922)
<i>Aphis persicophila</i> Rondani (1860)
<i>Aphis persola</i> Walker (1848)
<i>Aphis rapae</i> Curtis (1842)
<i>Aphis redundans</i> Walker (1849)
<i>Myzodes tabaci</i> Mordvilko (1914)
<i>Rhopalosiphum trilineatum</i> Guercio (1920)
<i>Rhopalosiphum tulipae</i> Thomas (1879)
<i>Aphis vastator</i> Smee (1846)
<i>Aphis vulgaris</i> Kyber (1815)

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 ζευγάρια τριχών (Blackman & Eastop, 1984). Στην Εικόνα 1 φαίνεται η σχηματική απεικόνιση του είδους.



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

Γεωγραφική κατανομή: Υπάρχει 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 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 λεγόμενα 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. 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 στην 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 κιτρινίσματος 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) και του A της πατάτας (PVA) (Brunt et al. 1996).

4. Μορφές

Ο πολυμορφισμός, δηλαδή η εμφάνιση μορφών στο ίδιο είδος που διαφέρουν στην συμπεριφορά και στην 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, ωτόκο και αρσενικό.

4α. Θεμελιωτικό (Fundatrix)

Το θεμελιωτικό είναι άπτερο παρθενογενετικό άτομο που εκκολάφθηκε από το χειμερινό γονιμοποιημένο ωό. Κάθε θεμελιωτικό δίνει γέννηση σε παρθενογενετικές 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 κοντότερα.

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 σεξουαλικά άτομα μπορεί περιστασιακά να εμφανιστούν (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 κεραιές, 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 ετερόοικα 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 ετερόοικα 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 στην αισθητική ικανότητα των κεραιών και στο σχήμα και στο μήκος των σιφωνίων, της ουρίτσας και του ρύγχους. Οι διαφορές σε μερικά είδη δεν είναι τόσο ευκρινείς, ενώ σε άλλα είναι τόσο εμφανής ώστε πολλές φορές τα *fundatrigeniae* και τα *alienicolae* να περιγράφονται ως διαφορετικά είδη, διαφορετικά γένη ή ακόμα και διαφορετικές οικογένειες. Ακραία παραδείγματα αποτελούν τα γένη *Nipponaphis*, *Schizoneuraphis* και *Reticularphis*, όπου τα *fundatrigeniae* είναι αφιδόμορφα με μαλακό σώμα παρόμοιο με του θεμελιωτικού, ενώ τα *alienicolae* έχουν σκληρό σώμα που μοιάζει με την νύμφη του αλευρώδη ή με συγκεκριμένους τύπους κοκκοειδών (Hille Ris Lambers & Takahashi 1959, Sorin 1958;). Μερικά είδη της ομάδας αυτής είχαν περιγραφεί ως άσπρες μύγες ή ως κοκκοειδή.

Στα είδη της υποοικογένειας Hormaphidinae 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 στο *Betula*.

Τα πτερωτά *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 πτερωτές 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 αποδημητικών και των μεταναστευτικών, 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 *Kaltenbachella 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 αφήνει τις προνύμφες, 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 πτερωτά άτομα τα οποία μαζί με τα αρσενικά θα μεταναστεύσουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, όπου τα πρώτα θα δώσουν τα ωστόκα. Στα *Aphididae* μορφολογικές διαφορές μεταξύ των πτερωτών 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 στην αισθητική ικανότητα των κεραίων, στη διάταξη των πέντε τριχών των εξαρτημάτων, στο σχήμα και στην κατάτμηση στον τارسό 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 (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 προσελκύει τα αρσενικά (Εικόνα 2). Υπάρχουν μερικά είδη όπου 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.



A

B

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 σκληρητινοποιημένη 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 σκληρητινοποιημένη ή έχει διαφορετικό πρότυπο (Εικόνα 3). Οι κεραίες φέρουν μεγαλύτερο αριθμό από ρινάρια και η διάταξή τους στα τμήματα του μαστιγίου μπορεί να είναι διαφορετική. Η ουρίτσα είναι συχνά μικρότερη σε μέγεθος.



Α



Β



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 και ανδροκυκλικούς 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 & Parry 1976).

Μερικά είδη παράγουν ειδικές μορφές για διαχείμαση. Ο βιολογικός κύκλος του είδους *C. arva* αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα. Αυτό το είδος είναι ετερόοικο, μεταναστεύει μεταξύ του *Zelkova* ως πρωτεύων φυτό ξενιστής και το *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 σκληρητινοποιημένο τεργίτη. Με τέτοιες μορφολογικές και φυσιολογικές διαφορές φαίνεται λογικό να διακριθεί η νάνα προνύμφη 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* (Borner) 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 ανιχνευτεί 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 στο *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

εξειλιγμένες διαχειμάζουσες μορφές. Στα σκούρα αυτά άτομα το σώμα είναι μικρότερο, οι κεραίες 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 (Borner & 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 σκούρα πράσινο χρώμα και στη λιγοστή κηρώδη έκκριση (Sutherland 1968). Το *Aspidaphium escherichii* Borner διαχειμάζει ως νύμφη κυρίως 4^{ου} σταδίου, αλλά και οι νεότερες του 3^{ου} 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. Παράγοντες που επιδρούν στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών

Οι σεξουαλικές μορφές των περισσότερων ειδών αφίδων συνήθως εμφανίζονται το φθινόπωρο. Το φθινόπωρο καθώς η διάρκεια ημέρας σταδιακά μειώνεται και η θερμοκρασία πέφτει, ένα χαρακτηριστικό κλιματολογικό φαινόμενο των εύκρατων περιοχών, έχουμε παραγωγή των σεξουαλικών μορφών. Ο Marcovitch (1924) έδειξε ότι η παραγωγή των σεξουαλικών μορφών στο είδος *Aphis forbesi* (Weed) σχετίζεται με τη φωτοπερίοδο. Αυτή ήταν η πρώτη αναφορά για την επίδραση της φωτοπερίόδου στα ζώα. Έδειξε ότι η αύξηση ή μείωση στην παραγωγή σεξουαλικών μορφών μπορεί να ελεγχθεί με ποικιλία φωτοπεριόδων. Από εκεί και μετά η διάρκεια ημέρας αποδείχθηκε ως ένας σπουδαίος παράγοντας στην εμφάνιση σεξουαλικών ατόμων σε πολλά είδη αφίδων, όπως στο *A. pisum* (Kenten 1955, Lamb & Pointing 1972, Sharma et al. 1975), *A. fabae* (Tsitsipis & Mittler 1976), *B. brassicae* (Bonnemaison 1951, Kawada 1976), *M. persicae* (Blackman 1975, Matsuka & Mittler 1979). Εκτός από τη διάρκεια ημέρας, η θερμοκρασία, η θρέψη και ενδογενείς παράγοντες επιδρούν στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών.

6α. Φωτοπερίοδος

Η παραγωγή των σεξουαλικών μορφών στο *M. viciae* έχει εκτεταμένα μελετηθεί από τον Lees (1959, 1960, 1963). Ο Lees απέδειξε ότι μητέρες οι οποίες εκτράφηκαν μετά τη γέννησή τους σε λιγότερο από 14,5 ώρες ανά ημέρα παρήγαγαν μόνο ωοτόκα. Όταν δέχτηκαν 15 ώρες ανά ημέρα παρήχθησαν αποκλειστικά παρθενογενετικά άτομα και όταν εκτράφηκαν σε 14,5-15,0 ώρες παρήχθησαν και ωοτόκα και παρθενογενετικά. Ο Lees επίσης διευκρίνισε ότι σε θερμοκρασία 15,0°C η κριτική διάρκεια ημέρας για την εμφάνιση θηλυκών μορφών ήταν μεταξύ 14,5 και 15,0 ωρών. Η κριτική διάρκεια ημέρας τείνει να μειωθεί με αυξανόμενες θερμοκρασίες, όταν ανά 15 λεπτά έχουμε αύξηση 5°C. Σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 23°C η επίδραση της φωτοπερίόδου σταματά εντελώς και αυτό έχει ως

αποτέλεσμα ακόμα και σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας να παράγονται μόνο παρθενογενετικά άτομα.

Τα αρσενικά έχει βρεθεί ότι παράγονται σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας στα περισσότερα είδη αφίδων. Όμως αυτό είναι σπάνιο στην περίπτωση του *M. viciae*, όπου αρσενικά δεν εμφανίζονται με την αλλαγή στη φωτοπερίοδο (Lees 1959). Σύμφωνα με τους Lamb και Pointing (1972) αρσενικά και ωτόκα παρήχθησαν από το *A. pisum* σε λιγότερο από 13,0-14,0 ώρες φως ανά ημέρα, αλλά η κριτική διάρκεια φωτοπεριόδου που χρειάζεται για την παραγωγή αρσενικών είναι περίπου μία ώρα περισσότερη από αυτή που χρειάζεται για την παραγωγή των ωτόκων. Σε πολλά είδη αφίδων περισσότερα αρσενικά τείνουν να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού της αναπαραγωγικής περιόδου.

Στα είδη των αφίδων τα οποία είναι μονόουκα στα ποώδη φυτά και δεν είναι απαραίτητο να πετάξουν πίσω στον πρωτεύοντα ξενιστή, οι μικρής διάρκειας ημέρες δεν φαίνεται να παράγουν σεξουαλικά πτερωτά άτομα. Αυτό ισχύει για παράδειγμα στην περίπτωση των *A. pisum*, *B. brassicae*, *Macrosiphoniella sanborni* (Gilette) και *M. viciae*.

Στην περίπτωση των ετερόουκων ειδών η φωτοπερίοδος επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την παραγωγή των σεξουαλικών μορφών. Στο *M. persicae* η παραγωγή σεξουαλικών μορφών σχετίζεται με τη διάρκεια της σκοτόφασης. Πιο συγκεκριμένα, εξαρτάται από τον αριθμό και τη διάρκεια των σκοτοφάσεων που προάγουν την παραγωγή τους (Blackman 1975, Mittler *et al.* 1979, Matsuka and Mittler 1979). Οι Matsuka και Mittler (1979) έδειξαν ότι στο είδος *M. persicae* (από Yakima, Washington, Η.Π.Α) η κριτική διάρκεια ημέρας για την παραγωγή των αρσενικών είναι 14,5 ώρες. Επίσης ένας κύκλος μικρής διάρκειας ημέρες μπορεί να μετριάσει την αύξηση στην παραγωγή αρσενικών, ενώ δύο κύκλοι θα την αυξήσουν. Έχει ακόμα επισημανθεί ότι οι μητέρες των αφίδων είναι περισσότερο ευαίσθητες στη φωτοπερίοδο αμέσως πριν από τη γέννησή τους. Σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας το *M. persicae* δίνει στην πρώτη γενιά θηλυτόκα και παραγωγή ωών από τα ωτόκα. Στον κλώνο από την Yakima σε λιγότερο από 13,5 ώρες φως ανά ημέρα, εμφανίστηκαν μόνο θηλυτόκα, και σε περισσότερες από 14,0 ώρες φως μόνο παρθενογενετικά. Σε φωτοπεριόδους μεταξύ 13,5 και 14,0 ώρες εμφανίστηκαν και οι δύο μορφές.

6β. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία φαίνεται να επηρεάζει την παραγωγή σεξουαλικών μορφών στις αφίδες, αλλά μόνο όταν επιδρά συγχρόνως με τη φωτοπερίοδο (MacGillivray & Anderson 1964). Μικρής διάρκειας ημέρες και μειωμένες θερμοκρασίες προάγουν την παραγωγή των σεξουαλικών μορφών σε πολλά είδη αφίδων. Υψηλές θερμοκρασίες το φθινόπωρο τείνουν να αποτρέψουν την παραγωγή των σεξουαλικών μορφών. Η κριτική διάρκεια ημέρας μειώνεται με αυξανόμενες θερμοκρασίες. Σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 25°C, με ελάχιστες διαφορές στα διάφορα είδη των αφίδων, η επίδραση της μικρής διάρκειας ημέρας αποτρέπεται και μόνο παρθενογενετικά άτομα παράγονται, ακόμα και κάτω από συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας. Οι Tsitsipis και Mittler (1977) στο *A. fabae* σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας βρήκαν ότι αρσενικά παρήχθησαν στους 11,5°C ως 22,5°C αλλά όχι πάνω από 23,5°C, ενώ ο μέγιστος αριθμός αρσενικών παρατηρήθηκε μεταξύ 17,5°C με 19,5°C.

6γ. Θρέψη

Η σχέση μεταξύ αφίδων και των φυτών ξενιστών τους είναι πολύ σημαντική. Σύμφωνα με τον Forrest (1970) στο *Dysaphis devectora* (Walker) αρσενικά και σεξουαλικά θηλυκά εμφανίστηκαν κατά τα μέσα καλοκαιριού, όταν οι ημέρες είναι μεγάλης διάρκειας. Προφανώς οι αφίδες έλαβαν την αλλαγή στην θρέψη τους διαμέσου του φυτού ξενιστή ως μήνυμα για να παράγουν σεξουαλικά άτομα. Σε αντίθεση με τη φωτοπερίοδο, η αλλαγή στη θρέψη του φυτού ξενιστή ποικίλλει πολύ από χρόνο σε χρόνο χωρίς την ύπαρξη ενός προτύπου, έτσι ώστε να μη θεωρείται ως ένας αληθινός παράγοντας. Αυτό βέβαια δεν εμποδίζει τις αφίδες να συγχρονίζουν το βιολογικό τους κύκλο με την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών ξενιστών τους.

Οι αφίδες που ζουν στο έδαφος στις ρίζες των φυτών δεν φαίνεται να επηρεάζονται άμεσα από τη φωτοπερίοδο. Ωστόσο φαίνεται να γνωρίζουν το χρόνο μέσω της αλλαγής στη θρέψη από τον ξενιστή τους. Οι Sethi και Swenson (1967) έδειξαν ότι η παραγωγή σεξουαλικών ατόμων στο *Eriosoma pyricola* (Baker and Davidson) επηρεάζεται από την παύση ανάπτυξης των ριζών του ξενιστή του. Γενικά

όταν παράγοντες, όπως τα φυτά ξενιστές, επιδρούν στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών, πειραματική εργασία που έχει γίνει μέχρι τώρα, δείχνει ότι τα παλαιά φύλλα είναι εκείνα που επιδρούν στην παραγωγή αυτών των μορφών στο *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach), που προσβάλλει την καρυδιά (Davis 1967).

6δ. Ενδογενείς παράγοντες

Στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών των αφίδων, εκτός από τη φωτοπερίοδο, τη θερμοκρασία και τη θρέψη, επιδρούν και ενδογενείς παράγοντες. Οι ενδογενείς αυτοί παράγοντες είναι δύο κατηγοριών, η ορμόνη νεότητας και οι ενδογενείς ρυθμοί.

