

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

ΕΡΜΟΛΟΓΙΑ ΤΕΙΜ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΘΕΜΑ: ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΗΤΗΤΙΚΗΣ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΑΦΙΔΩΝ ΜΕ ΑΝΑΡΡΟΦΗ ΠΙΣΗ ΠΑΓΙΔΑ
ΤΥΠΟΥ ROTHAMSTED ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**



**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ
ΑΡΙΣΤΕΙΑΗΣ
ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΧΟΥΝΤΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ**

..Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Αριθ. Εισαγωγής

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2004
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ**

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΤΗΤΙΚΗΣ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΑΦΙΔΩΝ ΜΕ ΑΝΑΡΡΟΦΗΤΙΚΗ ΠΑΓΙΔΑ
ΤΥΠΟΥ ROTHAMSTED ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ
ΑΡΙΣΤΕΙΑΗΣ
ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΧΟΥΝΤΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ.....	1
<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u>	<u>4</u>
<u>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ (Γενικές πληροφορίες για τις αφίδες).....</u>	<u>6</u>
<u>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ (Γενικές πληροφορίες για τις αφίδες).....</u>	<u>6</u>
1.1. Υπεροικογένεια ARHIDOIDEA	6
1.2. ARHIDIDAE (Αφίδες).....	10
<u>2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΑΦΙΔΩΝ</u>	<u>14</u>
2.1. Εισαγωγή.....	14
2.2. Αιτίες Προβλημάτων των Αφίδων.....	15
2.3. Παρθενογένεση	15
2.4. Τύπος Βιολογικού Κύκλου	16
2.5. Τρόπος Διατροφής των αφίδων.....	17
2.6. Διασπορά των αφίδων.....	18
2.7. Χημικός Έλεγχος (Καταπολέμηση).....	19
2.8. Εναέρια Παρακολούθηση των πληθυσμών των αφίδων.....	19
2.9. Εναέρια Πυκνότητα και Προσβολή των Καλλιεργειών.....	22
2.10. Πρόγνωση της παρουσίας των Αφίδων	27
2.11. Τύποι Πρόγνωσης Αφίδων.....	27
2.12. Μέγεθος της προσβολής των αφίδων.....	28
2.15. Μόλυνση των καλλιεργειών από ιούς.....	36
2.17. Συμπεράσματα	39
<u>3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΤΡΙΝΟΥ ΝΑΝΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΡΙΘΗΣ...41</u>	<u>41</u>
3.1. Παρακολούθηση και πρόγνωση που αποσκοπεί στην καταπολέμηση του ιού του κίτρινου νανισμού του κριθαριού (BYDV)	41
3.2. Το σύμπλοκο του ιού	41
3.3. Οι αφίδες	42
3.4. Επιδημιολογία του BYDV	43
3.5. Προσεγγίσεις για την πρόγνωση των επιπτώσεων του BYDV	45
3.5.1. Εναέρια δειγματοληψία των αφίδων.....	45
3.5.2. Επιτόπια δειγματοληψία των αφίδων	47
3.6. Η ΕΞΕΛΙΞΗ.....	50
3.6.1. Στρατηγική έρευνα.....	50
3.6.2. Δεδομένα επιβεβαίωσης.....	52
3.6.3. Συμπεράσματα.....	53
<u>4. ΥΛΙΚΑ-ΜΕΘΟΔΟΙ.....</u>	<u>55</u>
<u>5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u>	<u>58</u>
<u>6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ</u>	<u>95</u>
<u>ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....</u>	<u>105</u>

την συνολική τάση πτήσης των μεταναστευτικών αφίδων, επέτρεψε τη διαπίστωση των σημαντικότερων ειδών και την δημιουργία διαγραμμάτων πτήσεων για κάθε ένα από τα σημαντικά (πληθυσμιακά υπέρτερα) είδη.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ (Γενικές πληροφορίες για τις αφίδες)

1.1. Υπεροικογένεια APHIDOIDEA

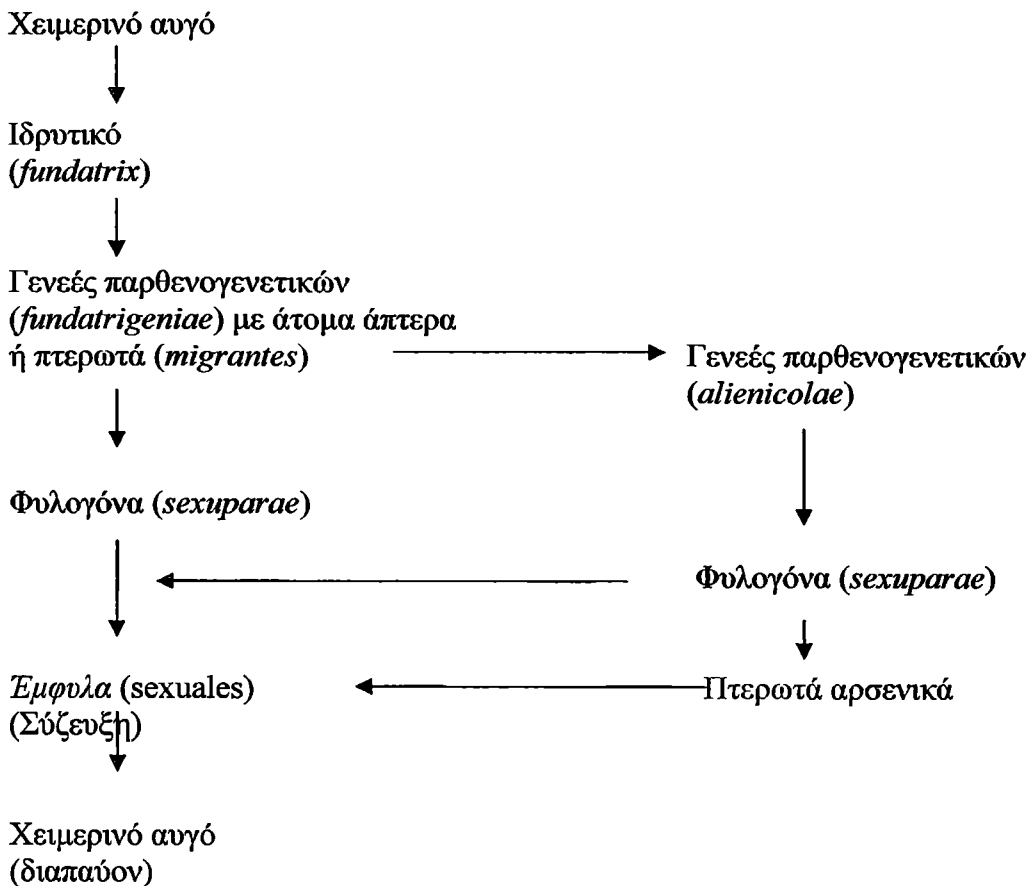
Στην υπεροικογένεια αυτή των ημιπτέρων ανήκουν πολλοί εχθροί των καλλιεργούμενων φυτών. Είναι μικρόσωμα έντομα με μαλακό σώμα, λεπτά και συνήθως μακριά πόδια με διάρθρους ταρσούς, και με κεραίες από 1-6 άρθρα. Οι πτερωτές μορφές έχουν 2 ζευγάρια διάφανων πτερυγών. Τα πλείστα είδη είναι πολυμορφικά. Σε μερικά είδη ο αριθμός των διαφορετικών μορφών είναι μεγάλος (στο γένος *Periphyllus* 15 και στο είδος *Phylloxera quercus* Boyer τουλάχιστον 21 διαφορετικές μορφές) ενώ σε άλλα παρατηρείται μόνο μια μορφή σε ορισμένες περιοχές, όπως στο *Aphanostigma piri* (Cholodkovsky) στο Ισραήλ. Οι διαφορετικές μορφές παρατηρούνται σε διαφορετικές γενεές ή (μερικές) και στην ίδια γενεά. Οι πιο συνηθισμένες μορφές είναι: άπτερα, πτερωτά, με ανεπτυγμένα ή με ατροφικά στοματικά μόρια, και άτομα του ίδιου φύλλου με διαφορετικό αναπαραγωγικό σύστημα όπως ζωοτόκα παρθενογενετικά, ωοτόκα παρθενογενετικά ή ωοτόκα γονιμοποιούμενα. Στην αναπαραγωγή τους παρατηρείται ωοτοκία, ζωοτοκία, παρθενογένεση, εγγενής αναπαραγωγή και γενεές με λίγα ή καθόλου αρσενικά. Ως προς τα ήθη τους παρατηρούνται 1) εναλλαγή φυτών-ξενιστών (μετανάστευση σε άλλο είδος ή είδη φυτών), 2) διαφορετικοί τρόποι ζωής στο ίδιο είδος φυτού-ξενιστή και 3) διαφορετικοί τρόποι ζωής σε άτομα της ίδιας γενεάς. Όλες οι παραπάνω περιπτώσεις μπορεί να συμβαίνουν σε ένα είδος, στα πιο πολλά όμως είδη συμβαίνουν μόνο ορισμένες. Στα είδη με δυο ξενιστές (ή κατηγορίες ξενιστών) παρατηρείται στον πρωτεύοντα μεν ξενιστή ο λεγόμενος πλήρης αναπαραγωγικός ετήσιος κύκλος, στο δευτερεύοντα δε ξενιστή ο λεγόμενος μεταναστευτικός ετήσιος κύκλος. Στα μεταναστευτικά είδη παρατηρούνται οι εξής κυρίως τύποι ή μορφές ατόμων, κατά σειρά εμφάνισης, αρχίζοντας από την άνοιξη: 1) *Fundatrices* (θεμελιωτικά ή ιδρυτικά). Βγαίνουν από τα χειμερινά αυγά, στον κύριο ξενιστή. Είναι συνήθως άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, ωοτόκα ή ζωοτόκα. Αναπτύσσονται την άνοιξη στον κύριο ξενιστή. 2) *Fundatrigeniae*. Είναι άπτεροι παρθενογενετικοί, θηλυκοί απόγονοι των ιδρυτικών. Παράγονται συνήθως από την άνοιξη ως το φθινόπωρο και ζουν στον κύριο ξενιστή, σε περισσότερες από μια γενεές. 3)

Migrantes (μεταναστευτικά). Παράγονται σε περισσότερες γενεές στον κύριο ξενιστή, μαζί με τα *fundatrigeniae*, αλλά συνήθως από τη 2^η γενεά και μετά. Είναι πτερωτά παρθενογενετικά άτομα και μεταναστεύουν στο δευτερεύοντα ξενιστή, όπου δίνουν απογόνους. 4) *Alienicolae*. Γεννιούνται στο δευτερεύοντα ξενιστή σε περισσότερες από μια γενεές, από την άνοιξη έως φθινόπωρο. Είναι απόγονοι των μεταναστευτικών και είναι παρθενογενετικά άπτερα, ή πτερωτά. Τα πτερωτά μπορεί να μεταναστεύουν σε άλλα φυτά του δευτερεύοντα ή του πρωτεύοντα ξενιστή. 5) *Sexuparae* (φυλογόνα). Είναι παρθενογενετικά πτερωτά ή άπτερα, ωοτόκα ή ζωοτόκα. Στα ωοτόκα, τα αυγά που δίνουν θηλυκά άτομα είναι μεγαλύτερα. Τα φυλογόνα παράγονται συνήθως στον δευτερεύοντα ξενιστή και είναι τέκνα της τελευταίας γενεάς των *alienicolae*. Τα πτερωτά μεταναστεύουν και ωοτοκούν (τέλη θέρους με φθινόπωρο) στο πρωτεύοντα ξενιστή όπου γεννούν τα έμφυλα. Τα μη πτερωτά (στα είδη όπου αυτό συμβαίνει) γεννούν στο δευτερεύοντα ξενιστή πτερωτά αρσενικά που θα μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα ξενιστή. 6) *Sexuales* (έμφυλα ή αμφιγονικά) δηλαδή αρσενικά και θηλυκά. Εμφανίζονται μόνο μια φορά το έτος συνήθως το φθινόπωρο. Τα θηλυκά είναι σχεδόν πάντα άπτερα και γεννιούνται στον πρωτεύοντα ξενιστή από τα φυλογόνα. Αφού συζευχθούν, γεννούν ένα ή λίγα χειμερινά αυγά. Τα αρσενικά που γεννιούνται στον πρωτεύοντα ξενιστή είναι και αυτά άπτερα, είναι αυτά που γεννιούνται στο δευτερεύοντα ξενιστή (σε όσα είδη συμβαίνει αυτό) είναι πτερωτά και μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα ξενιστή για να συζευχθούν με τα θηλυκά (βλέπε διάγραμμα). Τα έμφυλα άτομα έχουν κατά κανόνα ατροφικά στοματικά μόρια και δεν τρέφονται.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Ετήσιος κύκλος σε *Aphidoidea* με 2 ξενιστές (μεταναστευτικά)

Στον κύριο ξενιστή

Στον δευτερεύοντα ξενιστή



Στα μεταναστευτικά είδη η διαχείμαση γίνεται κατά κανόνα στο στάδιο του αυγού. Σε περιοχές όμως με ήπιο χειμώνα είναι δυνατή η διαχείμαση σε άλλα στάδια και κυρίως του ενήλικου παρθενογενετικού θηλυκού, συνήθως σε δευτερεύοντα ξενιστή και σπανιότερα σε πρωτεύοντα. Είναι δηλαδή δυνατή και η διαίωσιση του είδους σε δευτερεύοντα ξενιστή ή ξενιστές χωρίς τη μεσολάβηση του πρωτεύοντα. Οι φυσιολογικοί μηχανισμοί που ρυθμίζουν την εναλλαγή ξενιστών και τη δημιουργία πτερωτών ή άπτερων μορφών στα *Aphidoidea* δεν είναι πλήρως γνωστοί. Ανάμεσα στους παράγοντες που παρεμβαίνουν είναι η θερμοκρασία, η διάρκεια της

φωτοπεριόδου, ο συνωστισμός και η φυσιολογική κατάσταση του αναπτυσσόμενου φυτού ξενιστή.

Στο *Aphis fabae* Scopoli άπτερα παρθενογενετικά που διατηρήθηκαν σε σχετικά μικρή φωτοπερίοδο 11 ωρών το 24ωρο, σε διαφορετικές θερμοκρασίες και προσωρινά σε συνθήκες συνωστισμού, έδωσαν κυρίως πτερωτά τέκνα στους 11,5° και 15,5°, πτερωτά και άπτερα στους 17,5° – 25,5° και μόνο άπτερα στους 28,5°. Σε 11,5° – 19,5° όλα τα πτερωτά ήταν θηλυγόννα. Από τους 22,5° ως τους 25,5° το ποσοστό των θηλυγόννων μειώθηκε από 96% σε 8% και στους 11,5° τα θηλυγόννα παρήγαγαν αποκλειστικά ωστόκα θηλυκά, ενώ σε 15,5° – 23,5° μερικά θηλυγόννα γέννησαν πρώτα μερικά ωστόκα θηλυκά και στη συνέχεια παρθενογόννα και θηλυγόννα άτομα. (για περισσότερα στοιχεία για τις συνθήκες που προκαλούν την παραγωγή διαφορετικών μορφών και ατόμων διαφορετικού φύλου στην αφίδα αυτή βλέπε Tsitsipis και Mittler 1976, 1977 a, 1977 b).

Τα πάνω από 3600 είδη των Aphidoidea ταξινομούνται σε 3 οικογένειες της Aphididae, Phylloxeridae και Adelgidae (Chermesidae), ή συνηθέστερα σε 8, με τα Aphididae χωρισμένα σε 6 οικογένειες (τις Lachnidae, Chaitophoridae, Calaphididae, Aphididae, Thelaxidae, και Pemphigidae).

1.2. APHIDIDAE (Αφίδες)

Είναι πολύ γνωστά έντομα στον αγρότη και στο μέσο άνθρωπο, με τα κοινά ονόματα μελίγκρα, ψύλλοι, φυτοφθείρες. Εκτός από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της υπεροικογένειας όπου ανήκουν, οι πιο πολλές αφίδες έχουν στα νώτα του 5^{ου} κοιλιακού δακτυλίου ένα ζευγάρι σωληνόμορφων αποφύσεων που λέγονται «σίφωνες ή κεράτια», και στην άκρη της κοιλιάς μια απόφυση που λέγεται ουρίτσα ή ουρά. Οι σίφωνες είναι οι εκφορητικοί αγωγοί αδένων που παράγουν φερομόνες συναγεμμού. Όταν η αφίδα προσβληθεί από ένα αρπακτικό έντομο ή άλλο ζώο, εκλύει τις κηρώδους φύσεως φερομόνες που προκαλούν διασπορά των γύρων της αφίδων. Είναι μικρά μαλακά έντομα, μήκους συνήθως 1-3 και σπάνια ως 7 mm. Έχουν μακρό ρύγχος και κεραίες από 3-6 άρθρα. 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 τα ίδια δημιουργούν στο φύλλωμα των φυτών – ξενιστών τους. Ζουν συνήθως σε ομάδες το ένα κοντά στο άλλο με την κεφαλή κοντά στη βάση του βλαστού ή του φύλλου. Οι αποικίες τους την άνοιξη μπορούν να σκεπάσουν ολόκληρο το κορυφαίο μέρος νέων βλαστών ορισμένων φυτών. Τα θηλυκά των παρθενογενετικών γενεών είναι στις αφίδες ζωοτόκα, ενώ της γενεάς που αναπαράγεται εγγενώς είναι ωοτόκα.

Στις αφίδες παρατηρούνται οι διάφορες μορφές που ήδη αναφέραμε στην υπεροικογένεια Aphidoidea. Τα διάφορα είδη αφίδων από πλευράς ετησίου κύκλου ζωής κατατάσσονται σε μεταναστευτικά και σε μη μεταναστευτικά. Στα **μεταναστευτικά** είδη είναι απαραίτητοι δυο τουλάχιστον ξενιστές: ο **κύριος ξενιστής** όπου το έντομο αναπτύσσεται και εγγενώς, δηλαδή το είδος του φυτού όπου γίνεται η σύζευξη και γεννιούνται τα χειμερινά αυγά, και ο **δευτερεύοντας ξενιστής** όπου η αφίδα αναπτύσσεται μόνο αγενώς (παρθενογενετικά). Ένας συνηθισμένος ετήσιος κύκλος ενός μεταναστευτικού είδους αφίδας είναι ο εξής: Τα χειμερινά αυγά (ένα ή λίγα) γεννιούνται το φθινόπωρο στο φλοιό του κύριου ξενιστή από το γονιμοποιημένο θηλυκό. Την άνοιξη τα αυγά εκκολάπτονται και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά ζωοτόκα θηλυκά. Αυτά δίνουν νέα γενεά ομοίων θηλυκών που μπορεί να περιέχει και λίγα πτερωτά θηλυκά. Ακολουθούν και άλλες παρθενογενετικές γενεές, αλλά με αυξανόμενο το ποσοστό των πτερωτών θηλυκών.

Τα πτερωτά αυτά θηλυκά διασπείρονται σε άλλα φυτά του ίδιου είδους (κύριου ξενιστή) ή μεταναστεύουν σε φυτά του δευτερεύοντα ξενιστή (ή ξενιστών) όπου δημιουργούν νέες αποικίες πτερωτών και άπτερων παρθενογενετικών ατόμων. Την άνοιξη, το θέρος και τις αρχές του φθινοπώρου, στο δευτερεύοντα ξενιστή η μια γενεά διαδέχεται την άλλη όπως και στον πρωτεύοντα. Τα τέλη του θέρους ή το φθινόπωρο, από άπτερα άτομα παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή φυλογόνα πτερωτά άτομα που πηγαίνουν στον κύριο ξενιστή και εκεί γεννούν έμφυλα άτομα, δηλαδή, αρσενικά και θηλυκά που θα γεννήσουν τα χειμερινά αυγά. Σε μερικά είδη, παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή πτερωτά αρσενικά που μεταναστεύουν μαζί με τα φυλογόνα στον κύριο ξενιστή. Έτσι κλείνει ο ετήσιος κύκλος ζωής. Στα μεταναστευτικά είδη, δηλαδή σε είδη με υποχρεωτική μετανάστευση σε ορισμένες τουλάχιστον περιοχές της γης, είναι απαραίτητοι δυο τουλάχιστον ξενιστές, διότι τα φυλογόνα άτομα παράγονται μόνο στον δευτερεύοντα ξενιστή και ο ετήσιος κύκλος δεν μπορεί να συμπληρωθεί μόνο στον κύριο. Σε άλλες όμως περιοχές της γης παράγονται έμφυλα άτομα και από άπτερα που μένουν στον κύριο ξενιστή, οπότε μπορούμε να πούμε ότι ο δευτερεύοντας ξενιστής δεν είναι απαραίτητος. Γενικά είδη με μη υποχρεωτική μετανάστευση είναι περισσότερο πολυφάγα από τα άλλα. Όπως ήδη αναφέραμε για τα Aphidoidea γενικά, σε αρκετά είδη μεταναστευτικών αφίδων ο κύριος ξενιστής δεν είναι αναγκαίος για την επιβίωση του είδους σε ορισμένες περιοχές με ήπιο χειμώνα. Εκεί, όσο ο καιρός είναι ευνοϊκός, η μια γενεά παρθενογενετικών θηλυκών διαδέχεται την άλλη στους δευτερεύοντες ξενιστές, με ποικίλο ποσοστό πτερωτών ατόμων, και η διαχείμαση γίνεται στο ανήλικο ή ενήλικο άπτερο στάδιο, χωρίς να παρατηρούνται έμφυλα άτομα ούτε εγγενής αναπαραγωγή.

Στα μη μεταναστευτικά είδη αφίδων ο παραπάνω ετήσιος κύκλος συμπληρώνεται μόνο στον κύριο ξενιστή (στο ίδιο φυτό ή σε φυτά του ίδιου είδους). Αν πτερωτά άτομα διασπαρούν σε άλλα είδη ξενιστών, αυτό είναι χωρίς σημασία για την επιβίωση του είδους.

Οι αφίδες αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστροφή των φύλλων, πράγμα που τις προστατεύει από το ψεκαστικό υγρό και δυσκολεύει την καταπολέμησή τους, όταν δεν γίνει πολύ νωρίς. Τα άφθονα μελιτώδη αποχωρήματα ορισμένων ειδών ρυπαίνουν το φυτό και τους καρπούς και ευνοούν τήνη καπνιά και τα μυρμήγκια που προστατεύουν τις αφίδες

διώχνοντας τα αφιδοφάγα έντομα. Οι αφίδες είναι από τις κυριότερες κατηγορίες εντόμων που μεταδίδουν στα φυτά παθογόνους ιούς. Ορισμένα είδη όπως το *Myzus persicae* είναι φορείς πολλών σοβαρών ιώσεων των καλλιεργούμενων φυτών. 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 με υγρό καιρό. Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα. Τότε, ο καιρός και η ύπαρξη άφθονων τρυφερών φύλλων και βλαστών ευνοούν την ανάπτυξη τους. Σε κλίματα όπως το ελληνικό, οι ζεστοί και οι ξηροί μήνες του θέρους δεν ευνοούν την συνεχή αναπαραγωγή πολλών βλαβερών αφίδων και οι πληθυσμοί τους τότε περιορίζονται πολύ. Το ότι με φυσικές συνθήκες οι αφίδες δεν καταστρέφουν τελείως την φυτική παραγωγή, οφείλεται κατά μέγα μέρος στους πολλούς και αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς τους. Ανάμεσα στους εχθρούς αυτούς είναι είδη Διπτέρων (*Syrphidae*, *Cecidomyiidae*), Νευροπτέρων (*Hemerobiidae*, *Chrysopidae*), Κολεοπτέρων (*Coccinellidae*), Υμενοπτέρων (*Proctotrypidae*, *Chalcididae*, *Braconidae*) και μύκητες των γενών *Empusa* *Entomophthorum*.

Από τα πολλά βλαβερά είδη αφίδων που υπάρχουν στη χώρα μας σημαντικότερα είναι τα είδη: *Aphis fabae* Scopoli στα ψυχανθή. *A. gossypii* Glover στο βαμβάκι, κολοκυνθοειδή και άλλα φυτά, *A. malifoliae* Fitch στη μηλιά και την αχλαδιά, *Myzus persicae* Sulzer σε πυρηνόκαρπα και διάφορα ποώδη φυτά, *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) στα εσπεριδοειδή και *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) στη μηλιά.

Καταπολέμηση. Ο συνηθισμένος τρόπος είναι με χημικά μέσα. Το εντομοκτόνο που θα διαλέξουμε εξαρτάται από το είδος και το στάδιο του φυτού, την εποχή του έτους και την τοπική πείρα ως προς την τυχόν ύπαρξη εθισμού σε ορισμένα εντομοκτόνα. Σε ετήσιες εαρινές καλλιέργειες που προσβάλλονται και παθαίνουν σοβαρή ζημιά σε νεαρό στάδιο, συνιστάται η επένδυση του σπόρου με ένα σχετικά σταθερό διασυστηματικό εντομοκτόνο, όπως τα: phorate, και aldicarb ή η προσθήκη ενός τέτοιου εντομοκτόνου, συνήθως σε κοκκώδη μορφή, δίπλα στο σπόρο

κατά τη σπορά ή τη μεταφύτευση. Η εφαρμογή αυτή προστατεύει τα νεαρά φυτά για λίγες εβδομάδες ώσπου να μεγαλώσουν και γίνουν ανθεκτικότερα στην προσβολή. Αργότερα, όπως και στις πολυετείς ποώδεις και δενδρώδεις καλλιέργειες γίνονται ψεκασμοί ή σπανιότερα επιπάσεις με ένα από τα παρακάτω εντομοκτόνα. Οι επεμβάσεις πρέπει να γίνονται έγκαιρα, μόλις εμφανιστούν οι πρώτες αφίδες στα φυτά αν ο καιρός είναι ευνοϊκός για αυτές και πριν τα φύλλα αρχίσουν να συστρέφονται. Όπου υπάρχει κίνδυνος μεταδόσεως ιών, ο ψεκασμός πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός και έγκαιρος και να επαναλαμβάνεται μόλις λήξει η προστατευτική δράση του εντομοκτόνου που χρησιμοποιούμε. Για να διαπιστώσουμε την παρουσία αφίδων σε νεαρά φύλλα, πρέπει να ελέγχουμε την κάτω επιφάνειά τους. Η παρουσία μυρμηγκιών στα φυτά είναι μια ένδειξη ότι αναπτύσσονται αποικίες αφίδων στα φυτά (συνέπεια της συμβιωτικής σχέσης που μοιράζονται οι αφίδες με τα μυρμηγκία), κοκκοειδή, ή άλλα έντομα που παράγουν μελιτώδη απεκκρίματα ανάμεσα στα πολλά αφιδοκτόνα φάρμακα είναι τα διασυστηματικά aldicarb, carbofuran, demeton, dimethoate, disulfoton, formothion, mevinphos, monocrotophos, oxydemeton-methyl, phorate, phospamidon, thiometon, thiotep, και vamidothion, τα μη διασυστηματικά azinphosmethyl, carbophenothion, diazinon, ethion, malathion, mecarbam, parathion, phosalone, pirimicarb μεταξύ των οποίων και τα χλωριωμένα HCH και endosulfan, τα εντομοκτόνα φυτικής προέλευσης ροτενόνη και νικοτίνη. Πριν από την ευρεία χρήση των συνθετικών εντομοκτόνων χρησιμοποιήθηκε πολύ η νικοτίνη είτε για ψεκασμούς ως θεική νικοτίνη 0,08 – 0,15 % σε νερό μαζί με σαπούνι 0,5 – 1 %, είτε για επιπάσεις για νικοτινούχο θειάφι. Σε θερμοκήπια χρησιμοποιήθηκαν και θεική νικοτίνη και το υδροκυάνιο. Εναντίων των χειμερινών αυγών των αφίδων σε φυλλοβόλα καρποφόρα δέντρα χρησιμοποιείται με ψεκασμό ή δινιτροκρεζόλη ως υδατοδιαλυτό άλας ή συνηθέστερα μαζί με χειμερινά ορυκτέλαια και με ethion, οπότε ταυτόχρονα καταπολεμούνται και διαχειμάζοντα στάδια και άλλων εντόμων και ακάρεων.

Όταν ο πληθυσμός αφίδων ή άλλων μυζητικών Ημιπτέρων όπως τα Jassidae είναι στα φυτά μας πυκνός, πρέπει να ελέγξουμε αν υπάρχουν μυρμηγκία που τα προστατεύουν. Αν συμβαίνει αυτό, συνιστούν εναντίον των μυρμηγκιών να σκορπίσουμε τις πρωινές ώρες δηλητηριασμένο δόλωμα στο έδαφος, σε κάθε 4η γραμμή των φυτών.

2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΑΦΙΔΩΝ

2.1. Εισαγωγή

Οι αφίδες αποτελούν «πρόβλημα» για πολλούς λόγους, αλλά κυρίως γιατί μειώνουν την ποσότητα και ποιότητα των συγκομιζόμενων καλλιεργειών από τον άνθρωπο. Είναι πολύ δύσκολο να προσδιορίσουμε την κλίμακα των οικονομικών ζημιών ανά τον κόσμο, αλλά στην Βρετανία έχει εκτιμηθεί ότι κατά μέσο όρο οι ετήσιες ζημιές που οφείλονται στην άμεση προσβολή από αφίδες είναι της τάξεως των £100 εκατομμυρίων (Tatchell 1989) και στις ΗΠΑ οι ζημιές που οφείλονταν μόνο από την προσφάτως εγκατεστημένη στις ζώνες καλλιέργειας αγρωστωδών, Ρωσική αφίδα του σιταριού, την *Diuraphis noxia* (Mordvilko), έφταναν τα £200 εκατομμύρια μέχρι το 1989 (Burton 1989). Οι ιοί που μεταδίδονται με αφίδες προκαλούν ζημιές παρόμοιου ύψους: στις Ην. Πολιτείες, ο ιός κιτρινίσματος των φύλλων και νανισμού του κριθαριού (BYDV) προκάλεσε μέσες ετήσιες ζημιές \$42,3 εκατομμυρίων κατά τη δεκαετία του 1950 (Conti κ.ά. 1990). Αυτά τα παραδείγματα δείχνουν σαφώς ότι η κλίμακα προβλημάτων εξαιτίας των αφίδων είναι τεράστια και γι' αυτό χρειάζεται να γίνει μια προσέγγιση σε μια εξίσου μεγάλη γεωγραφική κλίμακα.

Σε πολλές καλλιέργειες τα εντομοκτόνα αποτελούν μια απλή και φθηνή λύση για τον έλεγχο των αφίδων. Ωστόσο, η ευρείας κλίμακας εφαρμογή τέτοιων χημικών γίνεται όλο και λιγότερο αποδεκτή και η χρήση τους, τώρα περισσότερο από ποτέ, πρέπει να βελτιωθεί με έναν περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο έτσι ώστε να διατηρηθούν οι αποδόσεις των καλλιεργειών αλλά και να εξασφαλιστεί μια επαρκής κάλυψη των τροφικών αναγκών. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, απαιτούνται κατάλληλες μέθοδοι για την παρακολούθηση και πρόγνωση των προβλημάτων που οφείλονται στην άμεση και έμμεση επίπτωση της προσβολής των καλλιεργειών από τις αφίδες, στη γεωγραφική κλίμακα στην οποία εμφανίζονται. Οι στόχοι αυτής της εργασίας είναι: η σύντομη κατηγοριοποίηση του φάσματος των προβλημάτων που προκαλούνται από τις αφίδες, κι η εξέταση μιας περιφερειακής προσέγγισης που αποσκοπεί στην παρακολούθηση και πρόγνωση τους.