Οι Tsitsipis και Mittler (1977) πρότειναν πως οι συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας προκαλούν πτώση της ορμόνης νεότητας (JH) κάτω από ένα επίπεδο που προάγει την παραγωγή σεξουαλικών μορφών. Η παραγωγή δηλαδή σεξουαλικών ατόμων οφείλεται σε ορμονικές μεταβολές που ακολουθούν τις συνθήκες που προάγουν την παραγωγή τους. Ο Mittler (1979) έδειξε ότι η παραγωγή των σεξουαλικών μορφών στο *M. persicae* ελέγχεται με εφαρμογή της Kinoprene, ουσία ανάλογη της ορμόνης νεότητας. Έτσι, σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας τοπική εφαρμογή ορμόνης νεότητας ή αναλόγων της προάγει την παραγωγή παρθενογενετικών ατόμων.

Η ορμόνη νεότητας στις αφίδες εκλύεται από αδένες του ενδοκρινικού τους συστήματος, του corpus allatum. Ο αδένας αυτός αποτελείται από επιθηλιακούς ιστούς και η λειτουργία του έχει σχέση με το νευροεκκριτικό σύστημα της αφίδας. Η ορμόνη νεότητας ρυθμίζει τη μεταμόρφωση, το σχήμα του σώματος σε πολλά πολυμορφικά είδη, την αναπαραγωγή και τη συμπεριφορά των εντόμων (Laufer & Borst 1983). Πέντε ορμόνες νεότητας έχουν αναγνωρισθεί χημικά (Schooley & Baker 1985). Στις αφίδες μόνο η ορμόνη νεότητας III έχει βρεθεί (Hardie 1984).

Ορισμένα είδη αφίδων παράγουν σεξουαλικές μορφές σε συγκεκριμένη περίοδο, ανεξάρτητα από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η φωτοπερίοδος, η θερμοκρασία και η κατάσταση του φυτού ξενιστή. Το φαινόμενο αυτό έχει σχέση με τους ενδογενείς ρυθμούς των αφίδων.

Στο *M. persicae* είναι γνωστό ότι υπάρχουν τρεις κατηγορίες βιολογικού κύκλου, ο ολοκυκλικός, στον οποίο παράγονται αρσενικά και ωτόκα, ο ανολοκυκλικός στον οποίο μόνο παρθενογενετικά παράγονται και ο ανδροκυκλικός στον οποίο δεν παράγονται ωτόκα αλλά μόνο αρσενικά, σε συνθήκες μικρής ημέρας. Παρόλο που επικρατούν παρόμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες την άνοιξη δεν παράγονται σεξουαλικές μορφές. Υπάρχει διαφορά και στην κατεύθυνση της επίδρασης την άνοιξη, αφού οι ημέρες μεγαλώνουν ενώ το φθινόπωρο οι ημέρες μικραίνουν.

Έχει βρεθεί ότι μετά την πάροδο ορισμένου αριθμού γενεών από την εκκόλαψη του ωού, οι αφίδες μπορούν να παράγουν σεξουαλικές μορφές. Ο Bonnemaison (1951) ονόμασε αυτό το φαινόμενο “παράγοντας του θεμελιωτικού” ενώ ο Lees το ονόμασε ενδιάμεσος χρονομέτρης (interval timer). Από τους Μαργαριτόπολο και Τσιτσιπή (1997) διαπιστώθηκε η ύπαρξη αυτού του μηχανισμού στο *M. persicae* και βρέθηκε ότι εμποδίζει τα άπτερα να γεννούν σεξουαλικές μορφές για 2 γενιές μετά την εκκόλαψη τους από το ωό, και μόνο μετά την πάροδο 1-2 γενεών το πλείστο των θηλυκών που παράγουν είναι θηλυτόκα. Επίσης βρέθηκε ότι υπάρχουν δύο μηχανισμοί, ο ένας ελέγχει την παραγωγή σεξουαλικών θηλυκών και ο άλλος αυτή των αρσενικών. Αυτό έχει διαπιστωθεί και από τον Dixon (1972) για το είδος *Eucallipterus tiliae* L.

7. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της αντίδρασης στη φωτοπερίοδο κλώνων του είδους *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές της Ελλάδας και από διάφορους ξενιστές. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη της παραγωγής των σεξουαλικών μορφών σε 6 φωτοπεριόδους, L14:D10, L13:30D10:30, L13:D11, L12:D12, L11:D13 και L10:D14 και σε θερμοκρασία 17 °C από ολοκυκλικούς κλώνους και η εξέταση ανολοκυκλικών για να ελεγχθεί η ικανότητα παραγωγής αρσενικών.

Η εξέταση των μορφών που παράγονται από διαφορετικούς κλώνους σε διάφορες φωτοπεριόδους μας δίνει την δυνατότητα να ελέγξουμε πότε εμφανίζονται οι σεξουαλικές μορφές του είδους, πότε παρατηρούνται τα μέγιστα των μορφών αυτών και να γίνει συσχέτιση των φωτοπεριόδων αυτών με τις αντίστοιχες ημέρες του έτους. Επίσης να εξεταστεί αν υπάρχει διαπληθυσμιακή και ενδοπληθυσμιακή παραλλακτικότητα στο είδος. Δηλαδή να ελεγχθεί αν τυχόν διαφορές μεταξύ των κλώνων μπορεί να συσχετιστούν με το γεωγραφικό πλάτος.

Η εξέταση ανολοκυκλικών κλώνων από διαφορετικές περιοχές και διαφορετικούς ξενιστές έχει ως σκοπό τον έλεγχο της ύπαρξης ανδροκυκλικών κλώνων στην Ελλάδα και την καταγραφή αυτών. Επίσης να ερευνηθούν οι διαφορές αυτών των πληθυσμών σε σχέση με τους ολοκυκλικούς, προσδιορίζοντας και τον ρόλο τους στη βιολογία του είδους.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

**1. Μελέτη παραγωγής σεξουαλικών μορφών
του *Myzus persicae* (Sulzer) σε σχέση
με τη φωτοπερίοδο.**

1α. Εισαγωγή

Στα ήπια και πιο ψυχρά κλίματα τα περισσότερα είδη αφίδων σταματούν την παρθενογενετική αναπαραγωγή το φθινόπωρο και αρχίζουν να παράγουν σεξουαλικές μορφές, αντιδρώντας στην αλλαγή των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπου η μειωμένη φωτοπερίοδος είναι υψίστης σπουδαιότητας. Πειραματικές εργασίες, ειδικά του Lees (1959, 1964) στο είδος *Megoura viciae*, έχουν διευκρινίσει πολλές πλευρές αυτού του φαινομένου και έδειξαν ότι η παραγωγή τους έχει σχέση με τη φωτοπερίοδο. Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα της σχέσης αυτής είναι η ύπαρξη ενός κριτικού ορίου μεταξύ της διάρκειας ημέρας και νύχτας, το σημείο δηλαδή ισορροπίας, στο οποίο η ανάπτυξη βαίνει στην μία ή άλλη κατεύθυνση. Επίσης έχει βρεθεί ότι η θερμοκρασία στο είδος *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) επηρεάζει την παραγωγή των σεξουαλικών μορφών, πάντα όμως μαζί με την φωτοπερίοδο (MacGillivray & Anderson 1964).

Στο *M. persicae* η παραγωγή των σεξουαλικών μορφών σχετίζεται με την διάρκεια της σκοτόφασης. Πιο συγκεκριμένα, η παραγωγή των αρσενικών εξαρτάται από τον αριθμό και τη διάρκεια των σκοτοφάσεων που προάγουν την παραγωγή τους (Blackman 1975, Mittler *et al.* 1979, Matsuka and Mittler 1979). Σύμφωνα με τους Mittler και Wilhoit (1990) βιότυπος του *M. persicae* από την πολιτεία της Ουάσιγκτον των Η.Π.Α. (46° 34' N) έδωσε θηλυτόκα και αρσενικά σε σκοτόφαση μικρότερη κατά 1-1,5h από αυτή που προάγει την παραγωγή αυτών των μορφών σε βιότυπο της Μαδρίτης Ισπανίας (40° N).

Στην παρούσα εργασία γίνεται μελέτη του τρόπου αντίδρασης κλώνων του *M. persicae*, από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας και από διαφορετικούς ξενιστές, σε ποικιλία φωτοπεριόδων όσον αφορά την παραγωγή σεξουαλικών μορφών.

1β. Υλικά και Μέθοδοι

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν κλώνοι του *M. persicae*, οι οποίοι συλλέχθηκαν από τέσσερις διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας: τη Νάουσα, τα Λεχώνια Μαγνησίας, την Αλεξάνδρεια Ημαθίας και το Ηράκλειο

Κρήτης και από διάφορους ξενιστές. Κλώνος είναι οι απόγονοι που προέρχονται από ένα άπτερο παρθενογενετικό θηλυκό.

Περισσότερα στοιχεία για τους εξεταζόμενους κλώνους φαίνονται στον Πίνακα 2. Η επιλογή των κλώνων έγινε με σκοπό να μελετηθούν βιότυποι τόσο από Νότιες όσο και από Βόρειες περιοχές της Ελλάδας και να διευκρινιστεί αν το γεωγραφικό πλάτος επηρεάζει την αντίδραση του είδους στη φωτοπερίοδο.

Πίνακας 2. Στοιχεία των εξεταζόμενων κλώνων του *M. persicae*.

Κλώνοι	Περιοχή Συλλογής	Γ. Πλάτος Περιοχής	Φυτό-Ξενιστής
1	Νάουσα	40° 38'	Ροδακινιά
2	Λεχώνια Μαγνησίας	39° 22'	Ροδακινιά
3	Αλεξάνδρεια Ημαθίας	40° 38'	Καπνός
4	Ηράκλειο Κρήτης	35° 20'	Πιπεριά

Η συλλογή των δειγμάτων, από τα οποία δημιουργήθηκαν οι κλώνοι του πειράματος, πραγματοποιήθηκε το έτος 1996. Από το κάθε δείγμα ένα παρθενογενετικό θηλυκό τοποθετήθηκε σε ειδικό κουτί εκτροφής αφίδων και από τους απογόνους του δημιουργήθηκε ο κλώνος. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι τέσσερις κλώνοι του πειράματος.

Οι κλώνοι πριν την έναρξη του πειράματος διατηρούνταν σε βιοκλιματικό θάλαμο με φωτοπερίοδο L16:D8 (ώρες φωτός : ώρες σκότους, L= light, D= darkness) και θερμοκρασία $17 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Τόσο για τη διατήρηση των αφίδων όσο και για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν ειδικά κουτιά εκτροφής αφίδων διαστάσεων 7,7 cm x 4,5 cm x 2 cm, στη βάση των οποίων υπάρχει κομμάτι σφουγγαριού που βρέχεται από νερό. Σε αυτό τοποθετήθηκε φύλλο πατάτας πάνω στο οποίο τρέφονταν οι αφίδες (Blackman 1971). Το κουτί εκτροφής αφίδων φαίνεται στη Εικόνα 4 .

Η ποικιλία της πατάτας που χρησιμοποιήθηκε για τις πειραματικές ανάγκες ήταν η Jaerla . Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε πατάτα για τη διατήρηση

των κλώνων και για το πείραμα ήταν ότι αποτελεί πολύ καλό ξενιστή του *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 αυτό τον τρόπο η θρεπτική κατάσταση των φύλλων διατηρούταν σε υψηλά επίπεδα, χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα στην θρέψη των αφίδων.

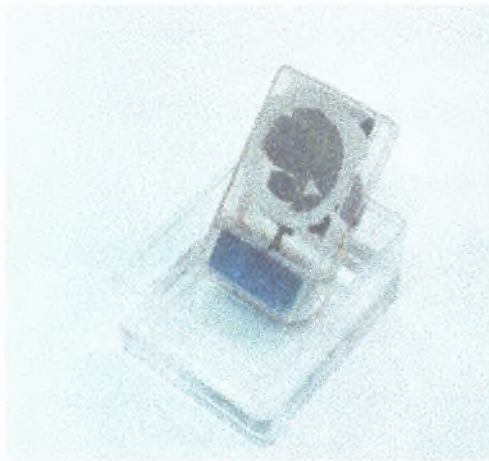
Ελέγχθηκαν οι μορφές που παράγονται από άπτερα των κλώνων σε 6 φωτοπεριόδους, L14:D10, L13:30D10:30, L13:D11, L12:D12, L11:D13 και L10:D14 και θερμοκρασία $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν ξύλινα κουτιά φωτοπεριόδου. Τα κουτιά ήταν φωτοστεγανά, το εσωτερικό τους βάφτηκε με άσπρο χρώμα, ώστε να μην υπάρξει απορρόφηση φωτός, και οι διαστάσεις τους ήταν 45x45x40 cm. Στο εσωτερικό τους τοποθετήθηκε λαμπτήρας 15 watt και ο φωτισμός στο επίπεδο των αφίδων ήταν 2000 Lux. Ο έλεγχος του φωτισμού γινόταν με ειδικό χρονοδιακόπτη. Στις πλευρές ανοίχτηκαν οπές όπου εφαρμόστηκε μαύρος κεκαμένος πλαστικός σωλήνας για τη διευκόλυνση του αερισμού. Επίσης προσαρμόστηκε και λειτουργούσε συνεχώς στο εσωτερικό τους ανεμιστήρας ώστε η θερμοκρασία στο εσωτερικό ήταν σταθερά $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, ίδια με αυτή του περιβάλλοντος χώρου. Ο χώρος που τοποθετήθηκαν τα κουτιά φωτοπεριόδου ήταν δωμάτιο με ελεγχόμενες συνθήκες, δηλαδή με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία ($17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) και υγρασία (50%). Το κουτί φωτοπεριόδου φαίνεται στην Εικόνα 4 .

Άπτερα από τις αποικίες που παρέμειναν σε L16:D8 και $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, μόλις ενηλικιώθηκαν μεταφέρθηκαν στην εξεταζόμενη φωτοπερίοδο. Τα άπτερα που γεννήθηκαν μετά από τρεις ημέρες παρέμειναν στις πειραματικές συνθήκες (ένα άπτερο ανά κουτί), σε δέκα επαναλήψεις. Κρατήθηκαν στις πειραματικές συνθήκες τα άπτερα της 3^{ης} ημέρας γιατί έχει παρατηρηθεί από προηγούμενες εργασίες ότι αυτά δίνουν περισσότερα αρσενικά σε συνθήκες μικρής ημέρας, οπότε μπορούν να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ των κλώνων.