2.2. Αιτίες Προβλημάτων των Αφίδων

Η προσβολή των αφίδων προκαλεί οικονομικές ζημιές με την άμεση τροφική δραστηριότητα, με τη μετάδοση των ιών των φυτών και με το μελίτωμα που παράγεται στις αποικίες των αφίδων, το οποίο 'ενθαρρύνει' την ανάπτυξη του συμπλόκου των μυκήτων της καπνιάς που μειώνει τη φωτοσυνθετική επιφάνεια και κατά συνέπεια την αφομοιωτική ικανότητα των φυτών, επιδρώντας αρνητικά στην επίτευξη υψηλών αποδόσεων των καλλιεργειών. Όλα αυτά συνδέονται στενά με χαρακτηριστικά της βιολογίας των αφίδων που κάνουν αυτή την ομάδα εντόμων τόσο σημαντικούς εχθρούς. Αυτά τα κύρια χαρακτηριστικά αναφέρονται σύντομα πιο κάτω με έμφαση στους εχθρούς των φυτών μεγάλης καλλιέργειας και των οπωροκηπευτικών, αν και πολλές από τις ίδιες αρχές εφαρμόζονται σε εκείνες της δασοκομίας και της παραγωγής καλλωπιστικών φυτών.

2.3. Παρθενογένεση

Η παρθενογενετική ζωοτόκος αναπαραγωγή, η οποία κυριαρχεί σε μεγάλο μέρος του κύκλου ζωής των αφίδων, σε συνδυασμό με την σύμπτυξη των γενεών, μειώνει το χρόνο παραγωγής κι επιτρέπει στους πληθυσμούς να αυξάνονται πολύ γρήγορα (Dixon 1985). Η αναπαραγωγή των αφίδων είναι εντονότερη όταν οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, οι προτιμητέοι ευπαθείς ξενιστές που προσβάλλονται βρίσκονται σε προχωρημένο στάδια βλαστικής ανάπτυξης και αναπτύσσονται σε συστήματα μονοκαλλιέργειας κι όταν αυτοί οι ξενιστές βρίσκονται στο πιο θρεπτικό στάδιο της ανάπτυξής τους. Οι υψηλοί πληθυσμοί των αφίδων που μπορούν να αναπτυχθούν (παραχθούν) σε ένα φυτό αποτελούν ένα μεγάλο δοχείο για τους μεταβολίτες του φυτού κι οδηγούν σε απώλεια της δύναμης του, ενίοτε δε σε θάνατο των φυτών ιδιαίτερα όταν η προσβολή γίνεται σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης και εμπλέκονται πολύ υψηλοί αφίδων, μειώνοντας έτσι την αναμενόμενη υψηλή απόδοση.

2.4. Τύπος Βιολογικού Κύκλου

Ο βιολογικός κύκλος των αφίδων είναι ασυνήθιστος μεταξύ των εντόμων. Η κυκλική παρθενογένεση ή η εναλλαγή περιόδων σεξουαλικής (ολοκυκλικής) και μη σεξουαλικής αναπαραγωγής είναι ένα χαρακτηριστικό των *Aphidoidea* (Blackman και Eastop 1984). Σε κάποια είδη, όπως στην αφίδα του ασκαλωνίου, τη *Myzus ascalonicus* Doncaster, και στην αφίδα του καλαμποκιού, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), η σεξουαλική φάση έχει καταργηθεί κι αυτά τα είδη αναπαράγονται παρθενογενετικά. Δεν είναι ασυνήθιστο για τα είδη, ιδιαίτερα τα είδη παρασίτων, να έχουν κλώνους που αναπαράγονται τόσο παρθενογενετικά όσο και ολοκυκλικά μέσα στον πληθυσμό καθώς επίσης και περιστασιακά ανδροκυκλικούς ή ενδιάμεσους κλώνους που μπορούν να συμβάλλουν στην αναπαραγωγή εκ γονιμοποιήσεως και εκ παρθενογονίας (Blackman 1971, Tatchell και Parker 1990). Αυτές οι εναλλακτικές στρατηγικές επιτρέπουν στους πληθυσμούς αφίδων να αυξάνονται κατά τη διάρκεια των ήπιων χειμώνων αξιοποιώντας την παρθενογενετική αναπαραγωγή, αλλά κατά τη διάρκεια εξαιρετικά ψυχρών χειμώνων τα ανθεκτικά στο κρύο χειμερινά αυγά των αφίδων που προκύπτουν από ολοκυκλική αναπαραγωγή (σύζευξη αρσενικών και θηλυκών ατόμων) εκ παρθενογονίας αναπαραγωγής διατηρεί τα είδη στην περιοχή.

Η εναλλαγή αφίδων μεταξύ των φυτών ξενιστών παρέχει μια περαιτέρω μεταβολή στον κύκλο ζωής ο οποίος, αν και είναι ασυνήθιστο ανάμεσα στις αφίδες ως σύνολο, προκύπτει στο 42% των ειδών ζιζανίων (Eastop 1981). Η αξιοποίηση εναλλακτικών ξενιστών και η δυνατότητα ‘μετακίνησης’ των ειδών μεταξύ των υφιστάμενων ξενιστών αποτελεί μια ιδιαίτερα ευνοϊκή στρατηγική στις περιοχές όπου ο δευτερεύων ξενιστής ξεραίνεται ή νεκρώνεται από την επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών καθώς καθιστά τις αφίδες ικανές να εκμεταλλευτούν διατροφικά διάφορα είδη φυτών τα οποία παρέχουν στα έντομα τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες για την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους.

Τα είδη των αφίδων τείνουν να συνδέονται με συγκεκριμένα είδη φυτών. Ωστόσο, μερικά είδη αφίδων περιστασιακά εμφανίζονται σε φυτά τα οποία υπό φυσιολογικές συνθήκες δεν θα αποικούσαν, και στα είδη των ζιζανίων-αυτοφυών ειδών μπορεί να συγκαταλέγεται ευρύτερο φάσμα αυτών των ‘αναπληρωματικών

(εναλλακτικών) ξενιστών' (Stroyan 1957). Εμφανιζόμενες καλλιεργημένες σοδειές μπορεί να παρέχουν κενές οικολογικές θέσεις οι οποίες είναι πολύτιμοι αναπληρωματικοί ξενιστές για ζιζάνια (Blackman και Eastop 1984).

Η πολυπλοκότητα και η ποικιλία που χαρακτηρίζει τον βιολογικό κύκλο των αφίδων καθιστά την ομάδα αυτή των εχθρών 'προαιρετικά ομορτυνιστικά'.

2.5. Τρόπος Διατροφής των αφίδων

Τα σιλέτα των στοματικών μορίων των αφίδων διατρύπουν την επιδερμίδα των φύλλων, συλλέγοντας κυτταρικό χυμό από τα επιδερμικά κύτταρα. Με τα δοκιμαστικά νύγματα που πραγματοποιούν, οι αφίδες εξετάζουν την καταλληλότητα των φυτών στα οποία προσγειώνονται για να διαπιστώσουν αν πρόκειται για φυτά-ξενιστές τους και μέσω όταν αποδεχθούν το φυτό βυθίζουν το σιλέτο τους και τρέφονται απευθείας από το φλοιώμα (Pollard 1973). Η διαδικασία αυτή των σταδίων που ακολουθείται παρέχει μια πολύ αποτελεσματική μέθοδο με την οποία οι ιοί των φυτών μπορούν να μεταδοθούν μεταξύ των φυτών. Οι διάφορες ομάδες των ιών που μεταδίδονται μέσω αφίδων έχουν ένα περίπλοκο εύρος χαρακτηριστικών μετάδοσης: οι μη-έμμονοι ιοί μεταδίδονται με σύντομης διάρκειας δοκιμαστικά νύγματα, κατά τη διαδικασία αναζήτησης από την αφίδα του προτιμητέου φυτό-ξενιστή, ενώ στο άλλο άκρο αυτοί που μεταδίδονται με έμμονο τρόπο ή αυτοί που κυκλοφορούν στο σώμα των εντόμων-φορέων τους, απαιτούν αποδοχή και αποίκιση του φυτού-ξενιστή, τροφική δραστηριότητα πολλών ωρών και βύθιση των σιλέτων εντός του φλοιώματος του φυτού πριν από την πραγματοποίηση της μετάδοσης (Harris και Maramarosh 1977). Η μόλυνση των φυτών από ιώσεις μειώνει αμέσως τη σοδειά, αν και η έκταση αυτής της ζημιάς επηρεάζεται πολύ από το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο η αφίδα μολύνει πρώτα το φυτό: πρόωρη μόλυνση που οδηγεί στη μέγιστη ζημιά (Watson 1942, Doodson και Saunders 1970).

Τα αποτελέσματα της μόλυνσης από ιό μπορεί να επιμείνουν σε επόμενες γενιές της σοδειάς κι έτσι να έχουν σοβαρές επιπλοκές στην υγεία και κάθαρση του φυτού αν χρησιμοποιηθεί μολυσμένο υλικό φύτευσης. Αυτό συμβαίνει στις σοδειές, όπως

τις πατάτες, οι οποίες αναπαράγονται φυτικά, όπως κι εκείνες στις οποίες οι ιοί που μεταδίδονται στα φυτά μέσω των αφίδων προέρχονται από σπόρο, όπως ο ιός του μωσαϊκού της σόγιας. Το αποτέλεσμα της χρήσης μολυσμένου υλικού φύτευσης είναι ότι τα επίπεδα μόλυσματος είναι υψηλά από την αρχή κι ο ιός μπορεί να μεταδοθεί εύκολα σε άλλα φυτά κατά τα πρόωρα στάδια ανάπτυξης, όταν η προκύπτουσα ζημιά της σοδειάς είναι η μέγιστη.

2.6. Διασπορά των αφίδων

Ο πολυμορφισμός των πτερωτών ατόμων στις αφίδες λαμβάνει υπόψη του τη χωρική επέκταση του πληθυσμού των γεωργικών καλλιεργειών. Η παραγωγή διαφόρων πτερωτών μορφών λόγω αυξημένου συνωστισμού στις αρχικές αποικίες των αφίδων στα φυτά-ξενιστές τους, η φθίνουσα θρεπτική ποιότητα του φυτού λόγω του υπερπληθυσμού των εντόμων και η 'εξάντληση' των θρεπτικών αποθεμάτων που υφίσταται ή οι μεταβολές που υφίστανται στη διάρκεια της ημέρας (φωτοπερίοδο) και στη θερμοκρασία στις διάφορες εποχές του έτους, επιτρέπουν στα είδη να αποικίζουν πιο κατάλληλα φυτά-ξενιστές, ανάλογα της εποχής του έτους. Η ανακατανομή των πληθυσμών των αφίδων με την πτητική δραστηριότητα που εκδηλώνουν διαμέσου του αέρος προκύπτει κυρίως σε τοπική κλίμακα, με μέσες αποστάσεις πτήσης της τάξεως λίγων χιλιομέτρων (Taylor κ.ά. 1979). Κάποια άτομα μέσα σε έναν πληθυσμό, ή ακόμη και κλώνο, είναι ικανά να πετούν για πολλές ώρες (Cockbain 1961, Nottingham κ.ά 1991) και μπορούν να μεταφερθούν για μεγάλες αποστάσεις μέσα σε ρεύματα αέρος (Heatcote 1984) και σε χαμηλού επιπέδου μέτωπα αναταραχής αέριων μαζών, τα οποία είναι κοινά σε κάποιες ηπειρωτικές περιοχές. Αυτό καθιστά πιθανή την εκ νέου αποίκιση και επαναμόλυνση των καλλιεργειών, κάθε χρόνο, περιοχών οι οποίες μόνο θα υποστηρίξουν είδη για μέρος του χρόνου (Thresh 1983, Irwin και Thresh 1988). Ομοίως, οι πτήσεις των αφίδων που καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις επιτρέπουν στα εισαχθέντα σε νέες περιοχές είδη να επεκτείνουν το φάσμα τους πολύ γρήγορα, όπως έχει κάνει το *D. noxia* στη βόρεια Αμερική τα τελευταία χρόνια (Baxendale κ.ά. 1988, Jones κ.ά. 1989).

2.7. Χημικός Έλεγχος (Καταπολέμηση)

Η ευρεία χρήση εντομοκτόνων ουσιών για την καταπολέμηση των αφίδων έχει οδηγήσει στην επιλογή φυλών (βιοτύπων) με υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα, οι οποίες με τη σειρά τους απαιτούν τροποποιημένες στρατηγικές για τον έλεγχό τους: μέχρι σήμερα 18 είδη αφίδων έχουν αναφερθεί ως ανθεκτικά (Devonshire 1989). Αν οι ανθεκτικές παραλλαγές είναι παρούσες μέσα σε μια καλλιέργεια, η χρήση εντομοκτόνων σε συνδυασμό με την παρθενογένεση, μπορούν να οδηγήσουν σε μια πολύ γρήγορη αύξηση των πληθυσμών τους αναλογικά προς εκείνη την παραλλαγή μέσα στη σοδειά (Ffrench- Constant κ.ά.1987).

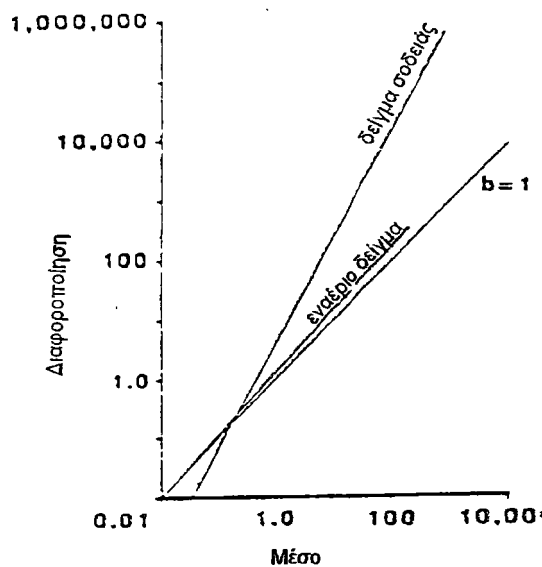
2.8. Εναέρια Παρακολούθηση των πληθυσμών των αφίδων

Το ιδανικό θα ήταν τα προβλήματα που προκαλούνται από τις αφίδες να παρακολουθούνται και να γίνεται πρόγνωση αυτών ανά αγρό. Ωστόσο, η παρακολούθηση των καλλιεργειών σε αυτήν την κλίμακα απαιτεί ένα υπέρμετρο μέγεθος εργασίας λόγω του μεγάλου φάσματος των καλλιεργειών που αναπτύσσονται και την μεταβαλλόμενη κατανομή των αφίδων μέσα σε αυτές (Robert κ.ά. 1988), και δεν μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά εφαρμόσιμη.

Γι' αυτό το λόγο είναι κατάλληλο να ληφθεί υπόψη μια προσέγγιση μεγαλύτερης κλίμακας για τη διαχείριση-αξιολόγηση αυτών των προβλημάτων. Η διασπορά των αφίδων μέσω αέρος των φυτών ξενιστών αποτελεί ένα στάδιο στον βιολογικό τους κύκλο, στον οποίο τα έντομα κατανέμονται τυχαία κι αποφεύγεται έτσι η εντοπισμένη κατανομή τους στις καλλιέργειες (Σχήμα 1), πράγμα το οποίο είναι γρήγορο, εύκολο κατά την παρακολούθηση χωρίς να καθίσταται απαραίτητη η υποβολή σε κοπιαστική συλλογή δειγμάτων από τις καλλιέργειες. Μια μεγάλη γκάμα μεθόδων έχει αναπτυχθεί για την παρακολούθηση των εναέριων πληθυσμών των αφίδων, κάθε μια με τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Taylor και Palmer 1972, Robert κ.ά. 1988). Ωστόσο, μόνο οι αναρροφητικές παγίδες έχουν 'αποδώσει' ένα συνεχές, τυχαίο δείγμα. Η χρήση τέτοιων παγίδων για παρακολούθηση και πρόγνωση των προβλημάτων που προκαλούνται από τις αφίδες

μπορεί να μην είναι ιδανική αλλά είναι πρακτική (Taylor 1974a) και τέτοιες παγίδες έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα σε προγράμματα λεπτομερών ερευνών, καθώς επίσης και σε συστήματα παροχής πληροφοριών για την προστασία των καλλιεργειών στη γεωργική βιομηχανία ως σύνολο (Taylor 1977a, 1986, Woiwod κ.ά. 1984, Tatchell 1985, Cavallo 1989).

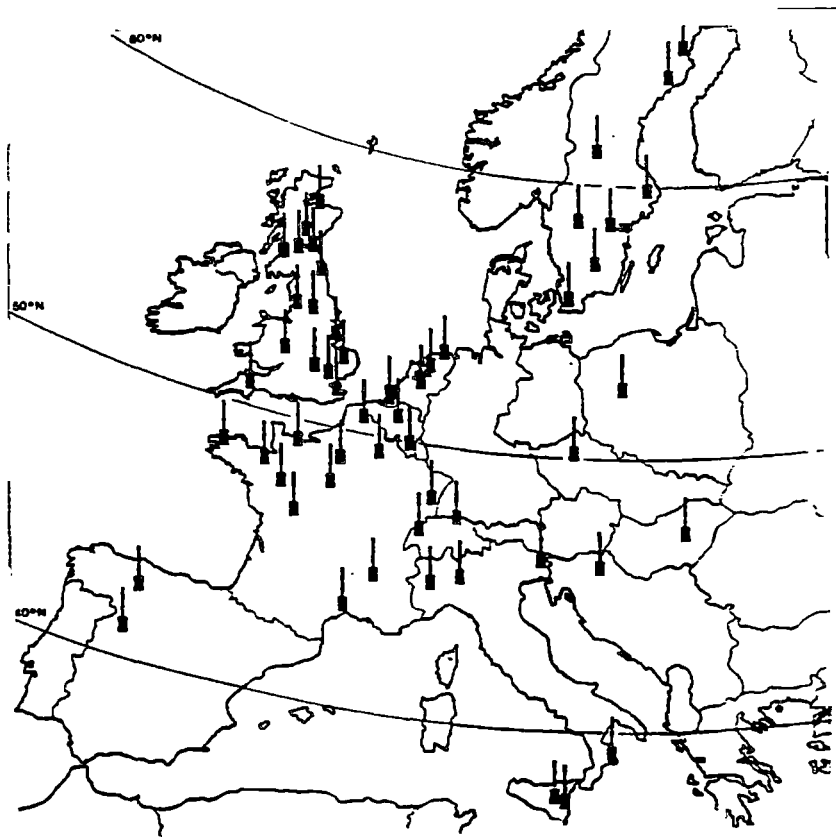
Οι αφίδες είναι ικανές να πετάνε σε ύψος πολλών χιλιάδων μέτρων υπό κατάλληλες συνθήκες (Glick 1939). Για να προσδιορίσουμε και να καθιερώσουμε το ύψος στο οποίο η συνεχής λήψη εναέριων δειγμάτων θα ήταν πιο κατάλληλη, διεξάχθηκε ένα πείραμα (Taylor 1974b) για να προσδιοριστεί το προφίλ πυκνότητας-ύψους των ιπτάμενων εντόμων. Σε 13 αναρροφητικές παγίδες οι οποίες λάμβαναν δείγματα εντόμων σε ύψη που κυμαίνονταν από 0 έως 31 μέτρα, υπήρχε μια καλή σχέση μεταξύ του \log της πυκνότητας και του \log του ύψους για όλα τα συλλαμβανόμενα έντομα: η πυκνότητα μειώνεται γρήγορα πάνω από το επίπεδο του ορίου πτήσης, για να δώσει μια κλίση (b) της τάξης του $-0,9$. Ωστόσο, μόνο για τις αφίδες η κλίση ήταν $-0,43$.



Σχ.1 Η σχέση των δειγμάτων \log διαφοροποίηση \times \log μέσο από σχεδόν τυχαία ιπτάμενα έντομα πολλών ειδών (ταχα) και δειγμάτων από υψηλές συγκεντρώσεις (προσβολές) αφίδων στις καλλιεργείες (κατά τον Taylor 1974a).

Γι' αυτό, σε μεγαλύτερα ύψη οι αφίδες σχημάτιζαν μια μεγαλύτερη αναλογία της εναέριας εντομοπανίδας. Ένα δείγμα ύψους 12,2 μέτρων επιλέχθηκε για να συλλαμβάνει και να παρέχει ένα δείγμα αφίδων κατάλληλου μεγέθους το οποίο είναι αντιπροσωπευτικό της υφιστάμενης εναέριας πανίδας των εντόμων πάνω από μια ευρεία περιοχή, λόγω της ανάμιξης των ρευμάτων αέρος (Taylor κ.ά. 1969). Η παγίδα που κατασκευάστηκε ήταν σε θέση να 'συγκεντρώσει' έναν απλό όγκο $4\text{m}^3 \text{min}^{-4}$ (Macaulay κ.ά. 1988). Μέχρι το 1968 το δίκτυο Ερευνών Εντόμων του Rothamsted (RIS) είχε εγκατασταθεί σε όλη τη Μεγάλη Βρετανία (Taylor 1974a) και συμπεριελάμβανε τις πρώτες παγίδες στην ηπειρωτική Ευρώπη. Το 1978, άλλες χώρες, κυρίως η Γαλλία, ενδιαφέρθηκαν για την παρακολούθηση των μεταναστευτικών πληθυσμών των αφίδων (Robert κ.ά. 1988) οδηγώντας σε 55 παγίδες που λειτουργούσαν σε 12 ευρωπαϊκές χώρες το 1990 (Σχήμα 2). Η παγίδευση μέσω αναρρόφησης σε μια ευρεία γεωγραφική κλίμακα έχει επίσης καθιερωθεί πιο πρόσφατα στη Βόρεια Αμερική, αλλά με τη χρήση δείγματος μέσω παγίδευσης στα 8 μέτρα με όγκο δείγματος περίπου $10\text{m}^3 \text{min}^{-4}$ (Allison και Pike 1988). Στις ΗΠΑ και τον Καναδά η χρήση αναρροφητικών παγίδων έχει επεκταθεί ραγδαία ακολουθώντας την εισαγωγή της ρωσικής αφίδας του σίτου, *D.noxia* που απειλούσε σοβαρά τη σιτοκαλλιέργεια, έτσι ώστε το 1990 να λειτουργούν 94 παγίδες (Pike, προσωπική πληροφορία)

Οι αναρροφητικές παγίδες παρέχουν συνεχή δείγματα τα οποία, όταν συλλέγονται για έναν αριθμό ετών, παρέχουν μια πολύτιμη βάση δεδομένων για την έρευνα της οικολογίας και της δυναμικής των πληθυσμών των εχθρών (αφίδων) (Taylor 1986). Άλλες μέθοδοι παγίδευσης, όταν χρησιμοποιούνται για μεγάλες περιόδους, παρέχουν επίσης πολύτιμα δεδομένα.



Σχ.2 Η κατανομή αναρροφητικών παγίδων ύψους 12,2 μέτρων που λειτουργούσαν στην Ευρώπη το 1990

Κίτρινες παγίδες νερού (παγίδες τύπου Moerique, yellow water traps) έχουν χρησιμοποιηθεί στη Βρετανία, στη Δυτική Γαλλία, από το 1967 (Robert και Rouze-Jouan 1978: Robert κ.ά.1988), ενώ κολλητικές παγίδες χρησιμοποιήθηκαν για 12 χρόνια στο Τέξας, ΗΠΑ, για να παρακολουθήσουν αλλαγές στην πληθυσμιακή πυκνότητα αλλά και τους βιοτόπους της πράσινης αφίδας της βρώμης *Schizaphis graminum* (Rondani), (Daniels 1979).

2.9. Εναέρια Πυκνότητα και Προσβολή των Καλλιεργειών

Το πρώτο στάδιο στην ανάπτυξη των διαδικασιών πρόγνωσης των αφίδων που βασίζεται σε μια τυποποιημένη μέθοδο παρακολούθησης είναι να καθιερωθεί η βιολογική σχέση μεταξύ του εναέριου συλλαμβανόμενου δείγματος και του βιολογικού κύκλου της ζωής στα δείγματα παγίδων όπως στις προσβεβλημένες

καλλιέργειες, αν και αυτά τα στάδια μπορεί να είναι διαδοχικά. Τα πτερωτά πολλών ειδών παράγονται από άπτερα και με τη σειρά τους γεννούν παρθενογενετικά άπτερα άτομα. Επιπροσθέτως, ο εναέριος πληθυσμός των αφίδων σε κάποιες στιγμές του χρόνου μπορεί να αποτελείται από μια σειρά μορφών κάθε μια με διαφορετική βιολογική λειτουργία κι απαιτώντας έτσι ατομική ερμηνεία.

Η πυκνότητα των ειδών των αφίδων σε ένα δείγμα παγίδευσης μέσω αναρρόφησης είναι η ενσωμάτωση της οικολογίας του στα αντίστοιχά του φυτά ξενιστές, η πυκνότητα των φυτών ξενιστών μέσα στην περιοχή που αντιπροσωπεύεται από την παγίδα και την συμπεριφορά των αφίδων. Αυτές οι σχέσεις είναι περίπλοκες και ποικίλουν τόσο μεταξύ των περιοχών (Taylor 1977b, Dewar 1982, Cammmell κ.ά. 1989) όσο και μεταξύ των μορφών των ατόμων του ίδιου είδους (Tatchell κ.ά.1988a). Γι' αυτό, η επιτυχημένη πρόγνωση εξαρτάται από τα προγράμματα εναέριας παρακολούθησης, μαζί με λεπτομερείς μελέτες οικολογίας και συμπεριφοράς των αφίδων για τη σύνδεση της πυκνότητας ενός είδους όπως αποτυπώνεται από τις συλλήψεις των αναρροφητικών παγίδων στον αέρα με αυτήν που υπάρχει στα φυτά-ξενιστές του.

Είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν κάποιες ποσοτικές σχέσεις μεταξύ των εναέριων πληθυσμών των αφίδων και των πληθυσμών που αναπτύσσονται στις καλλιέργειες. Η εμφάνιση του πρώτου ατόμου ενός είδους στα δείγματα των παγίδων δείχνει το χρόνο που εμφανίζεται ένας σημαντικός πληθυσμός και αντιπροσωπεύει την αρχή της ανιχνεύσιμης μετανάστευσης στις καλλιέργειες. Η σύγκριση αυτών των δεδομένων με κατάλληλη δειγματοληψία στις αναπτυσσόμενες καλλιέργειες εκείνη τη στιγμή, παρέχει μια μέτρηση της σχετικής ευαισθησίας των δύο μεθόδων δειγματοληψίας.

Στη Βρετανία, η αφίδα του λυκίσκου, *Phorodon humuli* (Schrank), μεταναστεύει σε μεγάλους αριθμούς από χειμερινούς ξενιστές σε λυκίσκους, *Humulus lupulus* L. Η πρώτη εμφάνιση αυτού του είδους έχει καταγραφεί εδώ και πολλά χρόνια από την Συμβουλευτική Υπηρεσία Αγροτικής Ανάπτυξης (ADAS) σε κάθε μία από τις δύο περιοχές όπου εμφανίζεται σε καλλιέργειες λυκίσκου στη Μ. Βρετανία. Οι παγίδες RIS είναι επίσης τοποθετημένες σε κάθε μία από αυτές τις περιοχές και προσφέρουν καθημερινά δείγματα του αριθμού των μεταναστευτικών

αφίδων. Μια σύγκριση των ημερομηνιών στις οποίες το πρώτο πτερωτό άτομο του είδους *P. humuli* καταγράφηκε σε δείγματα παγίδας, με την πρώτη εμφάνισή του στην καλλιέργεια λυκίσκου δείχνει ότι οι παγίδες παρακολουθούν με ακρίβεια την έναρξη αποικισμού των καλλιεργειών από αυτό το είδος (Σχήμα 1). Η πλειονότητα των σημείων βρίσκεται κάτω από την γραμμή ισότητας που δείχνει ότι αυτό το είδος καταγράφονταν συχνά σε δείγματα από τις παγίδες πριν παρατηρηθεί σε λυκίσκους. Αυτό οφείλεται κατά πολύ σε διαθέσιμα καθημερινά δείγματα από τις παγίδες καθώς συγκρίνονται με λιγότερο συχνά δείγματα από λυκίσκους που προέρχονται από σποραδικές δειγματοληψίες που διενεργούνται στην καλλιέργεια, και δείχνει την αξία της διάθεσης συνεχών αναφορικά με την πληθυσμιακή πυκνότητα των αφίδων και την ευαισθησία της εναέριας μεθόδου δειγματοληψίας τους.

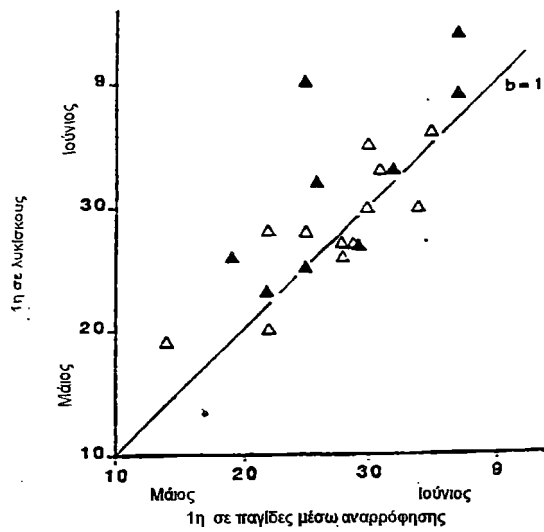
Ο συγχρονισμός της αποίκησης των καλλιεργειών είναι πιο δύσκολο να ερμηνευτεί σε είδη με πιο περίπλοκους βιολογικούς κύκλους. Τα είδη που αποικίζουν τα σιτηρά στη Μ. Βρετανία παρουσιάζουν μια μεγάλη ποικιλία τύπων βιολογικού κύκλου (Carter κ.ά. 1980), εμπλέκονται δε σ' αυτούς κλώνοι τόσο αλλά και ετερόοικα είδη (είδη που διαθέτουν εναλλακτικούς ξενιστές). Γι' αυτό, χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά την ερμηνεία των δεδομένων της εναέριας παρακολούθησης σε σχέση με τα διαφορετικά στάδια ζωής αυτών των ειδών. Σε μια πρόωρη μελέτη (Taylor 1974a), η σχέση ανάμεσα στην πρώτη εμφάνιση ατόμων της αφίδας των δημητριακών σε δείγματα παγίδων, συγκρίθηκε με τις ημερομηνίες της πρώτης καταγραφής τους σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες δημητριακών, σε διάφορες αποστάσεις από τις παγίδες. Υπήρχε μια στενή σχέση μεταξύ αυτών των δύο γεγονότων για την μελανοπράσινη αφίδα της βρώμης, *Rhopalosiphum padi* (L.), αλλά κατά μέσο όρο αυτό το είδος καταγράφηκε στις παγίδες περισσότερο από τρεις εβδομάδες, πριν εντοπιστεί στις καλλιέργειες, δείχνοντας έτσι την ευαισθησία των αναρροφητικών παγίδων συγκρινόμενη με την κοπιαστική δειγματοληψία των καλλιεργειών ακόμα και σε χαμηλή πυκνότητα πληθυσμών αφίδων. Αντίθετα, υπήρχε μικρή σχέση μεταξύ των δύο αυτών γεγονότων για την αφίδα της τριανταφυλλιάς και της βρώμης, *Metopolophium dirhodum* (Walker), αλλά οι λόγοι γι' αυτό δεν είναι ξεκάθαροι.

Τα αποτελέσματα από αυτές τις μελέτες δειγματοληψίας, δείχνουν ξεκάθαρα ότι δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ του συγχρονισμού των εναέριων μεταναστεύσεων

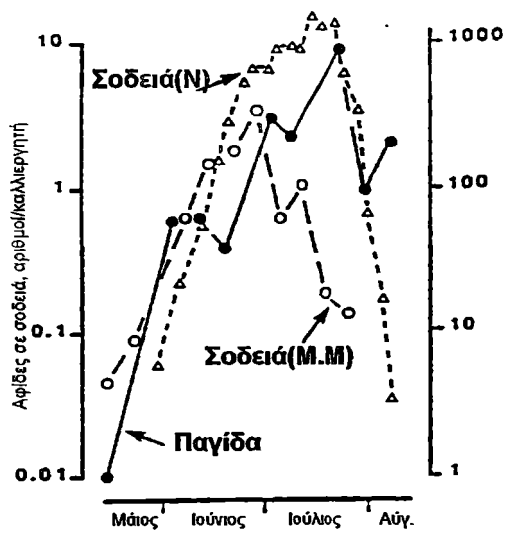
που παρακολουθούνται και αποτυπώνονται κατά την παγίδευση και τις συλλήψεις που πραγματοποιούν οι αναρροφητικές παγίδες και των παρατηρήσεων και του εντοπισμού των πρώτων μεταναστευτικών ατόμων στις καλλιέργειες που μπορούν να εφαρμοστούν γενικευμένα σε όλα τα είδη αφίδων.