Κάθε δύο ημέρες μεταφέρονταν σε καινούργιο κουτί μέχρι το τέλος της ζωής τους και καταγραφόταν ο αριθμός και η μορφή των απογόνων τους, που ήταν άπτερα παρθενογενετικά, πτερωτά θηλυτόκα, πτερωτά παρθενογενετικά και αρσενικά. Η μεταφορά αυτή γινόταν για να μπορούν να αναγνωριστούν οι

απόγονοι του κάθε διημέρου. Τα περρωτά που γεννήθηκαν τοποθετήθηκαν χωριστά ανά ένα σε διαφορετικό κουτί και από την μορφή των απογόνων τους χαρακτηρίστηκαν ως θηλυτόκα αυτά που γέννησαν έστω και ένα ωτόκο, ενώ ως παρθενογενετικά αυτά που γέννησαν μόνο άπτερα παρθενογενετικά άτομα.

Τέλος έγινε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της φωτοπερίοδου L13:D11 με τη μέθοδο ανάλυσης παραλλακτικότητας (One-Way Anova) με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου Statistica. Σε αυτή τη φωτοπερίοδο όλοι οι κλώνοι του πειράματος έχουν ξεκινήσει να δίνουν σεξουαλικά άτομα. Λόγω ύπαρξης στα δεδομένα και μηδενικών τιμών, για την πραγματοποίηση της ανάλυσης έγινε μετατροπή αυτών σύμφωνα με την εξίσωση : $\sqrt{x+0,5}$.



A



B

Εικόνα 4. Φωτογραφία κουτιού εκτροφής αφίδων (A) και ξύλινου κουτιού φωτοπερίοδου (B).

1γ. Αποτελέσματα

Οι κλώνοι που εξετάστηκαν στις έξι φωτοπεριόδους και οι μορφές των απογόνων τους φαίνονται στον Πίνακα 3. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο ένας κλώνος από την Βόρεια Ελλάδα (Αλεξάνδρεια Ημαθίας) εμφανίζει σεξουαλικά άτομα σε ημέρα με μικρότερη διάρκεια σκότους από τους άλλους κλώνους. Τα αρσενικά αυτού του κλώνου εμφανίζονται σε ημέρα κατά 1h μικρότερη διάρκεια σκότους, ενώ τα θηλυτόκα κατά 30min σε σχέση με τους υπόλοιπους κλώνους.

Ο άλλος κλώνος της Βόρειας Ελλάδας (Νάουσα) εμφανίζει συγχρόνως με τους υπόλοιπους κλώνους τα σεξουαλικά άτομα, στις 11h σκοτάδι. Ωστόσο φαίνεται από την στατιστική ανάλυση ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του κλώνου από Νάουσα και των υπολοίπων κλώνων όσο αφορά τη παραγωγή σεξουαλικών, δηλαδή ο κλώνος αυτός εμφανίζει μεγαλύτερη παραγωγή σεξουαλικών σε σχέση με τους πιο νότιους κλώνους.

Ο κλώνος του Ηρακλείου εμφανίζει τα αρσενικά στις 12 h σκοτάδι, δηλαδή πολύ αργότερα από τους κλώνους της Αλεξάνδρειας, της Νάουσας και των Λεχωνίων.

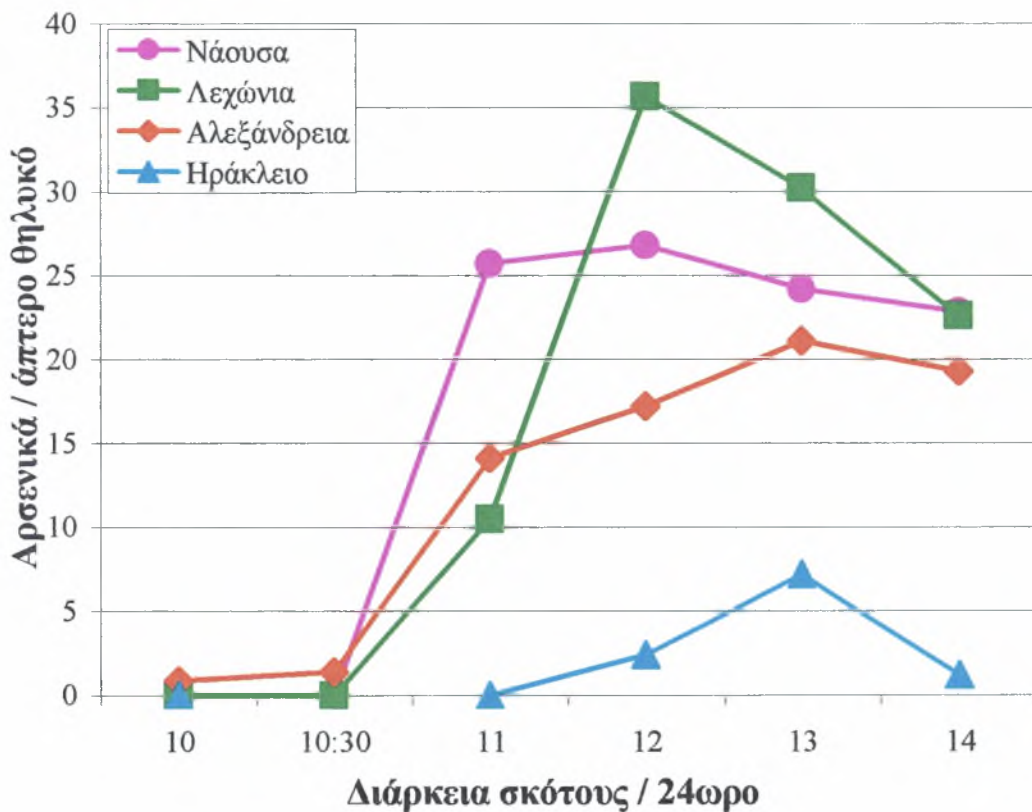
Πίνακας 3. Μέσοι όροι απογόνων από άπτερες μητέρες κλώνων του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από ροδακινιά, καπνό και πιπεριά, σε θερμοκρασία $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ και σε διάφορες φωτοπεριόδους (Αριθμοί σε παρένθεση υποδηλώνουν τυπική απόκλιση).

Κλώνοι	Περιοχή	Εξετασθέντα άπτερα	Σύνολο	Θηλυτόκα ¹	Πτερωτά παρθ/κά	Αρσενικά ²	Άπτερα
Φωτοπερίοδος L14:D10							
1	Νάουσα	10	49,5	0 (0)	0,3 (0,9)	0 (0)	49,2 (10)
2	Λεχώνια	8	67,3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	67,3 (11,8)
3	Αλεξάνδρεια	8	62,6	0 (0)	0,4 (0,7)	0,9 (2,5)	61,4 (19)
4	Ηράκλειο	10	70,2	0 (0)	1,7 (2,1)	0 (0)	68,5 (8,6)
Φωτοπερίοδος L13:30D10:30							
1	Νάουσα	9	60,8	0 (0)	0 (0)	0 (0)	60,8 (17,9)
2	Λεχώνια	9	54	0 (0)	0 (0)	0 (0)	54 (9,7)
3	Αλεξάνδρεια	8	58,4	0,5 (0,8)	1,3 (1,6)	1,4 (2,4)	55,3 (16,3)
4	Ηράκλειο			Δεν εξετάστηκε			
Φωτοπερίοδος L13:D11							
1	Νάουσα	7	59,3	7,1 (4,6) a	0,7 (1,2)	25,7 (4,7) a	25,7 (16,7)
2	Λεχώνια	10	68	2,5 (2,3) b	3,7 (4,2)	10,5 (7,8) b	51,3 (16,1)
3	Αλεξάνδρεια	8	47,9	3,3 (4,7) b	5,1 (6,5)	14,1 (10,9) b	25,4 (20,3)
4	Ηράκλειο	9	77,4	0,6 (0,9) b	12 (7,3)	0 (0) c	64,9 (11,5)
Φωτοπερίοδος L12:D12							
1	Νάουσα	15	46,3	16,5 (10,7)	0,87 (2,3)	26,8 (11,4)	2,2 (3,4)
2	Λεχώνια	9	54,4	8,1 (6,5)	0,3 (0,7)	35,7 (7)	10,3 (8,8)
3	Αλεξάνδρεια	9	40,6	11,2(12,1)	2,7 (7,3)	17,2 (10,2)	9,4 (12,7)
4	Ηράκλειο	8	68,8	2,9 (3,4)	18,6 (18,4)	2,4 (3,3)	44,9 (26,6)
Φωτοπερίοδος L11:D13							
1	Νάουσα	10	50,4	20 (6,2)	1,6 (2,1)	24,2 (10,5)	4,6 (5,5)
2	Λεχώνια	8	48,9	16 (6,3)	1,8 (3,8)	30,3 (7,6)	0,9 (1,8)
3	Αλεξάνδρεια	7	35,7	10,7 (5,1)	1,6 (2,4)	21,1 (14,3)	2,3 (3,3)
4	Ηράκλειο	10	63,2	3,7 (3,4)	20,6 (6,8)	7,2 (9,5)	31,7 (21,7)
Φωτοπερίοδος L10:D14							
1	Νάουσα	11	46,3	22,9 (7,4)	0 (0)	22,8 (8,9)	0,5 (1,5)
2	Λεχώνια	10	39,3	16 (5,8)	0 (0)	22,6 (7,1)	0,7 (1,9)
3	Αλεξάνδρεια	11	35,5	14,8 (8,3)	0 (0)	19,3 (5,2)	1,5 (3,7)
4	Ηράκλειο	14	58,4	0,9 (1,9)	4,1 (6,7)	1,2 (4,3)	52,1 (17)

¹ Οι αριθμοί με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με το κριτήριο LSD για $p<0,05$ (df 3,30 F5,64).

² Οι αριθμοί με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με το κριτήριο LSD για $p<0,05$ (df 3,30 F22,77).

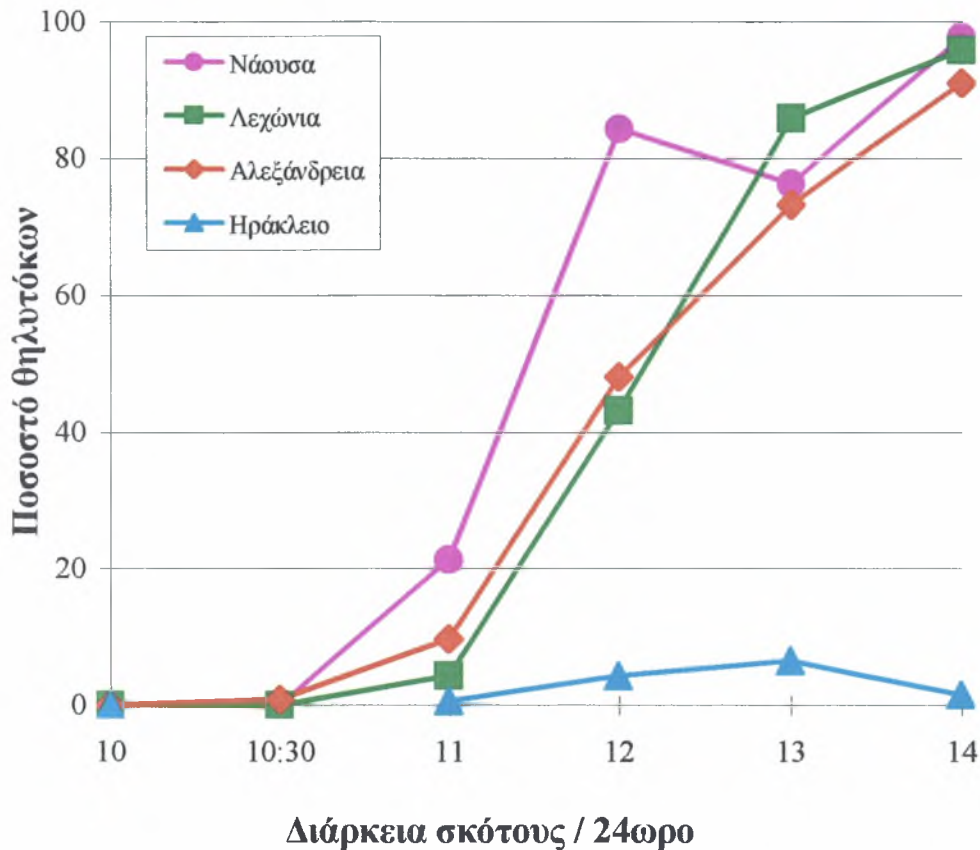
Στο Σχήμα 2 φαίνεται η παραγωγή των αρσενικών για τους τέσσερις κλώνους στις εξεταζόμενες φωτοπεριόδους. Τα πρώτα αρσενικά για τον κλώνο της Αλεξάνδρειας εμφανίζονται στις 10 h σκότους, για τους Νάουσα και Λεχώνια στις 11 h, ενώ ο κλώνος από Ηράκλειο τα εμφανίζει στις 12 h σκότους. Η μέγιστη παραγωγή αρσενικών παρατηρείται για τους κλώνους από Νάουσα και από Λεχώνια στις 12 h σκότους, ενώ για τους κλώνους Αλεξάνδρεια και Ηράκλειο στις 13 h σκότους.



Σχήμα 2. Παραγωγή αρσενικών σε διάφορες φωτοπεριόδους και στους $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ από κλώνους του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από Νάουσα, Λεχώνια, Αλεξάνδρεια και Ηράκλειο.