Αν και ο συγχρονισμός των πρώτων μεταναστευτικών ατόμων δείχνει πότε οι πληθυσμοί έχουν φτάσει σε ανιχνεύσιμα επίπεδα και γι' αυτό συνιστά ένα ποσοτικό συστατικό, αξίζει επίσης να εξεταστεί η σχέση μεταξύ της εναέριας πυκνότητας των αφίδων και της πυκνότητας των αφίδων των δημητριακών σε μια μεγαλύτερη κλίμακα πυκνοτήτων. Σαφώς, εμπλέκονται διαφορετικά στάδια στον βιολογικό κύκλο των αφίδων σε τέτοιες συγκρίσεις και εμπλέκονται τόσο βιοτικοί όσο και αβιοτικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τους πληθυσμούς μεταξύ των δύο καταγεγραμμένων σταδίων. Ωστόσο, αν μπορούν να βρεθούν καλές σχέσεις, μπορούν να σχηματίσουν τη βάση των προγνώσεων των αφίδων. Ίσως το καλύτερο παράδειγμα είναι η αφίδα της μηλιάς, *Rhopalosiphum insertum* (Walker), που είναι ένα μικρό έντομο-εχθρός της μηλοκαλλιέργειας στη Μ. Βρετανία. Μεγάλοι αριθμοί *gynoparae* και αρσενικών ατόμων του *R. insertum*, εμφανίζονται στα δείγματα των παγίδων κατά το φθινόπωρο, που έχουν συσχετισθεί με την πυκνότητα φωτόκων ατόμων στις μηλιές, ακολουθώντας εντατική δειγματοληψία της καλλιέργειας, η οποία πραγματοποιήθηκε για ένα αριθμό ετών από την ADAS. Η πολύ στενή σχέση, που υπολογίζεται στο 89,5% της διαφοράς (Taylor 1977a), βρέθηκε επειδή τα δύο παρακολουθούμενα στάδια ήταν παρακείμενα στον κύκλο ζωής, και μπορεί έτσι να διαμορφώσει τη βάση μιας καλής πρόγνωσης (Light 1980).

Σε κάποιες καλλιέργειες οι περίοδοι μετανάστευσης κι αποδημίας των αφίδων συμπίπτουν σημαντικά και περιπλέκουν την ερμηνεία εναέριων δεδομένων παρακολούθησης. Η αφίδα της βρώμης, *Sitobion avenae* (F.), δείχνει ένα τέτοιο σχέδιο διασποράς. Μια αναρροφητική παγίδα που τοποθετήθηκε στην Ανατολική Αγγλία, στον Ερευνητικό Σταθμό του Broom's Barn, αντικατόπτριζε με ακρίβεια την μετανάστευση του είδους στην καλλιέργεια του σιταριού, τόσο τοπικά όσο και σε μια απόσταση 60 km μακριά (Dewar 1984, Bartlett κ.ά. 1988). Καθώς οι πληθυσμοί των σπαρτών αυξάνονται και τα φυτά γερνούν, παράγονται πτερωτά άτομα, τα οποία πάλι παρακολουθούνται από αναρροφητικές παγίδες, αλλά αυτό το δείγμα τώρα αντιπροσωπεύει το μέσο όρο των γεγονότων μέσα στους αγρούς σε μια σημαντική, ευρύτερη περιοχή (Σχήμα 4).



Σχ.3. Η σχέση του συγχρονισμού της πρώτης καταγραφής πτερωτών ατόμων *P.humuli* σε δείγματα παγίδευσης μέσω αναρροφητικών παγίδων και στους λυκίσκους στο Way (Δ) και στο Rosemaud (▲) (1972-79).



Σχ.4. Οι αριθμοί του είδους *S.avenae* που καταγράφηκαν ανά εβδομάδα από τις αναρροφητικές παγίδες στη ζώνη καλλιέργειας σιτηρών του Ερευνητικού Σταθμού Broom's Barn το 1980 σε σύγκριση με τους αριθμούς των χειμερινών σιτηρών στο Broom's Barn (BB) και 60km μακριά, στην περιοχή του Norwich (N).

2.10. Πρόγνωση της παρουσίας των Αφίδων

Ο στόχος της πρόγνωσης των αφίδων είναι αρχικά η παροχή, στην καλλιέργεια ή σε περιφερειακό επίπεδο, κάποιας προειδοποίησης της συχνότητας εμφάνισης των εχθρών στις καλλιέργειες για να βοηθήσουν στην εξαγωγή λογικών και αποτελεσματικών αποφάσεων καταπολέμησης. Αυτό πρέπει να επιτευχθεί ταιριάζοντας τη γνώση για το πρόβλημα των ζιζανίων, και τα χαρακτηριστικά της βιολογίας των αφίδων που το προκαλούν, με τα διαθέσιμα δεδομένα παρακολούθησης. Ωστόσο, η χρονική κλίμακα, μέσα στην οποία η πρόγνωση χρειάζεται να λειτουργήσει, έχει αλλάξει λόγω των πρόσφατων ανησυχιών για τις κλιματικές αλλαγές: απαραίτητο τώρα είναι να εξετάσουμε το ενδεχόμενο ρίσκο στις σοδειές εδώ και δεκαετίες, καθώς επίσης και την πιθανότητα ζημιάς στην σημερινή εποχή. Στην βιβλιογραφία, υπάρχουν πολυάριθμες προσεγγίσεις στην πρόγνωση των αφίδων, αλλά εδώ θα δοθεί έμφαση στη χρήση των δεδομένων της εναέριας παρακολούθησης της διαθέσιμης από δείγματα παγίδων μέσω αναρρόφησης.

2.11. Τύποι Πρόγνωσης Αφίδων

Υπάρχουν λίγα είδη αφίδων που παρουσιάζουν σημαντικές πληθυσμιακές εκρήξεις και έντονες προσβολές στις καλλιέργειες κάθε χρόνο: οι σποραδικές ή περιστασιακές ζημιές είναι περισσότερο συνηθισμένες. Γι' αυτό, το ερώτημα που συναντάται πιο συχνά είναι «θα ανέλθουν οι πληθυσμοί των αφίδων σε επιζήμια επίπεδα;» αυτό ακολουθείται στενά από το ερώτημα: 'πότε θα εμφανιστούν πληθυσμοί ή πληθυσμοί υψηλότεροι από τα επίπεδα οικονομικής ζημιάς, όπως έχουν καθοριστεί αυτά για τις διάφορες καλλιέργειες;' Αυτά τα ερωτήματα αφορούν την άμεση ζημιά που προκαλεί η προσβολή των αφίδων στις καλλιέργειες και δεν εξετάζουν τα προβλήματα μετάδοσης των ιών των φυτών ή της αναδυόμενης ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα. Για να εξετάσουμε τα τελευταία σημεία είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε το ποιος βιοτύπος ή μορφή αφίδας είναι παρόντα και το αν τα άτομα που εμπλέκονται είναι ιοφόρα: σε γενικές γραμμές πρέπει να υπάρχουν απαντήσεις στο ερώτημα: 'τι χαρακτηριστικά γνωρίσματα έχει ο πληθυσμός των αφίδων;' (Tatchell και Woiwod 1989). Γι' αυτό, υπάρχουν τρεις βασικές μορφές

δεδομένων: το μέγεθος του πληθυσμού, ο συγχρονισμός και τα χαρακτηριστικά των αφίδων, που απαιτούνται ως εισαγωγή για την πραγματοποίηση προγνώσεων, αναφορικά με την πραγματοποίηση προσβολών στις καλλιέργειες από αφίδες. Οποιοδήποτε πρόβλημα αφίδων θα απαιτεί έναν ή περισσότερους τύπους δεδομένων για επιτυχή πρόγνωση.

2.12. Μέγεθος της προσβολής των αφίδων

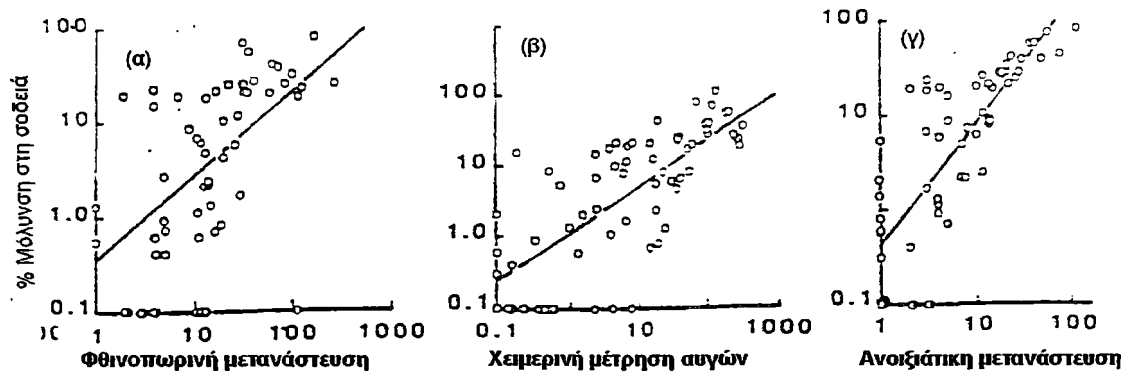
Η απλή συμβουλή για την προστασία των καλλιεργειών, συχνά στηρίζεται στην εμπειρία που έχει ο σύμβουλος στο να συγκρίνει την σημερινή εποχή με το πρόσφατο παρελθόν. Αυτό συχνά είναι δύσκολο καθώς οι αναμνήσεις είναι συχνά σύντομες με μόνη εξαίρεση τα χρόνια της πληθυσμιακής έκρηξης του είδους *M. dirhodum* στην Αγγλία το 1979 (Dewar κ.ά. 1980, 1984). Οι ετήσιες διακυμάνσεις στους πληθυσμούς βρίσκονται συχνότερα πάνω από μία έως δύο τάξεις μεγέθους (Taylor κ.ά. 1989, Tatchell 1989, Woïwod 1991). Έτσι, για να γνωρίζει κανείς πόσο πιο διαφορετικός είναι ο διαφαινόμενος κίνδυνος έντονων προσβολών από τον κίνδυνο των παλιότερων ετών είναι απαραίτητο να διαθέτει ιστορικά δεδομένα απέναντι στα οποία θα αντιπαραθέσει και θα επιβεβαιώσει τα δεδομένα που συλλέγονται και αξιολογούνται κατά την τρέχουσα καλλιεργητική περίοδο. Η παρακολούθηση και καταγραφή των αφίδων στα φυτά-ξενιστές μπορεί να παράσχει χρήσιμες βάσεις δεδομένων για πρόγνωση (π.χ. Woy κ.ά.1977), αλλά τέτοια δεδομένα είναι επιρρεπή σε λάθη λόγω της ποικιλίας δειγμάτων μεταξύ εργατών των αγρών (Harrington 1987) και μπορεί να επηρεαστούν από αλλαγές στα φαινορικά στάδια, όπως αυτά διαφοροποιούνται ανά τα χρόνια. Ένα συνεχές σταθερό δείγμα παρέχει λοιπόν την ιδανική ιστορική βάση δεδομένων για την ανάπτυξη των προγνώσεων.

Ο απλούστερος τρόπος πρόγνωσης, όταν είναι διαθέσιμες βάσεις δεδομένων που καταγράφουν τις πτήσεις των εντόμων τα προηγούμενα χρόνια, είναι η ποσοτική σύγκριση του παρόντος δείγματος με εκείνα των προηγούμενων ετών για την παροχή ένδειξης επιπέδων σχετικού πληθυσμού (Tatchell 1982a). Αυτές οι συγκρίσεις είναι, ωστόσο, δύσκολο να ερμηνευτούν καθώς μια 'μέση' αξία παγίδας ως μέσο αποτύπωσης και ερμηνείας της αναμενόμενης έντασης προσβολής σε μια περιοχή

μπορεί να είναι ίση με μια διαφορετική προσβολή των σιτηρών ή άλλης καλλιέργειας σε μια άλλη περιοχή, λόγω των αλλαγών στην πυκνότητα των φυτών-ξενιστών ανά περιοχές (Cammell κ.ά. 1989). Η πρόσθεση πληροφοριών που αφορούν τα χρόνια που χαρακτηρίζονταν από ξέσπασμα ή όχι, μπορεί να βελτιώσει αυτές τις συγκρίσεις για να δείξει τον γενικό κίνδυνο σε μια περιοχή.

Το επόμενο στάδιο στην αναβάθμιση των προγνώσεων είναι να συσχετιστούν τα δεδομένα της εναέριας παρακολούθησης με το επίπεδο μόλυνσης της καλλιέργειας και από δω και στο εξής να διαμορφώσουν από κοινού ένα οικονομικό αποδεκτής προσβολής, αλλά λίγα όρια είναι διαθέσιμα για τις καλλιέργειες.

Η πιο περιεκτική πρόγνωση της διαθέσιμης περιφερειακής πληθώρας των αφίδων βασίζεται σε πολλά χρόνια παρακολούθησης της μαύρης αφίδας των κουκιών, *Aphis fabae* (Scop.), στα φυτά-ξενιστές αλλά και ενώ μεταναστεύουν ανάμεσά τους (Σχήμα 5). Η αρχική πρόγνωση για πιθανή ζημιά σε αγρούς φασολιών σπαρμένων την άνοιξη. Η πρόβλεψη ενδεχόμενης προσβολής στα κουκιά (*Vicia faba* L.) δίνεται από τους αριθμούς της *A. fabae* που μεταναστεύουν στο ευώνυμο, *Euonymus europeus* L. το φθινόπωρο. Αυτό έχει ανανεωθεί από μια πιο ακριβή πρόγνωση το χειμώνα σύμφωνα με μετρήσεις αυγών στο *E. europeus*, ενώ την άνοιξη ο αριθμός των ανοιξιάτικων μεταναστευτικών ατόμων στα δείγματα αναρροφητικών παγίδων δίνουν την πιο ακριβή πρόγνωση για το επίπεδο και το συγχρονισμό της έντονης προσβολής στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας (Way κ.ά. 1981). Σε μία περιοχή με μεμονωμένη παγίδα αναρρόφησης οι αριθμοί ανοιξιάτικων μεταναστών μπορούν να συνδεθούν με ένα καθιερωμένο οικονομικό κατώφλι (Way κ.ά. 1977, Tatchell 1982a) και να παρεμβληθούν ανάμεσα σε σταθμούς παρακολούθησης για να δώσουν χάρτες κινδύνου για το πού είναι πιθανό να ξεπεραστεί το οικονομικό όριο (Woiwod και Tatchell 1984). Αυτό το πρόγραμμα πρόγνωσης είναι επιτυχημένο εξαιτίας του συγκριτικά απλού κύκλου ζωής του *A. fabae* στη Μ. Βρετανία και των αριθμητικών σχέσεων που έχουν καθιερωθεί ανάμεσα στα στάδια ζωής που έχουν καταγραφεί κατά τη διάρκεια πολλών χρόνων εντατικής εναέριας δειγματοληψίας και δειγματοληψίας του φυτού-ξενιστή.

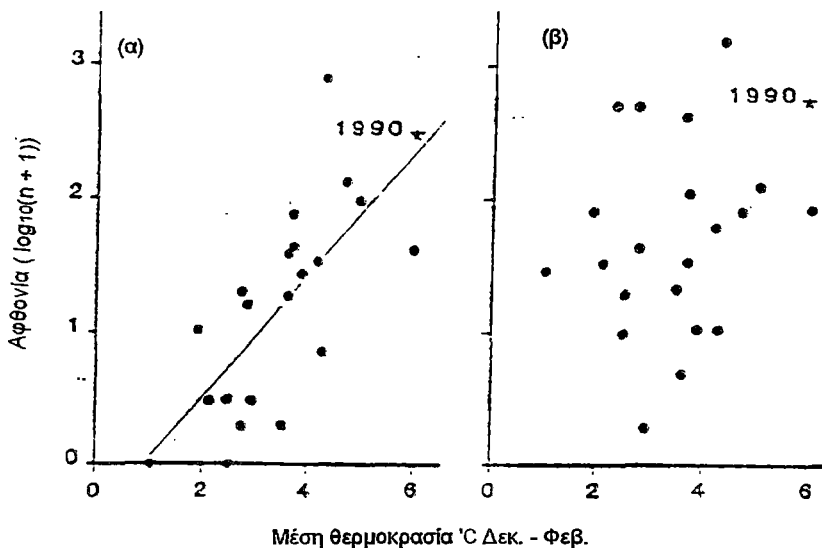


Σχ.5. Υποτροπιασμός που προβλέπει την μόλυνση ανοιζιάτικων φασολιών του αγρού από *A.fabae* (log % μολυσμένα φασόλια). (α) από φθινοπωρινά δείγματα από παγίδες μέσω αναρρόφησης. (β) από μετρήσεις αυγών το χειμώνα. (γ) από ανοιζιάτικα δείγματα από παγίδες μέσω αναρρόφησης. Υπολογισμός υποτροπιασμού για 27,9, 53,8 και 63,8% της διαφοροποίησης αντίστοιχα (κατά Way κ.ά. 1981).

Σε άλλες καλλιέργειες η προσβολή και κατ' επέκταση η ζημιά που προκαλείται μπορεί να λάβει χώρα σε προχωρημένο στάδιο βλαστικής ανάπτυξης της καλλιέργειας, ακολουθώντας μια πρόωρη μετανάστευση. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το είδος *Sitobion avenae* στο χειμερινό σιτάρι.: αν καταγραφούν λιγότερα από 10 μεταναστευτικά άτομα σε δείγματα παγίδων πριν την άνθιση της καλλιέργειας, τότε δεν εμφανίζονται ποτέ καταστρεπτικοί πληθυσμοί και αυτό από μόνο του είναι μια ιδιαίτερα πολύτιμη πρόγνωση. Ωστόσο, αν καταγραφούν μεγάλα νούμερα, μπορεί να δημιουργηθεί εκτεταμένη ζημιά, εκτός εάν πληθυσμοί των αφίδων στις καλλιέργειες ελέγχονται από φυσικούς εχθρούς τους (Dewar 1982, Dewar και Carter 1984). Έτσι λοιπόν, η εναέρια παρακολούθηση παρέχει μέρος αυτής της πρόγνωσης και μπορεί να ξεκινήσει μοντέλα εξομοίωσης (Carter 1986) αλλά η επακόλουθη ανάπτυξη (οικοδόμηση) του πληθυσμού των εντόμων μέσα στην καλλιέργεια επηρεάζεται από παράγοντες αγρού (Dewar 1984, Dewar και Carter 1984, Bartlett κ.ά. 1988).

Στην πρόγνωση εντόμων γενικά, συμπεριλαμβανομένης της πρόγνωσης αφίδων, διάφορα μέτρα θερμικού χρόνου, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των αρχικών μηνών του χρόνου, έχουν χρησιμοποιηθεί για να προβλέψουν την πληθώρα των ζωικών εχθρών (Turl 1980, A' Brook 1983). Τέτοιες προβλέψεις για αφίδες βασίζονται σε υποθέσεις ότι ενοϊκές θερμοκρασίες ενισχύουν την επιβίωση και την αύξηση του πληθυσμού, ενώ το πολύ κρύο καθυστερεί την ανάπτυξη, ή ακόμη επιφέρει σημαντική

θνησιμότητα στις αφίδες και τα φυτά-ξενιστές στα οποία ζουν και αναπτύσσονται τους πληθυσμούς τους. Σε αυτό το σημείο, ωστόσο, είναι που η στρατηγική των αφίδων για το χειμώνα είναι κρίσιμη: η θερμοκρασία θα έχει μεγάλη επίδραση στους παρθενογενετικούς κλώνους, ενώ τα χειμερινά αυγά που παράγονται από τους κλώνους που παρουσιάζουν έμφυλη (σεξουαλική) αναπαραγωγή θα μείνουν σχεδόν ανεπηρέαστα. Οι χειμερινές θερμοκρασίες είναι επομένως πιθανόν να επηρεάσουν τους αριθμούς των ειδών που αναπαράγονται παρθενογενετικά, μειώνοντας τον αριθμό των ατόμων που διέρχονται την κρίσιμη χειμερινή περίοδο ως άτομα αναπαραγόμενα παρθενογενετικά, διατηρούμενα σε προφυλαγμένες θέσεις, αλλά όχι αυτά που προέρχονται από έμφυλη (ολοκυκλική) αναπαραγωγή (Turl 1980). Η βάση δεδομένων του RIS τώρα καθιστά δυνατή την εξέταση τέτοιων συσχετισμών για περιόδους 20 χρόνων ή περισσότερο.



Σχ.6. Η σχέση μεταξύ της πληθώρας των σε μεγάλο βαθμό παρθενογενετικά αναπαραγόμενων ατόμων του είδους *M.persicae* (α) σε δείγματα από αναρροφητικές παγίδες στο Rothamsted και σε χειμερινές θερμοκρασίες, 1966-68, προβλέπει την πληθώρα της το 1990, αλλά δεν υπάρχει καμία σχέση για τις αναπαραγόμενες σε μεγάλο βαθμό εκ γονιμοποίησης *M.dirhodum* (β).

Προκαταρκτικές αναλύσεις έχουν επιβεβαιώσει ότι εμφανίζονται δυνατοί στατιστικοί συσχετισμοί μεταξύ χειμερινών θερμοκρασιών και των επακόλουθων αυξημένων εναέριων πληθυσμών όπως αυτοί αποτυπώνονται σε δείγματα παγίδων για είδη τα οποία είναι σχεδόν αποκλειστικά παρθενογενετικά στη Βρετανία, όπως η

πράσινη αφίδα της ροδακινιάς, *Myzus persicae* (Sulzer) κι η αφίδα της πατάτας, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), (Σχήμα 6) αλλά δεν συμβαίνει το ίδιο για είδη που προέρχονται σε μεγάλο βαθμό εκ γονιμοποίησης, όπως είναι το *A.fabae* και το *M.dirhodum* (Harrington κ.ά. 1990). Σε όλες αυτές τις μελέτες, κάποιες μετρήσεις της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ενός μόνο μήνα, ή σε διαδοχικούς μήνες, βρέθηκαν ότι ταιριάζουν κι έχουν διαμορφώσει τη βάση γενικών πρόωρων προειδοποιήσεων για τη γεωργική βιομηχανία. Αν και πρόκειται για στατιστικές προγνώσεις που βασίζονται σε συσχετισμούς μεταξύ των χειμερινών καιρικών συνθηκών και του αριθμού των ειδών αφίδων που καταγράφηκε σε δείγματα αναρροφητικών παγίδων, έχουν εντούτοις βιολογική βάση, καθώς οι παρατηρήσεις που λαμβάνονται σε συνθήκες αγρού έχουν δείξει ότι κατά τη διάρκεια κρύου και υγρού καιρού, η κίνηση των αφίδων κι η επιβίωση σε φυτά είναι περιορισμένη (Harrington και Cheng 1984, Harrington και Taylor 1990).

2.13. Συγχρονισμός Μολύνσεων που πραγματοποιούνται από Αφίδες

Η γενική προσέγγιση που περιγράφηκε παραπάνω για την πρόγνωση του μεγέθους και της έντασης των προσβολών μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό του πότε θα ξεκινήσει η μετανάστευση στις καλλιέργειες την άνοιξη. Είναι πιθανό να προβλέψουμε την αρχή της εισβολής στην καλλιέργεια ειδών που αναπαράγονται παρθενογενετικά (με ανολοκυκλική αναπαραγωγή) σε σύγκριση με παρακολούθηση διαθέσιμων ιστορικών δεδομένων που καταγράφουν τη θερμοκρασία που αθροίστηκε κατά τη διάρκεια ολόκληρων μηνών, αλλά είτε οι συσχετισμοί ήταν αδύναμοι ή δεν μπορούσαν να βρεθούν και να αξιοποιηθούν για τα είδη που παρουσιάζουν έμφυλη (σεξουαλική) αναπαραγωγή (Harrington κ.ά. 1990). Τέτοιες προγνώσεις είναι πολύ γενικές και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευθέως για την διεξαγωγή αποφάσεων για τον έλεγχο των αφίδων σε έναν συγκεκριμένο αγρό, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την έναρξη πραγματοποίησης δειγματοληψιών στην καλλιέργεια, ή να καθορίσουν την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων για την καταπολέμηση των αυτοφυών ειδών (ζιζανίων) στις καλλιέργειες.

Έχει ήδη τονιστεί ότι λίγα είδη αφίδων προκαλούν σοβαρή ζημιά κάθε εποχή, αλλά γι' αυτά τα είδη είναι απαραίτητο να προγραμματιστούν αποτελεσματικά οι εφαρμογές των εντομοκτόνων ουσιών. Το είδος *Phorodon humuli* (αφίδα της δαμασκηλιάς και του λυκίσκου) αποτελεί ένα τέτοιο εχθρό στην καλλιέργεια λυκίσκου σε όλη την Ευρώπη και αλλού στον κόσμο. Παρουσιάζει επίσης σημαντική ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα (Devonshire 1989), αυξάνοντας έτσι τη σημασία του ακριβούς προγραμματισμού των εφαρμογών εντομοκτόνων: η πραγματοποίηση προγνώσεων της αρχής και του τέλους της μετανάστευσης του είδους στην καλλιέργεια λυκίσκου θα βοηθούσε σημαντικά στην επίτευξη αυτού του στόχου. Το είδος *Phorodon humuli* αναπαράγεται κυρίως ολοκυκλικά (με έμφυλη αναπαραγωγή), έτσι λοιπόν οι ευρείες τεχνικές που περιγράφονται ανωτέρω δεν βοηθούν. Μια στατιστική πρόγνωση αναπτύχθηκε για την διαπίστωση της αρχής και του τέλους της μετανάστευσης των αφίδων καλλιέργεια του λυκίσκου, βασιζόμενη στο συσχετισμό μεταξύ ιστορικών αρχείων από τις παγίδες και των θερμοκρασιών που επικρατούν για περιόδους πριν από την εκδήλωση της προσβολής στην καλλιέργεια του λυκίσκου. Ωστόσο, οι χρονικές περιόδους που χρησιμοποιήθηκαν χαρακτηρίζονταν από ποικίλη διάρκεια, αλλά γενικά ήταν μικρότερες από μήνα, και αυτές που ταίριαζαν καλύτερα βρέθηκαν από επανάληψη (Goldwin 1982). Αυτή η διαδικασία πράγματι δημιουργεί τεράστιο αριθμό συσχετισμών και μερικοί είναι πιθανό να εμφανιστούν κατά τύχη και δεν έχουν καμία βιολογική σημασία. Για να τις εξαλείψουμε, μόνο συσχετισμοί που εμφανίστηκαν σε δύο τοποθεσίες την ίδια στιγμή κι είχαν κλίσεις όπως αποτυπώνονται στα διαγράμματα πτητικής δραστηριότητας οι οποίες δεν ήταν ιδιαίτερα διαφορετικές, έγιναν αποδεκτοί. Επιπροσθέτως, ήταν απαραίτητο να υπάρχει μια λογική βιολογική εξήγηση για τον συσχετισμό. Υπήρχαν λίγες σχέσεις που ικανοποίησαν όλα αυτά τα κριτήρια, αλλά εκείνες που το έκαναν είχαν πράγματι σχέση με την πρόωρη ανάπτυξη των αφίδων λίγο μετά, αφότου εκκολαφθούν τα αυγά χωρίς την άνοιξη, κι έδωσαν μια ακριβή πρόγνωση της έναρξης της εισβολής στην καλλιέργεια, ενώ το τέλος του αποικισμού της καλλιέργειας συσχετιζόταν περισσότερο με την ανάπτυξη του πρωτογενούς φυτού-ξενιστή (ειδών του γένους *Prunus*, *P. domestica*), στις αρχές του καλοκαιριού (Thomas κ.ά. 1983). Αυτοί οι συσχετισμοί έχουν χρησιμοποιηθεί από την ADAS για να προειδοποιήσουν όλους τους καλλιεργητές λυκίσκου, κι η πρόγνωση διαδοχικά επαληθεύεται από καθημερινές καταγραφές παγιδεύσεων μέσω αναρρόφησης. Είναι και πάλι σαφές ότι

οι προγνώσεις τέτοιου τύπου βασίζονται κατά πολύ σε μια εκτεταμένη διαχείριση σταθερών δεδομένων.

2.14. 'Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα' των Αφίδων

Μέχρι τώρα έχουν αναφερθεί μόνο κάποιες πλευρές της πληθυσμιακής πυκνότητας των αφίδων που αποσκοπούν στην επίτευξη πρόγνωσης των προσβολών τους. Ωστόσο, κατά τη συζήτηση των αιτιών των προβλημάτων που οφείλονται στις αφίδες, κάποια «χαρακτηριστικά γνωρίσματα» ενός ατόμου ενός είδους φάνηκε να είναι μεγαλύτερης σημασίας για την προστασία της σοδειάς απ'ό,τι όλο το σύνολο. Η εμφάνιση συγκεκριμένων βιοτύπων, ή μεμονωμένων τόμων ανθεκτικών στα εντομοκτόνα, στον πληθυσμό των εχθρών μπορεί να υπαγορεύσουν μια συνολική αλλαγή στην προσέγγιση της αντιμετώπισης/διαχείρισης ή την τροποποίηση μιας στρατηγικής καταπολέμησης. Ωστόσο, η παρακολούθηση αυτών των χαρακτηριστικών σε μεγάλη κλίμακα μόλις πρόσφατα έχει γίνει δυνατή καθώς έχουν αναπτυχθεί κατάλληλες τεχνικές δοκιμών.

Στην Ευρώπη, τα δείγματα αφίδων που συλλαμβάνονται από αναρροφητικές παγίδες διατηρούνται σε οινόπνευμα το οποίο, αν και συντηρεί την αφίδα για αναγνώριση, δεν διατηρεί ένζυμα ή ιούς. Πρόσφατα, αναπτύχθηκε ένα διάλυμα βασισμένο σε γλυκερινούχο παρασκεύασμα το οποίο επιτρέπει σε συγκεκριμένα ένζυμα και ιούς να εξεταστούν μέσα σε μεμονωμένες αφίδες (Tatchell κ.ά. 1988b).