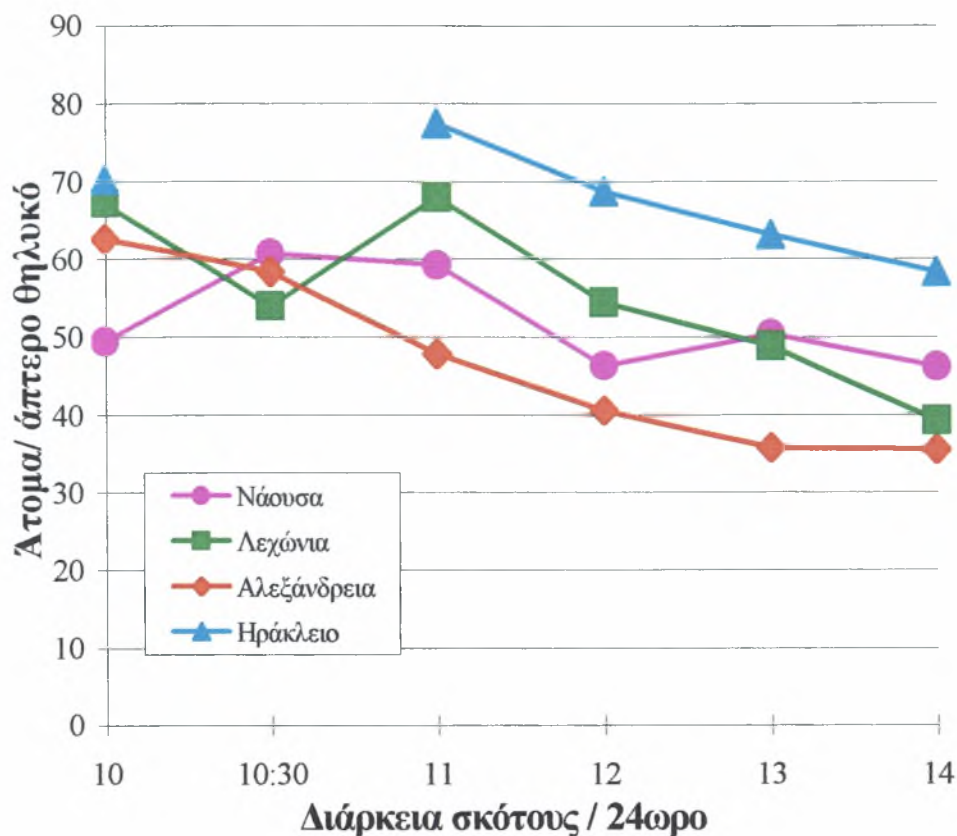
Στο Σχήμα 3 φαίνεται το ποσοστό των θηλυτόκων (gynoparae) στις εξεταζόμενες φωτοπεριόδους για τους τέσσερις κλώνους. Η πρώτη εμφάνιση των θηλυτόκων για τον κλώνο της Αλεξάνδρειας είναι στις 10:30 h σκότους, ενώ για τους υπόλοιπους κλώνους στις 11 h σκότους. Το μέγιστο ποσοστό θηλυτόκων

παρατηρείται και στους τρεις κλώνους Αλεξάνδρεια, Νάουσα και Λεχώνια στις 14 h σκότους, ενώ για τον κλώνο του Ηρακλείου στις 13 h.



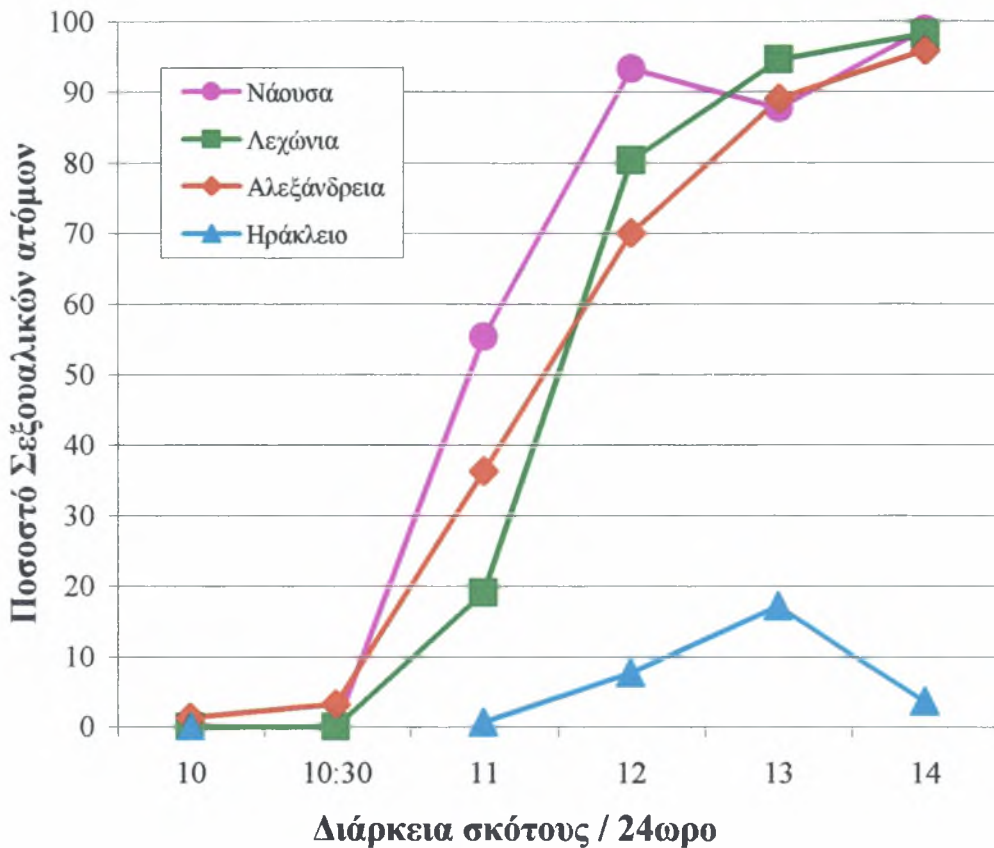
Σχήμα 3. Ποσοστό θηλυτόκων σε διάφορες φωτοπερίόδους και στους $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ από κλώνους του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από Νάουσα, Λεχώνια, Αλεξάνδρεια και Ηράκλειο.

Η ολική παραγωγή για κάθε κλώνο σε σχέση με τη φωτοπερίοδο εμφανίζεται στο Σχήμα 4. Παρατηρήθηκε μείωση στην ολική παραγωγή απογόνων με την αύξηση της διάρκειας της σκοτόφασης για όλους τους κλώνους. Έτσι για τον κλώνο της Νάουσας καταγράφηκαν 49,5 άτομα ανά άπτερο θηλυκό στις 10 h σκότους, ενώ στις 14 h σκότους 46,3 άτομα. Για τον κλώνο των Λεχωνίων από 67,3 άτομα ανά άπτερο θηλυκό μειώθηκαν σε 39,3, για τον κλώνο της Αλεξάνδρειας από 62,6 μειώθηκαν σε 35,5 και για τον κλώνο του Ηρακλείου από 70,2 μειώθηκαν σε 58,4. Τη μέγιστη παραγωγή την εμφανίζει ο κλώνος του Ηρακλείου σε όλες τις εξεταζόμενες φωτοπερίόδους.



Σχήμα 4. Παραγωγή ατόμων σε διάφορες φωτοπεριόδους και στους $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ από κλώνους του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από Νάουσα, Λεχώνια, Αλεξάνδρεια και Ηράκλειο.

Στο Σχήμα 5 φαίνεται το ποσοστό των σεξουαλικών μορφών, δηλαδή αρσενικών και θηλυτόκων, για όλους τους κλώνους σε όλες τις εξεταζόμενες φωτοπεριόδους. Παρατηρείται ότι στη φωτοπερίοδο L13:D11, όπου όλοι οι κλώνοι εμφανίζουν σεξουαλικές μορφές, ο κλώνος από τη Νάουσα έχει εμφανίσει 55,4% σεξουαλικά άτομα, από την Αλεξάνδρεια 36,3%, από τα Λεχώνια 19,1% και ο κλώνος του Ηρακλείου μόλις 0,7%. Επίσης ενώ οι τρεις κλώνοι εμφανίζουν το μέγιστο ποσοστό σεξουαλικών μορφών στην φωτοπερίοδο L10:D14, ο κλώνος της Κρήτης το εμφανίζει στην φωτοπερίοδο L11:D13.



Σχήμα 5. Ποσοστό σεξουαλικών μορφών σε σχέση με τη φωτοπερίοδο, από κλώνους του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από Νάουσα, Λεχώνια, Αλεξάνδρεια και Ηράκλειο.

Στα Σχήματα 6, 7, 8, και 9 φαίνεται η παραγωγή των θηλυτόκων (Θ), αρσενικών (Α), άπτερων παρθενογενετικών (ΑΠ) και πτερωτών παρθενογενετικών (ΠΠ) καθ'όλη την διάρκεια της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων, για κάθε εξεταζόμενη φωτοπερίοδο και για τους κλώνους Νάουσας, Αλεξάνδρειας, Λεχωνίων και Ηρακλείου αντίστοιχα.

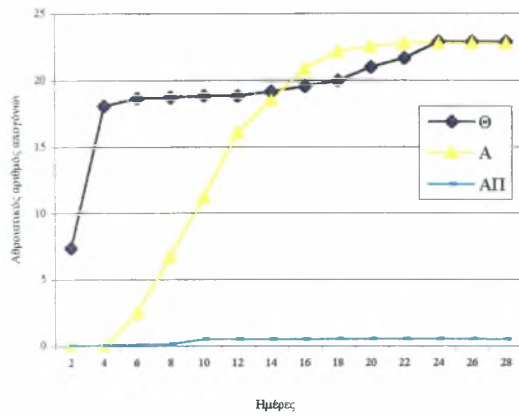
Για τον κλώνο της Νάουσας (Σχήμα 6) το 50% των αρσενικών έχει εμφανιστεί τη 12^η ημέρα της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων στις φωτοπερίόδους D:14, D:13 και D:12, ενώ στη D:11 εμφανίζεται την 16^η ημέρα. Σε όλες τις φωτοπερίόδους όπου υπάρχουν θηλυτόκα, το 50% αυτών των μορφών εμφανίζονται την 4^η ημέρα. Το 50% των πτερωτών παρθενογενετικών μορφών για τη φωτοπερίοδο D:13 εμφανίζεται την 6^η ημέρα, για τη D:12 την 4^η, ενώ για τις D:11 και D:10 την 8^η ημέρα. Τα άπτερα παρθενογενετικά άτομα εμφανίζουν

το 50% του αριθμού τους στη D:14 την 6^η ημέρα, στη D:13 τη 14^η, στη D:12 τη 2^η, στη D:11 τη 4^η, στη D:10:30 τη 8^η και στη D:10 τη 10^η ημέρα.

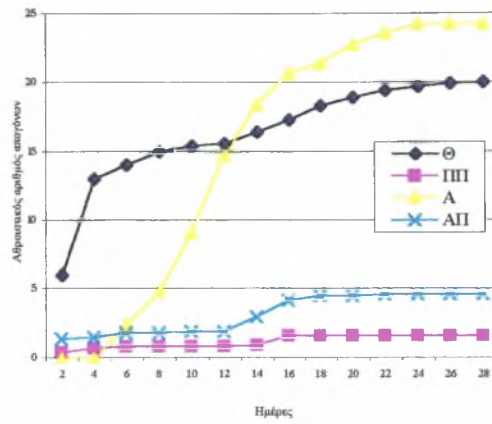
Για τον κλώνο της Αλεξάνδρειας (Σχήμα 7) το 50% των αρσενικών στη D:14 εμφανίζεται τη 10^η ημέρα, στις D:13 και D:12 τη 12^η, στη D:11 τη 14^η και στις D:10:30 και D:10 την 20^η ημέρα. Τα θηλυτόκα εμφανίζουν το 50% του αριθμού τους την 4^η ημέρα σε όλες τις φωτοπερίόδους εκτός από τη D:10:30 όπου τα εμφανίζουν τη 16^η ημέρα. Το 50% των πτερωτών παρθενογενετικών εμφανίζεται στη D:13 την 8^η ημέρα, στις D:12 και D:11 την 4^η, στη D:10:30 την 18^η και στη D:10 τη 12^η ημέρα. Τα άπτερα παρθενογενετικά άτομα εμφανίζουν το 50% του αριθμού τους στη D:14 τη 12^η, στη D:13 και D:10:30 την 8^η, στη D:12 τη 4^η, στη D:11 την 6^η και στη D:10 τη 10^η ημέρα.

Ο κλώνος από τα Λεχώνια (Σχήμα 8) εμφανίζει το 50% των αρσενικών σε όλες τις φωτοπερίόδους τη 12^η ημέρα, εκτός από τη D:11 όπου τα εμφανίζει τη 16^η ημέρα. Το 50% των θηλυτόκων εμφανίζονται την 4^η ημέρα, εκτός από τη D:11 που εμφανίζονται την 8^η. Στη D:13 τα πτερωτά παρθενογενετικά εμφανίζουν το 50% του αριθμού τους την 4^η ημέρα, στη D:12 την 8^η και στη D:11 τη 12^η ημέρα. Το 50% των άπτερων στη D:14 εμφανίζεται τη 2^η ημέρα, στη D:13 τη 10^η, στη D:12 την 4^η, στη D:11 την 6^η και στις D:10:30 και D:10 την 8^η ημέρα.

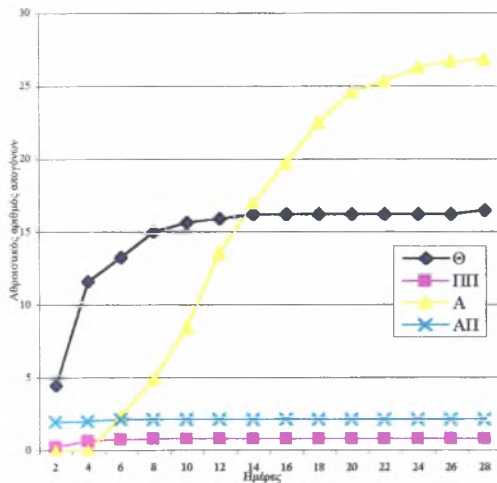
Ο κλώνος του Ηρακλείου (Σχήμα 9) εμφανίζει το 50% των αρσενικών τη 12^η ημέρα σε όλες τις φωτοπερίόδους. Το 50% των θηλυτόκων εμφανίζεται στη D:14 την 8^η ημέρα, στη D:13 την 4^η, στη D:12 την 6^η και στη D:11 την 24^η ημέρα. Το 50% των πτερωτών παρθενογενετικών στη D:14 εμφανίζεται την 6^η ημέρα, στις D:13, D:12 και D:10 την 4^η και στη D:11 την 8^η ημέρα. Σε όλες τις φωτοπερίόδους το 50% των άπτερων παρθενογενετικών εμφανίζεται την 8^η ημέρα.



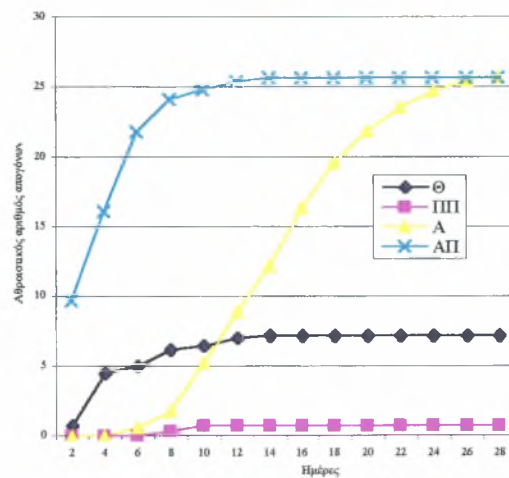
Φωτοπερίοδος L10:D14



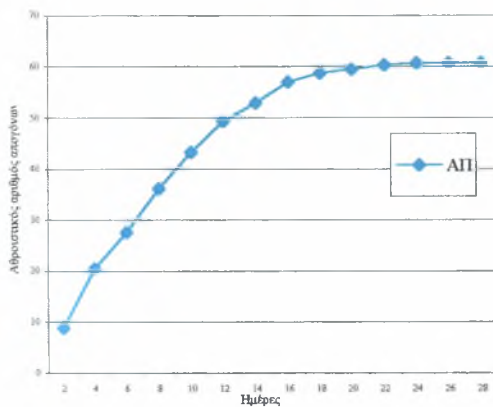
Φωτοπερίοδος L11:D13



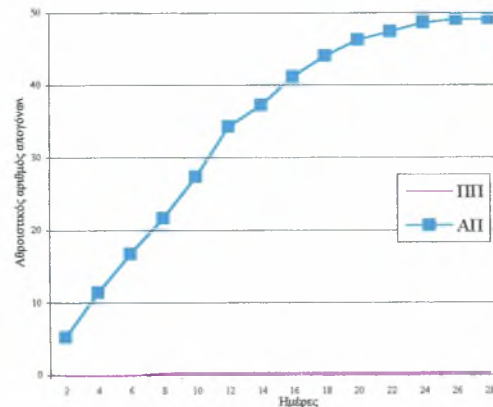
Φωτοπερίοδος L12:D12



Φωτοπερίοδος L13D11

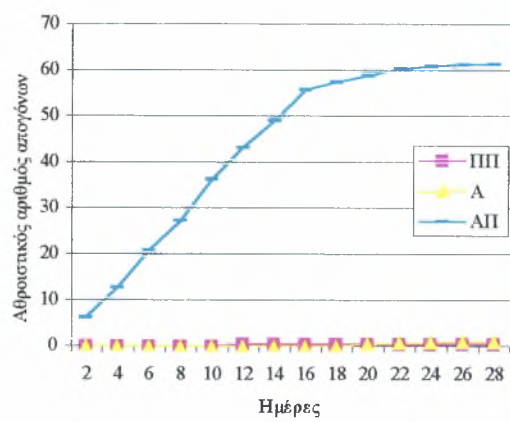
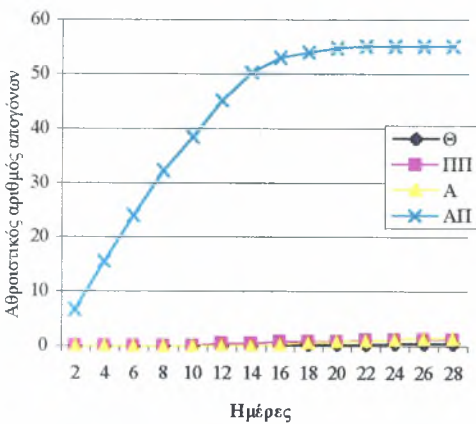
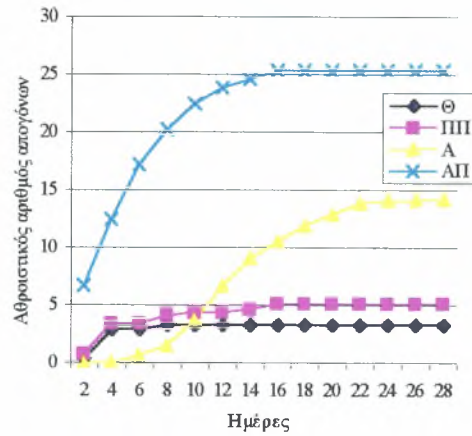
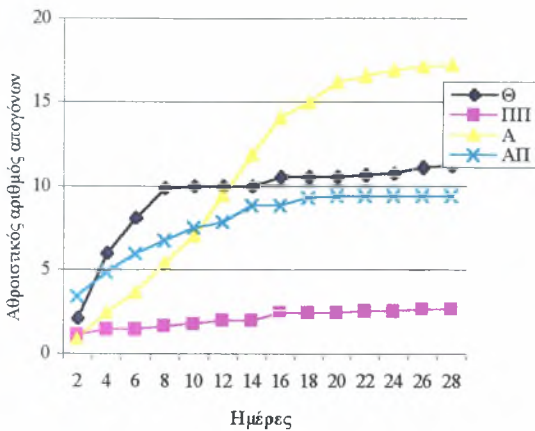
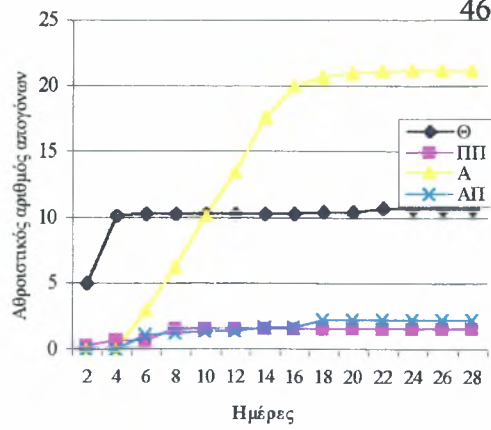
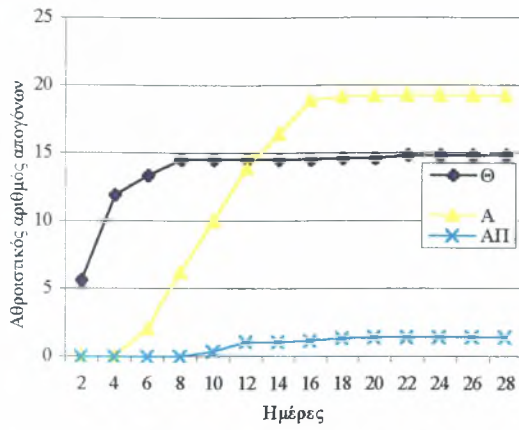


Φωτοπερίοδος L13:30D10:30

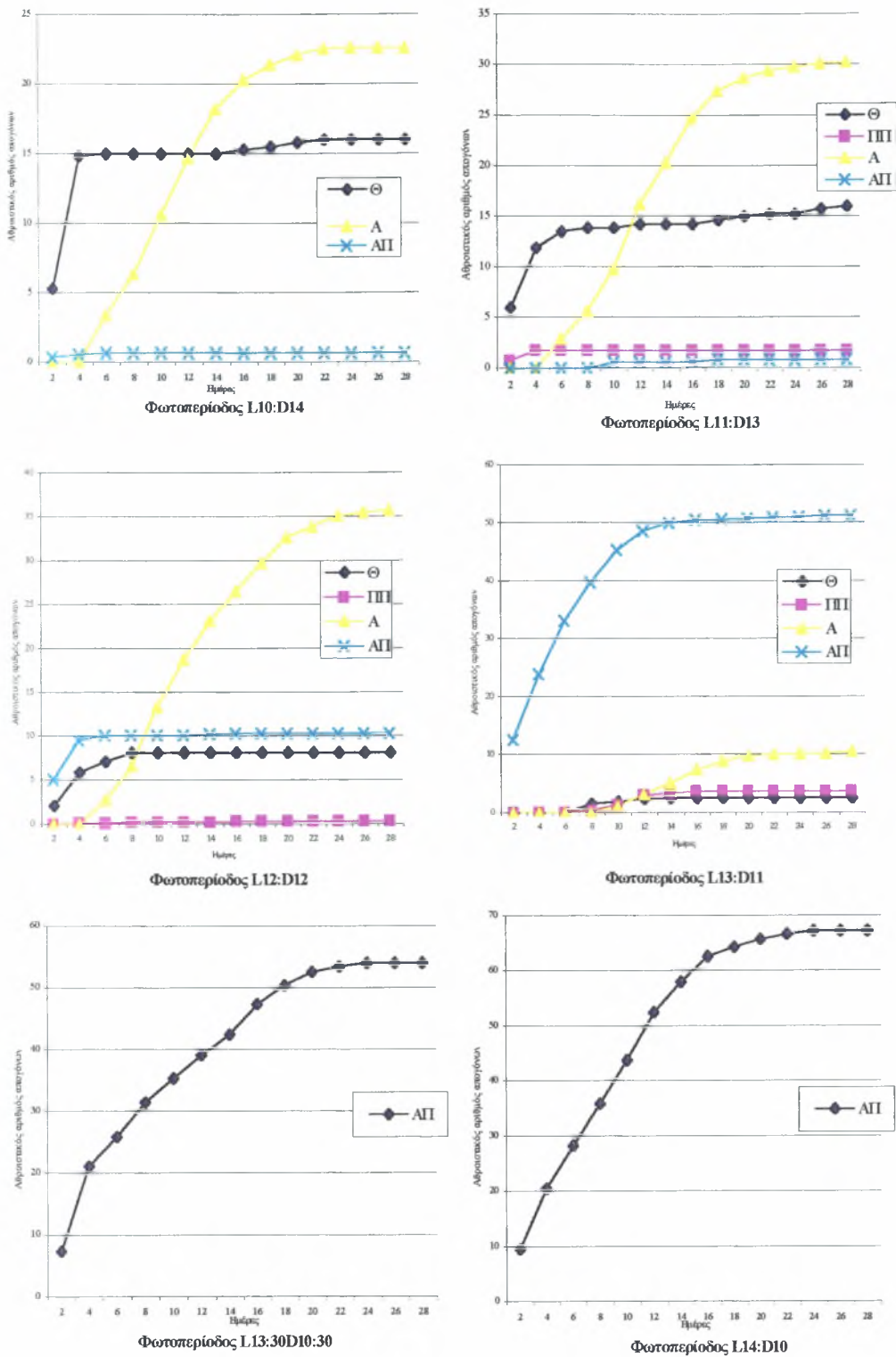


Φωτοπερίοδος L14D10

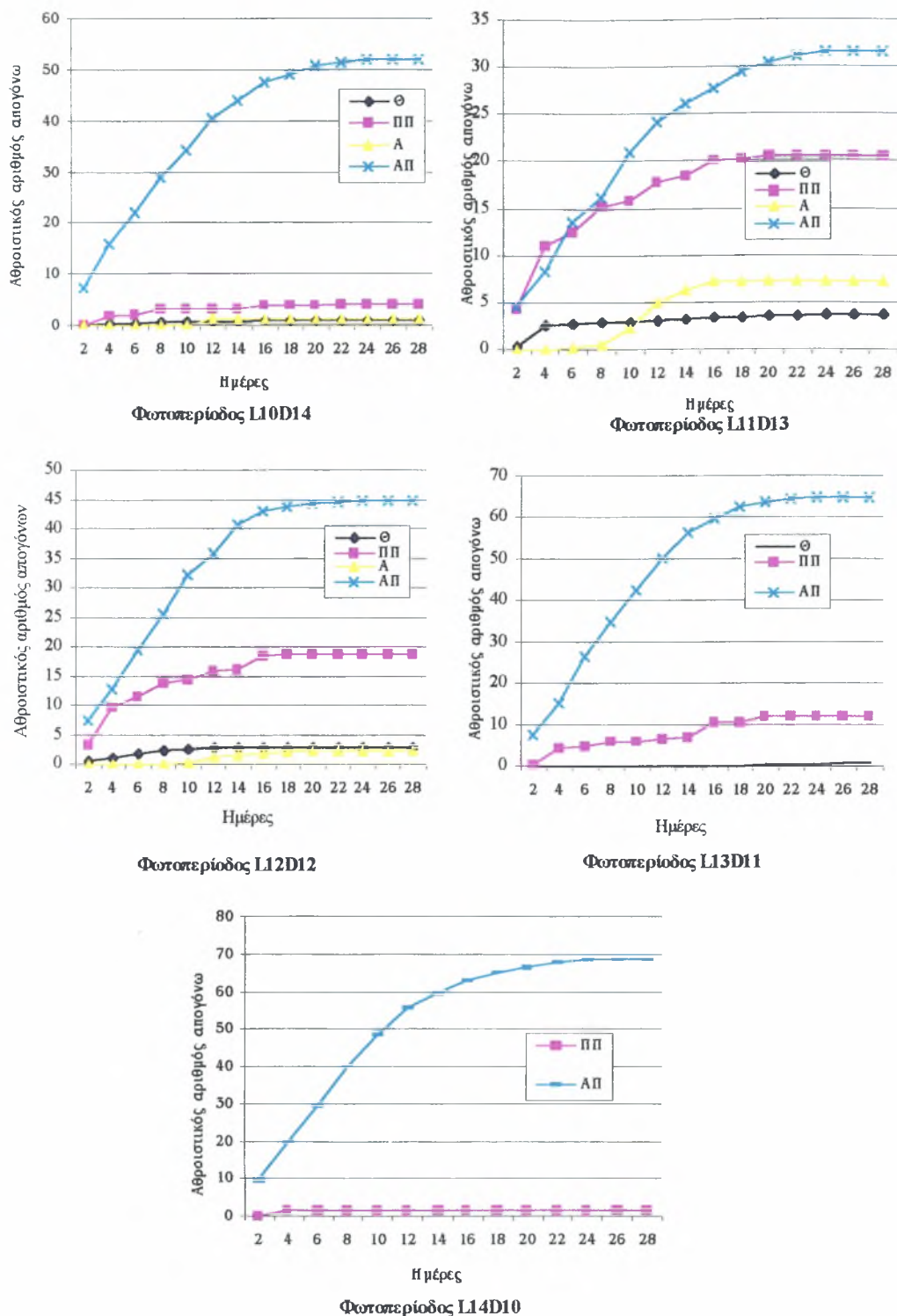
Σχήμα 6. Παραγωγή αρσενικών (A), θηλυτόκων (Θ), περωτών παρθενογενετικών (ΠΠ) και άπτερων παρθενογενετικών (ΑΠ), σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων, για κάθε φωτοπερίοδο για τον κλώνο της Νάουσας.



Σχήμα 7. Παραγωγή αρσενικών (Α), θηλυτόκων (Θ), πτερωτών παρθενογενετικών (ΠΠ) και άπτερων παρθενογενετικών (ΑΠ), σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων, για κάθε φωτοπερίοδο για τον κλώνο της Αλεξάνδρειας.



Σχήμα 8. Παραγωγή αρσενικών (Α), θηλυτόκων (Θ), περωτών παρθενογενετικών (ΠΠ) και άπτερων παρθενογενετικών (ΑΠ), σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων, για κάθε φωτοπερίοδο για τον κλώνο από τα Λεχώνια.



Σχήμα 9. Παραγωγή αρσενικών (Α), θηλυτόκων (Θ), πτερωτών παρθενογενετικών (ΠΠ) και άπτερων παρθενογενετικών (ΑΠ), σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων, για κάθε φωτοπερίοδο για τον κλόνο του Ηρακλείου.