Το είδος *Myzus persicae* έχει ένα φάσμα βιοτύπων (κλώνων), που παρουσιάζουν διαφορετικά επίπεδα ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα, τα οποία κυμαίνονται από ευπαθείς (S) έως υψηλά ανθεκτικοί (R₃) (Devonshire Sawicki 1979). Η ανθεκτικότητα είναι απέναντι στα εντομοκτόνα οργανοφωσφορικών ενώσεων, καρβαμιδικών αλάτων και πυρεθρινών και παρέχεται από την αυξημένη παραγωγή καρβοξυλεστεράσης, εστεράσης-4 (E4), ενός αποικοδομητικού ενζύμου το οποίο διασπά και αποτοξικοποιεί τις εντομοκτόνες ουσίες (Devonshire και Moores 1982). Στη Βρετανία, σε δείγματα που συλλέχθηκαν από καλλιέργειες κυριαρχεί η μετρίως

ανθεκτική παραλλαγή R₁, αν και τα τελευταία χρόνια το γενικό επίπεδο ανθεκτικότητας έχει αυξηθεί (Smith και Furk 1989). Όλα αυτά τα δείγματα έχουν, εντούτοις, συγκεντρωθεί άμεσα από σοδειές και μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικά όλου του πληθυσμού. Το 1989 συγκεντρώθηκαν δείγματα από αναρροφητικές παγίδες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους από δύο περιοχές στη Βρετανία στο νέο μέσο-υλικό διατήρησης των δειγμάτων το οποίο βασίζεται στη γλυκερίνη, παρέχοντας έτσι ένα τυχαίο και συνεχές δείγμα του πληθυσμού. Όλα τα άτομα του είδους *M.persicae* απομακρύνθηκαν και καταψύχθηκαν για διαδοχικές δοκιμές διαπίστωσης του περιεχομένου ενζύμου καρβοξυλεστεράση (E4) που είχαν, μέσω ανοσολογικής δοκιμής (Devonshire κ.ά. 1986). Σε μια χρονιά κατά την οποία υπήρχαν υψηλοί πληθυσμοί του είδους *M.persicae* και τα εντομοκτόνα χρησιμοποιούνταν ευρέως σε καλλιέργειες ζαχαρότευτλων καθώς και καλλιέργειες πατάτας, ήταν ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι στις κύριες περιοχές όπου αναπτύσσονται καλλιέργειες, το συνολικό επίπεδο ανθεκτικότητας ήταν σημαντικά υψηλότερο το φθινόπωρο απ' ό,τι ήταν στην περίοδο μέχρι τον Ιούλιο (Tatchell και Smith, αδημοσίευτα δεδομένα). Δεν είναι γνωστό σε αυτό το στάδιο αν η χρήση εντομοκτόνων ήταν η άμεση αιτία των αυξημένων επιπέδων ανθεκτικότητας, αλλά τα αυξημένα επίπεδα ανθεκτικότητας δεν φαίνεται να συσσωρεύονται προσθετικά από τη μια χρονιά στην άλλη. Μελέτες που καλύπτουν χρονικά όλη την περίοδο του χειμώνα, αποδεικνύουν ότι οι ιδιαίτερα ανθεκτικοί βιότυποι (κλώνοι) επιβιώνουν ελάχιστα (Smith κ.ά. 1990). Για το λόγο αυτό, δεν είναι μόνο η χρήση εντομοκτόνων που θέτει πίεση επιλογής για αυτούς τους κλώνους αλλά επίσης οι μη ευνοϊκές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα. Για να γίνει η πρόγνωση του κατά πόσο η ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα θα αναπτυχθεί στο είδος *M.persicae*, θα είναι απαραίτητο να συνδυαστούν τα δεδομένα συνεχούς παρακολούθησης με βιολογικές μελέτες κατά τη διάρκεια των περιόδων επιλογής, όταν τα άτομα εκτίθενται στην ισχυρή και συνεχή παρουσία εντομοκτόνων ουσιών, στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

2.15. Μόλυνση των καλλιεργειών από ιούς

Η πρόγνωση μολύνσεων από τους φυτικούς ιούς αποτελεί την μεγαλύτερη πρόκληση, καθώς μπορεί να απαιτήσει τον συνδυασμό όλων των προσεγγίσεων που περιγράφηκαν παραπάνω. Η πολυπλοκότητα οφείλεται στην αλληλεπίδραση του ιού με τον φορέα του. Η πληθώρα των φορέων κι ο χρόνος μόλυνσης αποτελούν σημαντικούς παράγοντες, αλλά υπάρχει επίσης μια σειρά «χαρακτηριστικών γνωρισμάτων» που συμβάλλουν στον κίνδυνο προσβολών και επακόλουθων απωλειών που απειλεί τις καλλιέργειες. Αυτά απεικονίζονται καλά σε παραδείγματα δύο μάλλον διαφορετικών προβλημάτων: ο κίνδυνος εξάπλωσης του ιού Υ της πατάτας (PVY) σε πατάτες που παράγονται εντός της χώρας, κι ο κίνδυνος μόλυνσης από τον ιό του κίτρινου νανισμού του κριθαριού (BYDV) σε καλλιέργειες αγρωστωδών οι οποίες σπέρνονται το φθινόπωρο.

Ο PVY συνιστά περιοριστικό παράγοντα για την παραγωγή πατατόσπορου σε πολλές περιοχές και μεταδίδεται με μη έμμοιο τρόπο από ένα σημαντικό εύρος τόσο ειδών αφίδων που αποικίζουν όσο και αυτών που δεν αποικίζουν την καλλιέργεια (van Harten 1983, Sigvald 1986). Ο χρόνος εμφάνισης και το μέγεθος των μεταναστευτικών πληθυσμών των αφίδων-φορέων είναι εξίσου σημαντικοί παράμετροι, καθώς τα φυτά είναι περισσότερο ευπαθή στην μόλυνση κατά τα πρόωρα στάδια ανάπτυξης ενώ αργότερα αναπτύσσουν μεγαλύτερη ικανότητα να αντεπεξέλθουν στην 'πρόκληση' της ιολογικής προσβολής (αντοχή ώριμου φυτού) (Beemster 1972). Υψηλοί αριθμοί πτήσεων αυξάνουν επίσης τον κίνδυνο μετάδοσης του PVY στην καλλιέργεια πατάτας, αν και αυτό επίσης εξαρτάται από τα αρχικά επίπεδα μολύσματος του ιού. Το σημαντικό «χαρακτηριστικό γνώρισμα» των αφίδων είναι η αποτελεσματικότητα μετάδοσης του ιού: τα άτομα του είδους *M.persicae* που αποικίζουν τις καλλιέργειες είναι πολύ αποτελεσματικοί φορείς, ενώ ένα μεγάλο εύρος ειδών που δεν αποικίζουν την πατάτα, όπως η πράσινη αφίδα της δαμασκηλιάς *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach), μπορεί να μεταδώσουν με διαφορετική αποτελεσματικότητα (Harrington κ.ά.1986b). Αυτή η διαφοροποίηση στην αποτελεσματικότητα της μετάδοσης έχει επιτρέψει την ανάπτυξη δεικτών αποτελεσματικότητας του φορέα που επιτρέπουν τη χρήση δεδομένων εναέριας παρακολούθησης για να καταδειχθεί (αξιολογηθεί) ο κίνδυνος μόλυνσης από τον

PYV (van Harten 1983, Harrington κ.ά. 1986b, Sigvald 1986). Στην Βρετανία αυτοί οι δείκτες έχουν απλοποιηθεί ώστε να περιλαμβάνουν μόνο τα είδη *M.persicae* και *B. helichrysi*, αλλά είναι απαραίτητο να συνδυαστούν αυτά τα δεδομένα με άλλους παράγοντες όπως την ανθεκτικότητα της καλλιεργούμενης ποικιλίας, την ανθεκτικότητα του ώριμου φυτού, το αρχικό επίπεδο του ιού και τις επεμβάσεις με εντομοκτόνα πριν να μπορέσει να υπάρξει μια ακριβής εκτίμηση του κινδύνου μόλυνσης της καλλιέργειας (Harrington κ.ά. 1986α).

Ο ιός του κίτρινου νανισμού του κριθαριού έχει μια πολύ διαφορετική επιδημιολογία, και επομένως διαφορετικές απαιτήσεις πρόγνωσης από ότι ο PYV. Η ασθένεια προκύπτει παγκοσμίως, θέτοντας διαφορετικά προβλήματα σε διαφορετικές περιοχές, εξαρτώμενη από τη βλάστηση, τις κλιματολογικές συνθήκες και το γεωργικό σύστημα της καλλιέργειας (Burnett 1990). Οι προσεγγίσεις στην παρακολούθηση και πρόγνωση του BYDV σε δημητριακά που σπέρνονται το χειμώνα στην Βρετανία θα απεικονίσουν κάποιες από αυτές τις αρχές. Θα δοθεί έμφαση στις διαδικασίες της αρχικής μόλυνσης από μεταναστευτικές αφίδες που προέρχονται από φυτά-ξενιστές τα οποία αναπτύσσονται εκτός σοδειάς. Ο BYDV είναι ένας ιός που προκαλεί συμπτώματα ίκτερου και ανήκει στο γένος *Luteovirus* με πέντε κύριες απομονώσεις που επιδεικνύουν αξιοσημείωτη εξειδίκευση με συγκεκριμένα είδη των αφίδων-φορέων του ιού. Αν κι έχουν καταγραφεί 23 είδη αφίδων ως φορείς του BYDV, για πρακτικούς λόγους μόνο τα είδη *R.padi* και *S.avenae* οφείλουν να εξεταστούν στην Βρετανία (Plumb1981). Οι αριθμοί και ο χρόνος πτήσεως των μεταναστευτικών ατόμων-φορέων είναι σημαντικοί, αλλά υπάρχουν αρκετά «χαρακτηριστικά γνωρίσματα» που πρέπει επίσης να εξεταστούν.

Η μολυσματικότητα των αφίδων ποικίλλει με τα χρόνια, αλλά το φθινόπωρο δεν υπερβαίνει το 12% (Plumb1986). Η μολυσματικότητα των αφίδων δεν πρέπει να συγχέεται με τους αριθμούς των αφίδων που είναι ιογενείς (που φέρουν τον ιό). Το φθινόπωρο του 1989, όταν εξετάστηκαν μεμονωμένα πτερωτά άτομα που συνελήφθησαν στις παγίδες από την ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA (Torrance 1987), το 5,2 % από 191 θηλυκά *R.padi* που εξετάστηκαν ήταν ιογενή, αλλά από 128 αρσενικά το 14,1% ήταν επίσης φορείς (Tatchell, αδημοσίευτα δεδομένα). Εντούτοις, τα αρσενικά είναι μάλλον απίθανο να μεταδώσουν τον ιό στις καλλιέργειες αγρωστωδών, έτσι η ερμηνεία τέτοιων αποτελεσμάτων πρέπει να γίνει με προσοχή. Η

μολυσματικότητα κι οι αυξημένοι πληθυσμοί των φορέων αποτελούν τα στοιχεία-κλειδιά για τον καθορισμό του κινδύνου που απειλεί τις καλλιέργειες κι έχουν συνδυαστεί έτσι ώστε να παρέχουν ένα δείκτη μολυσματικότητας (Plumb 1983).

Δείκτες οικονομικού ορίου προσδιορίστηκαν αρχικά για την ανατολική Αγγλία, όπου λειτούργησαν καλά, αλλά όταν μεταφέρθηκαν σε άλλες περιοχές της χώρας αποδείχθηκαν λιγότερο επιτυχείς. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ένταση του ιού ή ίσως σε ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα, τη μορφή του φορέα. Το είδος *Rhopalosiphum padi* είναι ο συχνότερα εμφανιζόμενος φορέας στα εναέρια δείγματα που συλλέγονται (συλλαμβάνονται) το φθινόπωρο (Taylor κ.ά. 1982), αλλά στην Βρετανία εμφανίζονται τόσο σε κλώνους που αναπαράγονται με έμφυλη γονιμοποίηση (σύζευξη αρσενικών και θηλυκών ατόμων) όσο και παρθενογενετικά. Για το λόγο αυτό, το φθινόπωρο, μπορεί να καταγραφούν τρεις μορφές μεταναστευτικών ατόμων στα εναέρια δείγματα: αρσενικά και gynoparae βρίσκονται σε αναζήτηση του πρωτογενή τους ξενιστή και δεν έχουν καμία σημασία για την μόλυνση των καλλιεργειών με τον BYDV, ενώ τα φτερωτά άτομα (exules) των παρθενογενετικών κλώνων μεταναστεύουν ανάμεσα αγρωστώδη (Graminae) κι είναι πιθανώς οι κύριοι φορείς των ιών. Έχουν γίνει προσπάθειες να τροποποιηθεί ο δείκτης του Plumb για να ληφθεί αυτό υπόψη. Η απομάκρυνση αρσενικών από την εξίσωση βελτιώνει τη μορφή του προτύπου (McGrath και Bale 1989, Kendall και Chinn 1990), αλλά αυτοί δεν λαμβάνουν καθόλου υπόψη τις διαφορετικές θηλυκές μορφές. Πρόσφατα άτομα του είδους *R. padi* παγιδεύτηκαν ζωντανά και στα φτερωτά θηλυκά δόθηκε η επιλογή των αρχικών και δευτερευόντων ξενιστών στους οποίους θα αναπαραχθούν και των οποίων θα αναγνωρίσουν έτσι τη μορφή. Στα μέσα Σεπτεμβρίου, στην αρχή του βιολογικού κύκλου, τα gynoparae γίνονται περισσότερα από τα περυγοειδή exules αλλά ο συγχρονισμός κι η έκταση αυτής της αλλαγής σε αριθμούς ποικίλλει από χρόνο σε χρόνο (Tatchell κ.ά. 1988a και αδημοσίευτα δεδομένα) κι έτσι προκύπτουν σημαντικές επιπλοκές για την πρόγνωση της προσβολής από τον BYDV. Η επιτυχής πρόγνωση τον BYDV εξαρτάται κυρίως από την παρακολούθηση της πληθώρας των πληθυσμών των φορέων μαζί με μια σειρά 'χαρακτηριστικών γνωρισμάτων' των αφίδων-φορέων του ιού.

2.16. Κλιματικές Αλλαγές

Η προοπτική ζωής σε έναν θερμότερο πλανήτη παίρνει ως δεδομένο το πώς τα προβλήματα εξαιτίας των αφίδων που σχετίζονται με τις σοδειές τροφών μπορεί να αλλάξουν. Είναι πιθανό ότι, πέρα από τις κλιματολογικές επιπτώσεις στα φυτά-ξενιστές, η επιβίωση των πληθυσμών των αφίδων κατά τη διάρκεια του χειμώνα θα είναι το κρίσιμο ζήτημα, ιδιαίτερα για εκείνα τα είδη τα οποία έχουν εκγονιμοποίησης αλλά και εκ παρθενογονίας κλώνους. Οριακές μεταβολές σε χειμερινές συνθήκες μπορεί να ευνοήσουν τους εκ παρθενογονίας κλώνους και να οδηγήσουν σε μια αύξηση στην αναλογία τους στον πληθυσμό της περιοχής. Η μετανάστευση των ειδών που αναπαράγονται παρθενογενετικά και εκδηλώνεται την επόμενη άνοιξη μετά από ήπιους χειμώνες καταγράφεται νωρίτερα από αυτή που καταγράφεται μετά από έντονους χειμώνες, γεγονός που μπορεί να έχει μεγάλη σημασία για την μετάδοση φυτικών ιών και την πρόκληση προσβολών από ιολογικές ασθένειες, όπως τον ίκτερο των ζαχαρότευτλων (BYV) (Harrington κ.ά.1989). Εντούτοις, αυτό θα μπορούσε να συμβεί χωρίς καμία αλλαγή στη δομή του πληθυσμού. Η παρακολούθηση διαφορετικών θηλυκών μορφών του είδους *R.padi* κατά το φθινόπωρο έχει δείξει ότι στα τέλη του φθινοπώρου η αναλογία των αφίδων που προέρχονται από παρθενογενετική αναπαραγωγή είναι μεγαλύτερη μετά από ήπιους χειμώνες, αλλά μικρή μετά από σκληρούς χειμώνες (Tatchell, αδημοσίευτα δεδομένα). Μπορεί γι' αυτό το λόγο να είναι δυνατή η πρόβλεψη του τι μπορεί να συμβεί στη δομή του πληθυσμού κάτω από θερμότερες κλιματικές συνθήκες, αλλά για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητο να έχουμε μια μακροπρόθεσμη βάση δεδομένων με βάση την οποία θα αξιολογούνται οι μελλοντικές αλλαγές.