1δ. Συζήτηση και Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της μελέτης των κλώνων του *M. persicae* σε διάφορες φωτοπεριόδους φαίνεται ότι ο κλώνος της Βόρειας Ελλάδας (Αλεξάνδρεια) εμφανίζει τα σεξουαλικά άτομα σε μικρότερη διάρκεια σκότους από τους υπόλοιπους κλώνους. Η εμφάνιση των αρσενικών γίνεται σε διάρκεια σκότους κατά 1h μικρότερη από τους άλλους, ενώ των θηλυτόκων κατά 30min. Έτσι προς το φθινόπωρο στην περιοχή της Αλεξάνδρειας, η εμφάνιση των πρώτων αρσενικών θα γίνει σε σκοτόφαση D: 10h, που αντιστοιχεί στις 6 Αυγούστου. Ενώ τα πρώτα θηλυτόκα θα εμφανισθούν στις 19 Αυγούστου (D: 10:30h).

Ο άλλος κλώνος της Βόρειας Ελλάδας (Νάουσα) εμφανίζει συγχρόνως με τους υπόλοιπους κλώνους τα σεξουαλικά άτομα. Η εμφάνιση των πρώτων σεξουαλικών μορφών θα πραγματοποιηθεί στο χωράφι την 1^η Σεπτεμβρίου, όταν δηλαδή η διάρκεια σκότους είναι 11h. Μόνο ο κλώνος του Ηρακλείου θα δώσει τα πρώτα αρσενικά στις 12h σκοτάδι, δηλαδή στις 26 Σεπτεμβρίου. Ωστόσο από τη στατιστική ανάλυση εμφανίζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς την παραγωγή των σεξουαλικών ατόμων μεταξύ του κλώνου της Νάουσας και των υπολοίπων. Αυτό σημαίνει ότι ο κλώνος της Νάουσας μπορεί να καθυστερεί να εμφανίσει τα σεξουαλικά του άτομα σε σχέση με αυτόν της Αλεξάνδρειας, αλλά η παραγωγή των μορφών αυτών είναι στατιστικώς μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των άλλων κλώνων.

Από τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται ότι οι χρονικές και ποσοτικές διαφορές μεταξύ των κλώνων ίσως να μπορούν να συσχετιστούν με το διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος. Αυτό είναι σύμφωνο και με τα αποτελέσματα των Mittler και Wilhoit (1990), όπου βιότυπος του *M. persicae* από Ουάσιγκτον (46° 34' N) έδωσε θηλυτόκα και αρσενικά σε σκοτόφαση μικρότερη κατά 1-1,5h από αυτή που προάγει την παραγωγή αυτών των μορφών στον βιότυπο της Μαδρίτη (40° N). Πρέπει όμως να επισημανθεί ότι για να οδηγηθούμε σε τελικά συμπεράσματα χρειάζεται περαιτέρω μελέτη, όπως η εξέταση κλώνων από διαφορετικές χώρες και από περιοχές της Ελλάδας από πολλά διαφορετικά πλάτη.

Επίσης παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών μεταξύ των δύο κλώνων της Βόρειας Ελλάδας, που

συλλέχθηκαν από παρόμοιο γεωγραφικό πλάτος. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Μαργαριτόπουλος και Τσιτσιπής (1997), όπου βρήκαν μεγάλη παραλλακτικότητα στην παραγωγή των σεξουαλικών μορφών από την περιοχή της Κεντρικής Ελλάδας. Πρέπει ακόμα να σημειωθεί ότι σε όλους τους κλώνους παρατηρήθηκε ενδοκλωνική παραλλακτικότητα ως προς την παραγωγή των μορφών. Μεγαλύτερη ενδοκλωνική παραλλακτικότητα παρατηρείται στους κλώνους της Αλεξάνδρειας και του Ηρακλείου, σε όλες τις φωτοπεριόδους.

Ο κλώνος του Ηρακλείου παρουσιάζει μια ιδιόμορφη αντίδραση σε σχέση με τους υπόλοιπους κλώνους. Η αντίδρασή του σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας (D: 14h) εμφάνισε μια ενδιάμεση κατάσταση, διαφορετική από αυτή που εμφανίζουν οι ολοκυκλικοί κλώνοι. Πρέπει να επισημανθεί ότι σε αυτές τις συνθήκες δεν έδωσαν όλα τα εξετασθέντα άπτερα σεξουαλικά άτομα. Δηλαδή υπήρξαν άπτερα που συνέχισαν να παράγουν παρθενογενετικά άτομα και σε αυτές τις συνθήκες. Επομένως ο κλώνος αυτός δεν χαρακτηρίζεται ως τυπικός ολοκυκλικός και παρουσιάζει ομοιότητες με του κλώνους που χαρακτήρισε ο Blackman (1972) ως μια ενδιάμεση μορφή (Intermediate). Στην Αγγλία αυτού του είδους οι κλώνοι δεν εμφανίζονται συχνά στο χωράφι, αλλά υπάρχουν συχνά στα αποτελέσματα πειραμάτων με διασταυρώσεις μεταξύ ολοκυκλικών και ανδροκυκλικών κλώνων (Blackman, 1972).

Η μείωση της γονιμότητας που παρατηρήθηκε σε όλους τους κλώνους καθώς η διάρκεια του σκότους αυξανόταν (Σχήμα 4), ίσως μπορεί να συσχετισθεί με την παραγωγή των αρσενικών. Πρέπει να σημειωθεί ότι με την παραγωγή αρσενικών υπάρχει μια παύση ή γέννηση νεκρών εμβρύων, λόγω του μεγαλύτερου χρόνου ανάπτυξης των αρσενικών εμβρύων (Crema 1979, Searle & Mittler 1981). Από εργασία των Μαργαριτόπουλου και Τσιτσιπής (1997) παρατηρήθηκε μείωση ή παύση της παραγωγής απογόνων σε ορισμένα άπτερα του *M. persicae* για 1-2 ημέρες πριν τη γέννηση των αρσενικών, όταν εκτέθηκαν σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας. Τέτοιες μειώσεις στη γονιμότητα σε σκοτόφαση που υπάρχει παραγωγή αρσενικών έχουν παρατηρηθεί και σε προηγούμενες εργασίες και για άλλα είδη αφίδων, όπως για το *Schizaphis graminum* από τους Mittler και Gorder (1991) και για το *Acyrtosiphon pisum* από τους Lamb και Pointing (1972).

Από το ποσοστό των σεξουαλικών ατόμων σε κάθε φωτοπερίοδο (Σχήμα 5) μπορεί να εκτιμηθεί η χρονική μετανάστευση των μορφών αυτών από τους

δευτερεύοντες ποώδεις ξενιστές στον πρωτεύοντα, τη ροδακινιά, όπου θα γίνει η σύζευξη και η γέννηση και διαχείμαση του ωού. Ο κλώνος της Νάουσας θα αρχίσει τη μετανάστευση περίπου την 1^η Σεπτεμβρίου, όπου τότε το ποσοστό των σεξουαλικών είναι μεγαλύτερο από το 50%. Οι κλώνοι της Αλεξάνδρειας και των Λεχονίων εκτιμάται ότι θα αρχίσουν την μετανάστευση λίγο αργότερα, περίπου στις 26 Σεπτεμβρίου.

**2. Μελέτη ανολοκυκλικών κλώνων για έλεγχο
ικανότητας παραγωγής αρσενικών.**

2α. Εισαγωγή

Στο *M. persicae* σεξουαλικές μορφές μπορεί να παραχθούν το φθινόπωρο, αλλά σε μερικούς πληθυσμούς η παρθενογένεση μπορεί επίσης να συνεχίζεται κατά την διάρκεια του χειμώνα, όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν. Επίσης παρατηρείται σε πληθυσμούς οι οποίοι διαχειμάζουν ως παρθενογενετικές μορφές να έχουν την ικανότητα παραγωγής μικρού αριθμού αρσενικών. Μικρός αριθμός τέτοιων πληθυσμών βρέθηκε από τον Waldhauer (1957) σε θερμοκήπια. Αυτούς τους πληθυσμούς τους χαρακτήρισε ο Blackman (1971) ως ανδροκυκλικούς. Πολλοί από τους πληθυσμούς που διαχειμάζουν ως παρθενογενετικά άτομα βρέθηκαν από τον Blackman (1971) να είναι ανδροκυκλικοί.

Σε αυτή την εργασία γίνεται μελέτη ανολοκυκλικών κλώνων του *M. persicae* για ικανότητα παραγωγής αρσενικών. Πιο συγκεκριμένα, κλώνοι από διαφορετικούς ξενιστές και διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας μελετούνται αν είναι ανδροκυκλικοί, έτσι ώστε να διευκρινιστεί ο ρόλος αυτής της κατηγορίας πληθυσμών στο βιολογικό κύκλο του είδους.

2β. Υλικά και Μέθοδοι

Για την πραγματοποίηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 30 κλώνοι του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές της Ελλάδας και από διάφορους ξενιστές, και είχαν χαρακτηριστεί ως ανολοκυκλικοί (Μαργαριτόπουλος και Τσιτσιπής, 1997). Εξετάστηκαν 25 κλώνοι καπνού οι οποίοι είχαν συλλεχθεί από την Ανάβρα Σοφάδων (5), από το Αγρίνιο (4), από την Αμφίκλεια Φθιώτιδας (5) και από την Αλεξάνδρεια Ημαθίας (11), καθώς και 5 κλώνοι πιπεριάς από το Βελεστίνο Μαγνησίας (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Στοιχεία των εξεταζόμενων κλώνων του *M. persicae*

Φυτό- Ξενιστής	Αριθμός Κλώνων	Περιοχή Συλλογής	Έτος Συλλογής
Καπνός	5	Ανάβρα Σοφάδων	1996
	4	Αγρίνιο	1995
	5	Αμφίκλεια Φθιώτιδας	1996
	11	Αλεξάνδρεια Ημαθίας	1995-96
Πιπεριά	5	Βελεστίνο Μαγνησίας	1996

Η συλλογή των δειγμάτων, από τα οποία δημιουργήθηκαν οι κλώνοι του πειράματος, πραγματοποιήθηκε τα έτη 1995-96. Από το κάθε δείγμα ένα παρθενογενετικό θηλυκό τοποθετήθηκε σε ειδικό κουτί εκτροφής αφίδων και από τους απογόνους του δημιουργήθηκε ο κλώνος. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι εξεταζόμενοι κλώνοι του πειράματος.

Οι κλώνοι πριν την έναρξη του πειράματος διατηρούνταν σε βιοκλιματικό θάλαμο με φωτοπερίοδο L16:D8 και θερμοκρασία $17 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Τόσο για τη διατήρηση των αφίδων όσο και για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν ειδικά κουτιά εκτροφής αφίδων διαστάσεων 7,7 cm x 4,5 cm x 2 cm, στη βάση των οποίων υπάρχει κομμάτι σφουγγαριού που βρέχεται από νερό. Σε αυτό τοποθετήθηκε φύλλο πατάτας πάνω στο οποίο τρέφονταν οι αφίδες (Blackman 1971).

Η ποικιλία της πατάτας που χρησιμοποιήθηκε για τις πειραματικές ανάγκες ήταν η Jaerla. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε πατάτα για την διατήρηση των κλώνων και για το πείραμα ήταν ότι αποτελεί πολύ καλό ξενιστή του *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 αυτό τον τρόπο η

θρεπτική κατάσταση των φύλλων διατηρούταν σε υψηλά επίπεδα, χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα στην θρέψη των αφίδων.

Για τη διαπίστωση αν ένας κλώνος είναι ανδροκυκλικός ακολουθήθηκε η μέθοδος του Blackman (1971) σύμφωνα με την οποία θα πρέπει να εξεταστούν αρκετά άπτερα των κλώνων αυτών και να παρακολουθηθούν ως το τέλος της ζωής τους σε συνθήκες μικρής διάρκειας ημέρας (L10:D14). Για τον λόγο αυτό ελέγχθηκαν οι μορφές που παράγονται από περίπου 10 άπτερα των κλώνων σε φωτοπερίοδο L10:D14 και θερμοκρασία $17\pm 0,5^\circ\text{C}$. Χρησιμοποιήθηκε δωμάτιο με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας ($17\pm 0,5^\circ\text{C}$) και υγρασίας (50%) για την πραγματοποίηση του πειράματος.

Άπτερα των εξεταζόμενων κλώνων από τις αποικίες, αφού ενηλικιώθηκαν, μεταφέρθηκαν στις συνθήκες του πειράματος. Τα άπτερα που γεννήθηκαν μετά από 7-8 ημέρες παρέμειναν στις πειραματικές συνθήκες. Ο λόγος που κρατήθηκαν τα άπτερα της 7^{ης} – 8^{ης} ημέρας ήταν ότι έχει παρατηρηθεί από προηγούμενες εργασίες ότι έμβρυα που έχουν εκτεθεί σε αυτές τις συνθήκες για τόσες ημέρες έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να δώσουν αρσενικά.

Για κάθε κλώνο εξετάστηκαν τρεις επαναλήψεις με 3-4 άπτερα η κάθε μία, έτσι ώστε για κάθε κλώνο να εξεταστούν περίπου 10 άπτερα. Κάθε τέσσερις ημέρες μεταφέρονταν σε καινούργιο κουτί μέχρι το τέλος της ζωής τους και καταγραφόταν ο αριθμός και η μορφή των απογόνων τους, που ήταν άπτερα παρθενογενετικά, πτερωτά παρθενογενετικά και αρσενικά. Η μεταφορά αυτή γινόταν για να υπάρχει γνώση των απογόνων του κάθε 4ημέρου.

Τέλος έγινε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων με την μέθοδο ανάλυσης παραλλακτικότητας (One-Way Anova) με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου Statistica. Λόγω ύπαρξης μηδενικών τιμών στα δεδομένα για την πραγματοποίηση της ανάλυσης έγινε μετατροπή αυτών σύμφωνα με την εξίσωση: $\sqrt{x + 0,5}$

2γ. Αποτελέσματα

Από τη μελέτη 30 ανολοκυκλικών κλώνων του *M. persicae* 8 βρέθηκαν να έχουν την ικανότητα παραγωγής αρσενικών, δηλαδή να είναι ανδροκυκλικοί. Οι ανδροκυκλικοί κλώνοι και οι μορφές οι οποίες παρήχθησαν από αυτούς φαίνονται στον Πίνακα 5. Στον ίδιο πίνακα φαίνονται και οι μορφές που παρήχθησαν από ολοκυκλικό κλώνο, ο οποίος συλλέχθηκε από ροδακινιά στην περιοχή της Νάουσας και ελέγχθηκε στις ίδιες πειραματικές συνθήκες με τους υπόλοιπους κλώνους.

Πίνακας 5. Απόγονοι που παρήχθησαν από άπτερα θηλυκά ανδροκυκλικών κλώνων του *M. persicae* και από ένα ολοκυκλικό, σε φωτοπερίοδο L10:D14 και $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, που συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές της Ελλάδας και από διάφορους ξενιστές (Αριθμοί σε παρένθεση υποδηλώνουν τυπική απόκλιση).

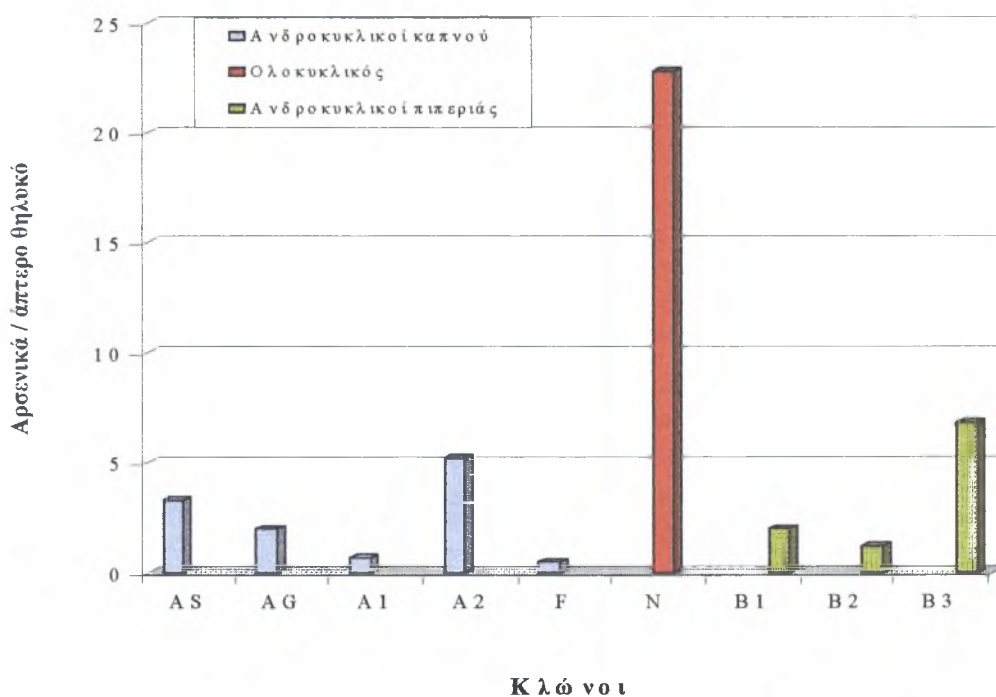
Κωδικός	Φυτό Ξενιστής	Περιοχή	Εξε/ντα άπτερα	Ζώντες Απόγονοι	Αρσενικά ¹	Πτερωτά	Άπτερα
AS	Καπνός	Σοφάδες	10	29,1 (8,8)	3,3 (3,4) ab	5,2 (4)	20,7 (15,4)
AG		Αγρίνιο	8	28,8 (8,5)	2 (1,7) ab	2,8 (3)	24 (7,4)
A1		Αλεξάνδρεια	7	35,6 (10,8)	0,7 (1,2) a	3,2 (2)	31,7 (9,9)
A2		Αλεξάνδρεια	9	25,5 (7,2)	5,2 (1,8) bc	6,1 (4,9)	14,2 (8,9)
F		Αμφίκλεια	8	35,3 (6,7)	0,5 (1,2) a	2,7 (2,1)	32,1 (8,9)
N ²	Ροδακινιά	Νάουσα	11	46,3 (12,1)	22,8 (8,9) d	22,9 (7,4)	0,5 (1,5)
B1	Πιπεριά	Βελεστίνο	11	25,7 (10,3)	2 (2,3) ab	12,2 (8,7)	11,4 (1,1)
B2		Βελεστίνο	8	30,3 (10,5)	1,2 (1,6) ac	10,2 (1,9)	19 (9,7)
B3		Βελεστίνο	7	42,8 (13,6)	6,8 (2) b	17,2 (7,5)	18,8 (9,9)

1. Οι αριθμοί με διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με το κριτήριο LSD για $p < 0,05$ (df 8.26, F 17.7).
2. Ο κλώνος της ροδακινιάς (Νάουσα) είναι ολοκυκλικός.

Πρέπει ακόμα να σημειωθεί ότι το χρώμα όλων των κλώνων που δίνονται στον παραπάνω πίνακα είναι πράσινο, εκτός από τους A1 και F που έχουν χρώμα κόκκινο. Τα αρσενικά που παρήχθησαν από τους ανδροκυκλικούς κλώνους του

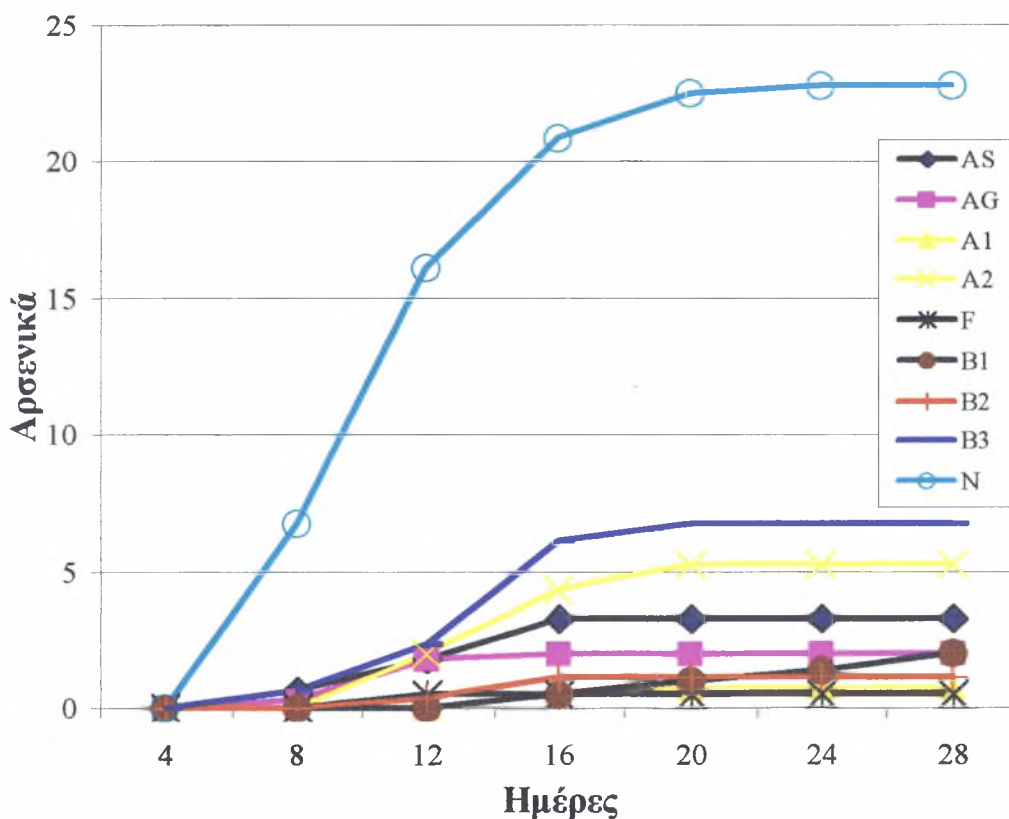
καπνού και της πιπεριάς, καθώς και του ολοκυκλικού κλώνου φαίνονται στο Σχήμα 10. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν έδωσαν όλα τα άπτερα των ανδροκυκλικών κλώνων αρσενικά. Ο ακριβής αριθμός των εξεταζόμενων απτέρων που έδωσε αρσενικά δεν είναι γνωστός για το λόγο ότι οι επαναλήψεις δεν ήταν ατομικές (ένα άπτερο ανά κουτί). Στους κλώνους B3 και A2 και οι τρεις επαναλήψεις εμφάνισαν αρσενικά, στους B1, B2, AS και AG οι 2 επαναλήψεις εμφάνισαν αρσενικά και στους κλώνους A1 και F μία επανάληψη έδωσε αρσενικά.

Ο αριθμός των αρσενικών των ανδροκυκλικών κλώνων είναι πολύ μικρότερος από τον αριθμό του ολοκυκλικού, ώστε όλοι οι ανδροκυκλικοί να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά από τον ολοκυκλικό. Ωστόσο στατιστικώς σημαντικές διαφορές εμφανίζονται και μεταξύ των ανδροκυκλικών κλώνων ως προς την παραγωγή των αρσενικών (Πίνακας 5).



Σχήμα 10. Παραγωγή αρσενικών σε L10:D14 και $17 \pm 0,5^\circ \text{C}$ από ανδροκυκλικούς και έναν ολοκυκλικό κλώνο του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από διάφορους ξενιστές και διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

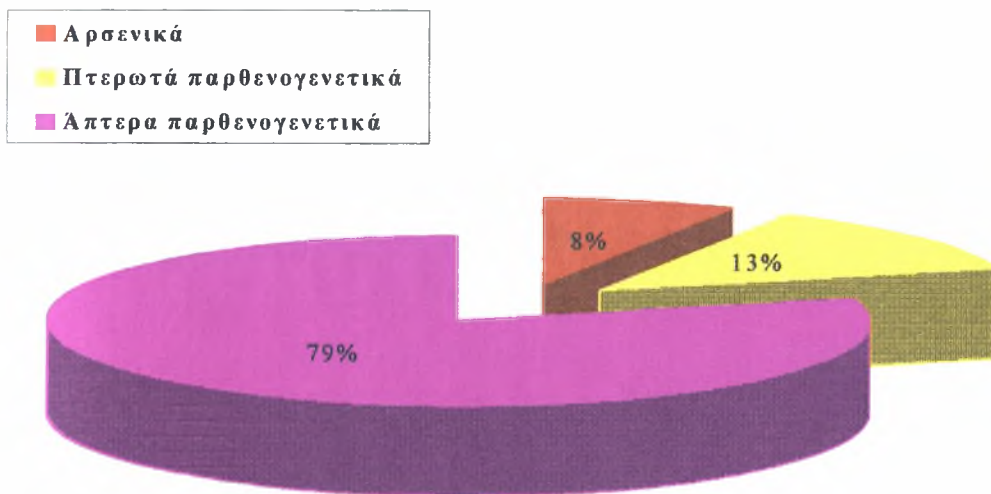
Η αθροιστική παραγωγή των αρσενικών σε όλη την διάρκεια της αναπαραγωγικής ζωής των εξεταζόμενων απτέρων από τους ίδιους κλώνους φαίνεται στο Σχήμα 11. Κανένας από τους κλώνους δεν έδωσε αρσενικά την 4^η ημέρα, ενώ την 8^η εμφάνισαν αρσενικά ο ολοκυκλικός κλώνος της Νάουσας (N) και οι ανδροκυκλικοί κλώνοι των Σοφάδων (AS), του Αγρινίου (AG) και ένας από το Βελεστίνο (B3). Οι κλώνοι από Αλεξάνδρεια (A2), Αμφίκλεια (F) και Βελεστίνο (B2) εμφάνισαν αρσενικά την 12^η ημέρα, ενώ οι κλώνοι της Αλεξάνδρειας (A1) και του Βελεστίνου (B1) τα έδωσαν την 16^η ημέρα της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων.



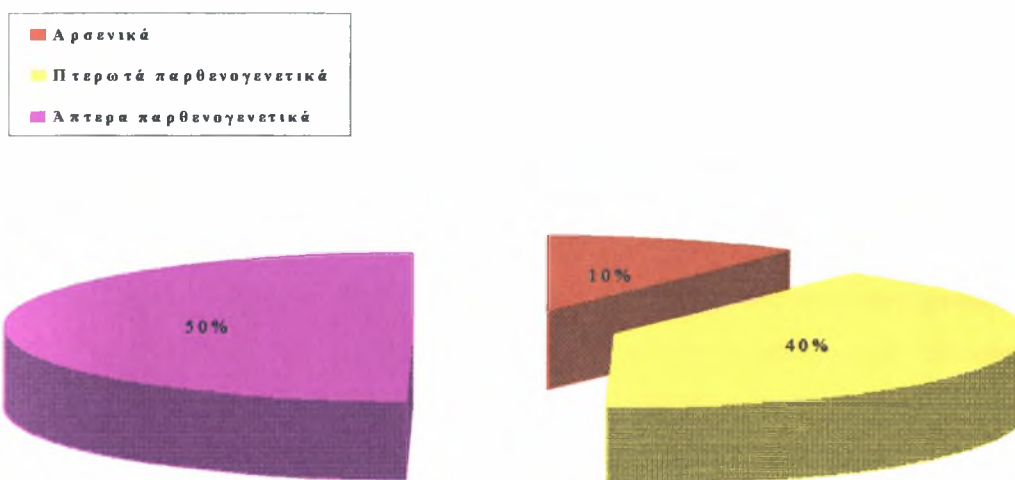
Σχήμα 11. Αθροιστική παραγωγή αρσενικών από κλώνους του *M. persicae*, σε L10:D14 και $17 \pm 0,5^\circ \text{C}$, σε όλη την διάρκεια της αναπαραγωγικής ζωής των απτέρων.

Το ποσοστό εμφάνισης κάθε μορφής σε σχέση με τους ζώντες απογόνους για τους ανδροκυκλικούς κλώνους του καπνού, της πιπεριάς και του ολοκυκλικού κλώνου ροδακινιάς φαίνεται στα Σχήματα 12, 13 και 14 αντίστοιχα. Στην

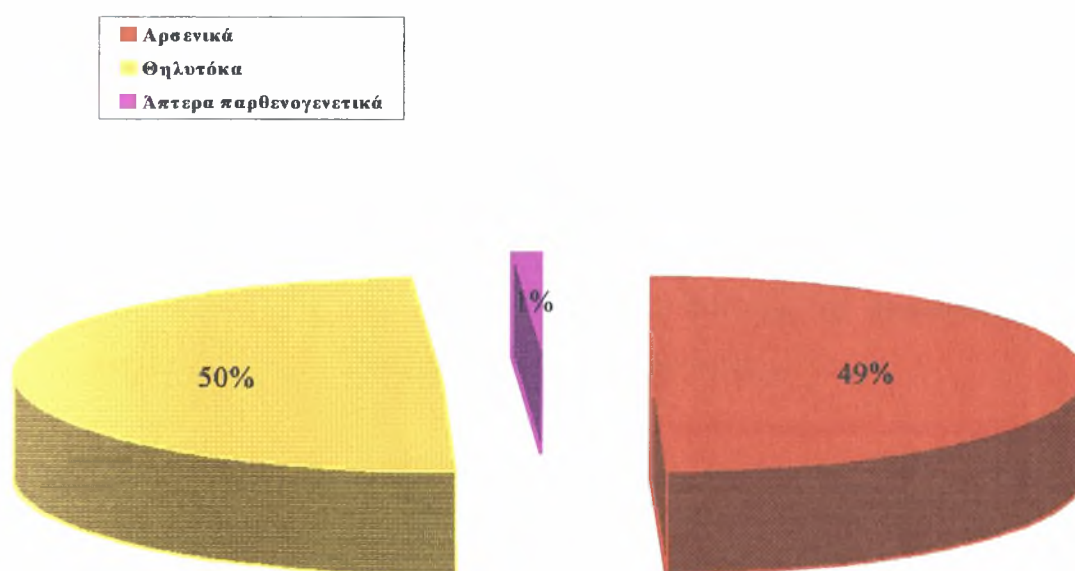
περίπτωση του ολοκυκλικού κλώνου τα πτερωτά άτομα τα οποία εμφανίζονται στις συνθήκες του πειράματος, εκτός από τα αρσενικά, είναι όλα θηλυτόκα. Το ποσοστό των αρσενικών για τους ανδροκυκλικούς κλώνους του καπνού και της πιπεριάς είναι 8% και 10% αντίστοιχα του συνόλου των απογόνων, ενώ του ολοκυκλικού κλώνου ροδακινιάς φτάνει το 49%. Τα άπτερα παρθενογενετικά άτομα του καπνού και της πιπεριάς εμφανίζουν ποσοστό 79% και 50% αντίστοιχα, ενώ του κλώνου της ροδακινιάς μόλις 1%.



Σχήμα 12. Ποσοστό εμφάνισης των μορφών που παράγονται σε L10:D14 και $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ από ανδροκυκλικούς κλώνους του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από καπνό.



Σχήμα 13. Ποσοστό εμφάνισης των μορφών που παράγονται σε L10:D14 και $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ από ανδροκυκλικούς κλώνους του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από πιπεριά.



Σχήμα 14. Ποσοστό εμφάνισης των μορφών που παράγονται σε L10:D14 και $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ από ολοκυκλικό κλώνο του *M. persicae*, που συλλέχθηκε από ροδακινιά.

2δ. Συζήτηση και Συμπεράσματα

Από τη μελέτη των ανολοκυκλικών κλώνων αποκαλύφθηκε η ύπαρξη ανδροκυκλικών κλώνων στην Ελλάδα. Τέτοιοι κλώνοι ανιχνεύτηκαν και σε διαφορετικούς ξενιστές (καπνός και πιπεριά), καθώς και σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Δεν έδωσαν όλα τα εξετασθέντα άπτερα των κλώνων αυτών αρσενικά άτομα και ο αριθμός των αρσενικών ήταν πολύ μικρότερος από αυτόν που δίνουν οι ολοκυκλικοί κλώνοι. Ωστόσο παρατηρήθηκαν και μεταξύ των ανδροκυκλικών κλώνων στατιστικές σημαντικές διαφορές ως προς την παραγωγή αρσενικών.

Αυτό που φαίνεται είναι ότι οι ανδροκυκλικοί πληθυσμοί δίνουν ένα μηχανισμό για την κληρονόμηση των ανδροκυκλικών χαρακτήρων συμμετέχοντας στην σεξουαλική φάση του είδους. Αποτελούν δηλαδή κανάλι σύνδεσης των γονιδίων μεταξύ ολοκυκλικών και ανολοκυκλικών πληθυσμών. Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να εξασφαλίσει τη διατήρηση των γονιδίων με τη δυνατότητα της παρθενογενετικής διαχείμασης, ακόμα και μετά από δριμύ χειμώνα, όπου τέτοιοι πληθυσμοί θα είχαν διαφορετικά εξαλειφθεί.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι αποτελεί ένα πλεονέκτημα για το είδος να διαχειμάζει με διαφορετικούς τρόπους σε χώρες όπου ο χειμώνας δεν είναι προβλέψιμος ή σε περιοχές όπου οι πρωτεύοντες ξενιστές σπανίζουν. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι η καταγραφή και περαιτέρω μελέτη των ανδροκυκλικών πληθυσμών από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας θα βοηθούσε στην καλύτερη γνώση του ρόλου τους στη βιολογία του είδους.

Summary

Four holocyclic clones of *M. persicae* were studied, which were collected from Alexandria and Naussa Imathia from tobacco and peach respectively, Lehonía Magnesia from peach and Heraklion Crete from pepper. They were exposed to six different photoperiodic conditions : L14:D10, L13:30D10:30, L13:D11, L12:D12, L11:D13 and L10:D14 and temperature $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. The study showed that sexuals from the Alexandria clone appeared under shorter scotophase conditions than the rest. The clones from Naussa, Lehonía and Heraklion produced the sexuals under the same short scotophase conditions. Statistically significant differences were found between the clone from Naussa and the rest as far as the production of sexuals is concerned.

Also differences were observed in the production of sexuals between the two clones from North Greece, which were collected from the same latitude. The clone from Heraklion cannot be characterised as a typical holocyclic and it shows similarities with the clones that Blackman (1972) named as intermediate.

From the study of 30 anholocyclic clones of *M. persicae* from different areas of Greece, which were collected from tobacco and pepper, under short day conditions at $17\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ eight of them were found androcyclic. The number of males produced by the androcyclic clones was lower than that produced by holocyclic ones.

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.
- 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* (Sulz.) (Hem, Aphididae). Bull. Entomol. Res., 62: 281-294.
- Blackman, R. L. 1974.** Life-cycle variation in *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom., Aphididae) in different parts of the world, in relation to genotype and environment. Bull. Entomol. Res., 63: 595-607.
- Blackman, R. L. 1975.** Photoperiodic determination of the male and female sexual morphs of *Myzus persicae*. J. Insect Physiol., 21 : 435-453.
- Blackman, R. L. 1980.** Chromosome numbers in the Aphididae and their taxonomic significance. Systematic Entomol., 5: 7-25.
- Blackman, R. L. and Eastop V. F. 1984.** Aphids on the World's Crops. An Identification Guide. J. Wiley & Sons, pp. 314.
- Bonnemaison, L. 1951.** Contribution a l'étude des facteurs

- provoquant l'apparition des formes ailees et sexuees chez les Aphidinae. *Annales Epiphyties*, 2: 1-380.
- Borner, 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.
- Crema, R. 1979.** Egg viability and sex determination in *Megoura viciae* (Homoptera :Aphididae). *Entomol. Exp. Appl.*, 26: 152-156.
- 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.
- Davis, C. S. 1967.** The biology of the walnut aphid, *Chromaphis juglandicola* Kaltenbach. Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley, 61pp.
- Dixon, A. F. G. 1958.** Escape responses shown by certain aphids to the presence of the coccinellid, *Adalia decempunctata* (L.). *Trans. R. Entomol. Soc. Lond.*, 10: 319-334.
- Dixon, A. F. G. 1972.** The "interval timer", photoperiod and temperature in seasonal development of parthenogenetic and sexual morphs in the lime aphid, *Eucallipterus tiliae* L. *Oecologia*. 9: 301-310.
- Dixon, A. F. G. 1971.** The life-cycle and host preferences of the bird cherry- oat aphid, *Rhopalosiphum padi* L., and their

- bearing on the theories of host alternation in aphids. *Annals of Applied Biology*, 68: 135-147.
- Essig, E. O. and Abernathy, F. 1952.** *The Aphid Genus Periphyllus*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA, vii + 166 pp.
- Forrest, J. M. S. 1970.** The effect of maternal and larval experience on morph determination in *Dysaphis devectora*. *J. Insect Physiol.*, 16: 2281-2292.
- Hardie, J. 1984.** A hormonal basis for the photoperiodic control of polymorphism in aphids. In : *Photoperiodic Regulation of Insect and Molluscan Hormones*. Pitman, London (Ciba Foundation Symposium 104), pp. 240-258.
- Heie, O. E. 1982.** The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. II. The Family Drepanosiphidae. Scandinavian Science Press, Klampenborg, 176pp.
- 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. voor 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. Experimentalis et Applicata*, 3: 327-339.
- Kawada, K. 1976.** The effect of photoperiod, temperature and

population density on the production of sexual forms in the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. Berichte des Ohara Instituts für Landwirtschaftliche Biologie, 14: 17-25.

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, 114pp.

Kenten, J. 1955. The effect of photoperiod and temperature on reproduction in *Acyrtosiphon pisum* (Harris) and on the forms produced. Bull. Entomol. Res., 46: 599-625.

Lamb, R.J. and Pointing, P.J. 1972. Sexual morph determination in the aphid, *Acyrtosiphon pisum*. J. Insect Physiol., 18:2029-2042.

Lampel, G. 1968. Die Biologie des Blattlaus-Generationswechsels, mit besonderer Berücksichtigung terminologischer Aspekte. Gustav Fisher Verlag, Jena, 264 pp., 33 pls.

Laufer, H. and Borst, D. W. 1983. Juvenile hormone and its mechanism of action. In R.G.H. Downer and H. Laufer (Editors), Invertebrate Endocrinology. Volume 1. Endocrinology of Insects. Alan R. Liss, New York, NY, pp. 203-216.

Lees, A. D. 1959. The role of photoperiod and temperature in the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Bucton I. The influence of those factors on apterous virginoparae and their progeny. J. Insect Physiol., 3: 92-117.

Lees, A. D. 1960. The role of photoperiod and temperature in the

- determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Bucton II. The operation of the “interval timer” in young clones. *J. Insect Physiol.*, 4: 154-175.
- 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. 1963.** The role of photoperiod and temperature in the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Bucton III. Further properties of the maternal switching mechanism in apterous aphids. *J. Insect Physiol.*, 9: 153-164.
- Lees, A. D. 1964.** The location of the photoperiodic receptors in the aphid *Megoura viciae* Buckton. *J. exp. Biol.*, 41: 119-133.
- Lees, A. D. 1966.** The control of polymorphism in aphids. *Advances Insect Physiol.*, 3: 207-277.
- MacGillivray, M. E. and Anderson, G. B. 1964.** The effect of photoperiod and temperature on production of gamic and agamic forms in *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). *Can. J. Zool.* 42: 491-510.
- Μαργαριτόπουλος, Ι. Τ. και Τσιτσιπής, Ι. Α. 1997.** Μελέτη της παραγωγής σεξουαλικών μορφών από κλώνους του *Myzus persicae* που συλλέχθηκαν από διαφορετικούς ξενιστές και περιοχές της Ελλάδας. Έκθεση προόδου ΕΠΕΤ ΙΙ. Βόλος 1997.
- Μαργαριτόπουλος, Ι. Τ. και Τσιτσιπής, Ι. Α. 1997.** Παραγωγή αρσενικών και θηλυκών από άπτερα του *Myzus persicae* (Sulzer) σε σχέση με τη διάρκεια έκθεσης τους σε συνθήκες μικρής ημέρας.. 7^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Καβάλα 1997.
- Marcovitch, S. 1924.** The migration of the Aphididae and the

appearance of the sexual forms as affected by the relative length of daily light exposure. *J. agric. Res.* 27, 513-522.

Matsuka, M. and Mittler, T. E. 1979. Production of males and gynoparae by apterous viviparae of *Myzus persicae* continuously exposed to different scotoperiods. *J. Insect Physiol.*, 25 : 587-593.

Mittler T. E., Eisenbach J., Searle J. B., Matsuka M. and Nassar S. G. 1979. Inhibition by Kinoprene of photoperiod-induced male production by apterous and alatae viviparae of the aphid *Myzus persicae*. *J. Insect Physiol.*, 25 : 219-226.

Mittler, T. E. and Wilhoit, L. 1990. Sexual morph production by two regional biotypes of *Myzus persicae* (Homoptera : Aphididae) in relation to photoperiod. *Environ. Entomol.*, 19(1): 32-35.

Mittler, T. E. and Gorder, K. N. 1991. Variation between clones of *Schizaphis graminum* (Homoptera : Aphididae) in the photoperiodic induction of sexual morphs. *Environ. Entomol.*, 20 (2): 433-440.

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.

Müller, F. P. 1954. Holozyklie und Anholozyklie bei der grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulzer). *Z. angew. Ent.*, 36: 369-380.

- Müller, F. P. 1958.** Binomische Rassen der grünen Pfirsichblattlaus *Myzus persicae* (Sulzer). Arch. Freunde NatGesch. Mecklenb., 4: 200-233.
- Müller, F. P. 1969.** Ein besonderes ungeflugeltes vivipares Weibchen in Adultenstadium als Überwinterungsmorphe bei *Ouatomyzus calamintae* (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.
- Piero Cravedi and Grazeilla Bolche Kerini 1981.** Gli afidi del pesco.
- 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*. Annals of Applied Biology, 82: 209-219.
- Remaudière, G. and Remaudière, M. 1997.** Catalogue of the World's Aphididae (Homoptera, Aphidoidea). INRA, Paris, pp. 127.
- 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.

Salt, R. W. 1961. Principles of insect cold-hardiness. Annu. Rev. Entomol., 6: 55-74.

Schooley, D. A. and Baker, F. C. 1985. Juvenile hormone biosynthesis. In : G.A. Kerkut and L.I. Gilbert (Editors), Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology, Vol. 8. Pergamon Press, Oxford, pp. 363-389.

Searle, J. B. And Mittler T. E. 1981. Embryogenesis and production of males by apterous viviparae of the green peach aphid *Myzus persicae* in relation to photoperiod. J. Insect Physiol., 27: 145-153.

Sethi, S. L. and Swenson, K. G. 1967. Formation of sexuparae in the aphid *Eriosoma pyricola*, on pear roots. Entomol. Exp. et Appl., 10: 97-102.

Sharma, M. L., Larrivee, J. M. and Theriault, L. M. 1975.

Sequences de descendance des formes sexuees chez le puceron du pois *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) en relation avec la duree des photoperiodes. Can. Entomol., 107: 1063-1067.

Sorin, M. 1958. Life cycles of 2 aphids causing galls on *Distylium racemosum*. Akitu, 7: 89-92 (in Japanese).

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.
- Takahashi, R. 1918.** Description of the new aphid producing the alate oviparous female in summer. Zoological Magazine, 30: 458-461 (in Japanese).
- 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 Entomological Society, 7 (3): 65-73.
- Τζανακάκης, Μ. Ε. 1980.** Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας 2 ειδικό μέρος. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. Θεσσαλονίκη.
- Tsitsipis, J.A. and Mittler, T.E. 1976.** Influence of temperature on the production of parthenogenetic and sexual females by *Aphis fabae* under short-day conditions. Entomol. Exp. Appl., 19: 179-188.
- Tsitsipis, J.A. and Mittler, T.E. 1977.** Influence of daylength on the production of parthenogenetic and sexual females of *Aphis fabae* at 17.5°C. Entomol. Exp. Appl., 21: 163-173.

- Tsitsipis, J.A. and Mittler, T.E. 1977.** Influence of temperature and daylength on the production of males by *Aphis fabae*. Entomol. Exp. Appl., 21: 229-237.
- 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 gruenen Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulzer). NachrBl. dt. PflSchutzdienst, Berl., 7: 95-99.
- Waldhauer, W. 1957.** Untersuchungen an Kloen der gruenen 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 aphides. Psyche, 7: 351-362.