2.17. Συμπεράσματα

Οι αφίδες προκαλούν μια σειρά προβλημάτων στην παγκόσμια γεωργία λόγω των χαρακτηριστικών της βιολογίας τους. Η εναέρια παρακολούθηση των πληθυσμών των αφίδων έχει δείξει ότι πρόκειται για μια ρεαλιστική προσέγγιση στη συλλογή και παροχή δεδομένων σε μια μεγάλη γεωγραφική κλίμακα που είναι κατάλληλη για χρήση σε σχέδια για την πρόγνωση προβλημάτων αφίδων. Ωστόσο, η

ανάπτυξη προγνώσεων βασισμένων σε τέτοια δεδομένα, απαιτεί μια ξεχωριστή προσέγγιση για κάθε είδος αφίδας, ανάλογα με τη φύση του προβλήματος που δημιουργείται από αυτό και το πως αυτό σχετίζεται με τα στάδια στο βιολογικό κύκλο του είδους που παρακολουθείται. Η χρήση τέτοιων συστημάτων παρακολούθησης σε εκτεταμένες χρονικές περιόδους επιτρέπει την παροχή τέτοιων πολύτιμων δεδομένων για την ανάπτυξη συστημάτων πρόγνωσης και την μελέτη δυναμικής των πληθυσμών των αφίδων. Εντούτοις, τα απλά δεδομένα που συλλέγονται αναφορικά με τους αριθμούς καθώς και τον χρονικό εντοπισμό της παρουσίας εναέριων πληθυσμών αφίδων αποδεικνύεται ολοένα και περισσότερο ότι αποτελούν μόνο ένα μέρος των πληροφοριών που απαιτούνται για την πρόγνωση των προσβολών των καλλιεργειών: καθίσταται ζωτική η προσθήκη ποσοτικών μέτρων μιας σειράς 'χαρακτηριστικών γνωρισμάτων' που αφορούν τις αφίδες, τους φυτικούς ιούς και τις καλλιέργειες που προσβάλλονται.

3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΤΡΙΝΟΥ ΝΑΝΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΡΙΘΗΣ

3.1. Παρακολούθηση και πρόγνωση που αποσκοπεί στην καταπολέμηση του ιού του κίτρινου νανισμού του κριθαριού (BYDV)

Ο ιός του κίτρινου νανισμού του κριθαριού (BYDV) μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές στη καλλιέργεια των χειμερινών σιτηρών στο Ην. Βασίλειο, αν και το μέγεθος της ζημιάς διαφέρει από χρόνο σε χρόνο και από τόπο σε τόπο. Το ετήσιο κόστος διενέργειας ψεκασμών που εφαρμόζονται και αποσκοπούν στον έλεγχο των αφίδων-φορέων του ιού έχει εκτιμηθεί ότι ανέρχεται περίπου σε £10 εκατομμύρια κι έτσι είναι σαφώς επιθυμητό το να είναι ικανό να προσφέρει αξιόπιστη συμβολή στον περιορισμό των απωλειών από το παθογόνο. Η μείωση στη χρήση ψεκασμού θα είχε επίσης σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον. Αυτή η εργασία συνοψίζει τις τρέχουσες γνώσεις πάνω στην επιδημιολογία του BYDV στο Ην. Βασίλειο και περιγράφει συστήματα δειγματοληψίας που βασίζονται στη γνώση που χρησιμοποιείται για να δώσει ως συμβουλή τον περιορισμό των αποτελεσμάτων της ασθένειας στις σοδειές των δημητριακών που σπάρθηκαν το φθινόπωρο. Αναφέρονται θέματα πάνω στα οποία περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της πρόγνωσης και του ελέγχου του BYDV.

3.2. Το σύμπλοκο του ιού

Ο BYDV μεταφέρεται με αφίδες με έμμονο τρόπο, άπαξ και μολυνθούν οι αφίδες, παραμένουν ιοφόρες και άρα μολυσματικές για όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Έχουν διακριθεί αρκετές ορολογικώς διακριτές απομονώσεις (Rochow 1970), από τις οποίες οι πιο διαδεδομένες στη Βρετανία είναι οι απομονώσεις του τύπου PAV, MAV και RPV (εδώ ονομάζονται PAV, MAV και RPV). Οι απομονώσεις του BYDV έχουν πάρει την ονομασία τους από τη σχετική αποτελεσματικότητα μετάδοσής τους από τα κύρια είδη αφίδων-φορέων του ιού. Έτσι το PAV μεταδίδεται τόσο από το είδος *Rhopalosiphum padi* όσο και από το *Sitobion avenae*, το MAV

κυρίως από το *S. avenae* και το RPV μόνο από *R. padi* (Plumb, 1974). Ωστόσο, η εξειδίκευση φορέα που χαρακτηρίζει τις τρεις απομονώσεις ξενιστή δεν είναι τόσο ξεκάθαρη (οριστική) της έχει αποδοθεί μερικές φορές (Halbert, κ.ά. 1992) κι η παρουσία μιας απομόνωσης μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να βοηθήσει με την μετάδοση ενός άλλου αλλά σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να την εμποδίσει. Για παράδειγμα, το MAV μπορεί να μεταδοθεί από το *R. padi* αν το φυτό πηγή από το οποίο προσλαμβάνεται η απομόνωση αυτή έχει επίσης μολυνθεί με RPV (Rochow, 1977), ενώ ανακαλύφθηκε ότι το *S. avenae* μεταδίδει την απομόνωση PAV λιγότερο αποτελεσματικά αν απαιτεί πρώτα την πρόσληψη της απομόνωσης MAV (Gildow & Rochow, 1980).

Πολλά ετήσια και πολυετή είδη αγρωστωδών, καθώς επίσης καλλιεργούμενα σιτηρά και καλαμπόκι, αποτελούν ξενιστές του ιού, ενώ περισσότερα από 20 είδη αφίδων είναι γνωστοί φορείς του ιού. Στο Ην. Βασίλειο τα είδη *R. padi* (η μελανοπράσινη αφίδα της βρώμης) και *S. avenae* (η αγγλική αφίδα της βρώμης) είναι κατά πολύ οι πιο σημαντικοί φορείς του ιού.

3.3. Οι αφίδες

Το είδος *R. padi* (μελανοπράσινη αφίδα της βρώμης) έχει κλώνους που αναπαράγονται ολοκυκλικά (έχουν μια ετήσια έμφυλη-γενετήσια φάση) και παράγουν τα χειμερινά αυγά τους στο *Prunus padus*. Έχει επίσης εκ παρθενογονίας κλώνους που αναπαράγονται παρθενογενετικά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους στα *Gramineae* (σιτηρά), συμπεριλαμβανομένων των δημητριακών. Το είδος *S. avenae* υπάρχει σε μεγάλο βαθμό στο Ην. Βασίλειο αλλά η έμφυλη (σεξουαλική) αναπαραγωγή μπορεί να παρουσιαστεί ειδικά στο βορρά όπου τα αυγά παράγονται και εναποτίθενται, στα αγρωστώδη (*Graminae*) όπως και οι παρθενογενετικές μορφές (Walters & Dewar, 1986). Τα ενεργά στάδια του *S. avenae* είναι πιο ανθεκτικά στο κρύο από εκείνα του *R. padi* (Williams, 1984) και αυτό πιθανώς συμβάλλει στην εθνικής εμβέλειας κυριαρχία της ολοκυκλικής αναπαραγωγής στο πρώτο είδος. Ωστόσο, τα αυγά των αφίδων είναι πιο ανθεκτικά στο κρύο από τα ενεργά στάδια, και ως εκ τούτου η παρθενογενετική αναπαραγωγή επικρατεί στο *R. padi* στα νότια του Ην. Βασιλείου όπου οι χειμώνες είναι πιο ζεστοί απ' ό,τι στο βορρά, αν και η έμφυλη

αναπαραγωγή ακόμη και στις νότιες περιοχές κυριαρχεί. Η αναλογία μεμονωμένων ατόμων του είδους *R. padi* που ανήκουν σε κλώνους που παράγονται ολοκυκλικά και βρίσκονται το φθινόπωρο σε μια δεδομένη τοποθεσία διαφέρει από χρόνο σε χρόνο (Tatchell κ.ά. 1988) κι υπάρχει απόδειξη ότι αυτό συσχετίζεται με τις θερμοκρασίες που επικρατούν τον προηγούμενο χειμώνα (αδημοσίευτα δεδομένα).

Άλλοι γνωστοί φορείς όπως τα είδη *Metropolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum maidis* και *Ceruraphis eriophori* υπάρχουν στο Ην. Βασίλειο και έχει βρεθεί ότι μεταφέρουν τον BYDV. Ενώ δεν υπάρχει κανένας λόγος να τα θεωρήσουμε σημαντικά προς το παρόν, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η ενδεχόμενη απειλή που συνιστούν για τις καλλιέργειες των σιτηρών.

3.4. Επιδημιολογία του BYDV

Τα σιτηρά που σπέρνονται το φθινόπωρο μπορούν να μολυνθούν με έναν από τους δύο εξής τρόπους. Πρώτον, τα φυτά-εθελοντές ή τα αυτοφυή (ζιζάνια) που ανήκουν στα αγρωστώδη, ή που μόλις πρόσφατα οργώθηκαν, σε μια αναπτυσσόμενη καλλιέργεια μπορούν να φιλοξενήσουν ή άπτερες αφίδες που μπορούν να μεταφερθούν (κινηθούν) άμεσα στη σοδειά. Αυτό έχει οριστεί ως μόλυνση «της πράσινης γέφυρας» και μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες διακριτές κηλίδες της κύριας μόλυνσης και συγκεκριμένα σε σοβαρή ζημιά στη σοδειά. Συνήθως περιορίζεται στα θερμότερα παραλιακά μέρη της ΝΔ Αγγλίας, Σκωτία και Ουαλία. Ο έλεγχος εξαρτάται ολοκληρωτικά από την εξάλειψη της πράσινης γέφυρας με καλλιεργητικά μέσα, ή με την εφαρμογή ενός αποξηραντικού ζιζανιοκτόνου πριν από την καλλιέργεια. Δεύτερον, τα πτερωτά μπορούν να πετάξουν και να εισβάλλουν στην καλλιέργεια από άλλες πηγές, εκκινώντας αρχικά από αυτοφυή αγρωστώδη αλλά επίσης και από καλλιέργειες καλαμποκιού, και να μολύνουν τυχαία μεμονωμένα φυτά. Καθώς αυτές οι αφίδες κινούνται και αναπαράγονται, η μόλυνση μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω, συχνά καταλήγοντας σε κηλίδες με σχήμα δίσκου πάνω στη μολυσμένη καλλιέργεια. Αν και είναι δυνατό για τα άτομα του είδους *R. padi* και τα *gynoparae* (πτερωτοί πρόγονοι του έμφυλου θηλυκού ατόμου) να μεταδώσουν τον BYDV σε φυτά-ξενιστές που ανήκουν στα αγρωστώδη κατά την αναζήτηση του

πρωτεύοντα ξενιστή *R. padi* (Foster κ.ά. 1993), αυτές οι μορφές δεν αναπαράγονται σε δημητριακά κι έτσι είναι λιγότερο σημαντικές για τη μετέπειτα εξάπλωση του ιού απ' ό τι είναι τα πτερωτά άτομα των κλώνων που αναπαράγονται παρθενογενετικά. Ο έλεγχος του μεταφερόμενου από πτερωτά άτομα BYDV εξαρτάται από θεραπευτική εφαρμογή αφιδοκτόνων ουσιών πριν προκληθεί οικονομικά σημαντική μόλυνση των καλλιεργειών.

Τα δεδομένα από την παγίδευση μέσω αναρροφητικών παγίδων τύπου Rothamsted (Taylor, 1986) δείχνουν μια μεγάλη μετακίνηση και ανακατανομή του *R. padi* το φθινόπωρο ενώ εκείνη του *S. avenae* εμφανίζεται κυρίως στα μέσα του καλοκαιριού, με λίγα μεταναστευτικά άτομα να εμφανίζονται το φθινόπωρο. Αν και τα δύο είδη μπορούν να προκαλέσουν αρχική μόλυνση της καλλιέργειας το φθινόπωρο, η επακόλουθη αύξηση του πληθυσμού των αφίδων είναι πιο αργή για το είδος *S. avenae* απ' ό τι για το *R. padi*. Ωστόσο, η μεγαλύτερη ικανότητα του *S. avenae* να επιβιώνει καλά κατά το χειμώνα σημαίνει ότι μπορεί να προκαλέσει δευτερογενή εξάπλωση της ασθένειας (Dewar & Charter, 1984) για πολύ περισσότερο απ' ό τι το *R. padi*. Έτσι, ενώ η πρωτογενής μόλυνση κι η δευτερογενής που προκαλείται από το είδος *R. padi* συνήθως περιορίζονται σε λίγες εβδομάδες μετά το τέλος της φθινοπωρινής μετακίνησης των πτερωτών ατόμων, η εξάπλωση που προκαλείται από το είδος *S. avenae*, ιδιαίτερα σε ηπιότερους από τους συνήθεις χειμώνες (π.χ. 1988/89 και 1989/90), μπορεί να συνεχιστεί καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα.

Η συχνότητα εμφάνισης του BYDV διαφέρει σημαντικά ανά τα χρόνια, μεταξύ τοποθεσιών και μεταξύ αγρών μέσα σε μια τοποθεσία (Irwin & Thresh, 1990). Μια επταετής μελέτη της συχνότητας εμφάνισης του BYDV που διενεργήθηκε σε περιφερειακή βάση στην Αγγλία και την οποία ανέλαβε το Κεντρικό Εργαστήριο Φυσικής Επιστήμης (CSL) και το ADAS, έδειξε επίσης μεγάλες διαφορές στην συχνότητα εμφάνισης του BYDV μεταξύ των διαφόρων περιοχών αλλά και κατά τη διάρκεια των χρόνων. Η χρήση μονοκλωνικών αντισωμάτων εξειδικευμένων για κάθε απομόνωση του ιού για την ανίχνευση και την ταυτοποίηση των φυλών του ιού BYDV (Torrance κ.ά. 1986· Pead & Torrance, 1988) έχει βοηθήσει σημαντικά τις επιδημιολογικές μελέτες. Ο BYDV είναι συνήθως περισσότερο επιζήμιος σε παράκτιες και σε πεδινές περιοχές της Νότιας Βρετανίας, αν και σε μερικά χρόνια η

ζημιά μπορεί να είναι πολύ πιο εξαπλωμένη. Η απώλεια της απόδοσης είναι η μεγαλύτερη δυνατή αν τα φυτά μολύνονται όταν είναι μικρά (Doodson & Saunders, 1970), όταν η προσβολή σημειώνεται στο βλαστικό στάδιο μετά την επιμήκυνση του στελέχους, οι απώλειες στην παραγωγή είναι ελάχιστες. Η εξάπλωση της μόλυνσης μέσα σε μια καλλιέργεια που δεν δέχεται επεμβάσεις εντομοκτόνων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες αλλά μπορούν να περιγραφούν τρία σχέδια εξέλιξης της προσβολής ως παραδείγματα μέσα σε μια ακολουθία-διαδικασία. Πρώτον, μια ραγδαία εξάπλωση του ιού μπορεί να εμφανιστεί στα τέλη του φθινοπώρου λόγω μεγάλων αριθμών μεταναστευτικών ιοφόρων αφίδων ή αναπαραγωγής και κίνησης των αφίδων κατά την διάρκεια ήπιου φθινοπωρινού καιρού. Μια τέτοια εξάπλωση θα σταματήσει όταν ο καιρός γίνει αρκετά σκληρός ώστε να προκαλέσει θνησιμότητα στην πλειονότητα των αφίδων. Δεύτερον, μια μικρή μόλυνση το φθινόπωρο μπορεί να ακολουθηθεί από μια γρήγορη εξάπλωση αν οι χειμερινές κλιματολογικές συνθήκες επιβραδύνουν ή εμποδίσουν την αναπαραγωγή των αφίδων και την μετακίνηση χωρίς την εξάλειψη του πληθυσμού. Τρίτον, η συχνότητα εμφάνισης της μόλυνσης μπορεί ποτέ να μη προκαλέσει ζημιά αν υπάρχουν λίγες αφίδες στην καλλιέργεια, είτε επειδή υπήρχαν λίγα μεταναστευτικά άτομα είτε επειδή πέθαναν νωρίς το χειμώνα από την επικράτηση έντονα χαμηλών θερμοκρασιών. Στην πράξη, παράγοντες διαχείρισης της καλλιέργειας (ημερομηνία οργώματος, μέτρα ελέγχου) έχουν επίσης μια σημαντική επίδραση στην εξάπλωση της ασθένειας.

3.5. Προσεγγίσεις για την πρόγνωση των επιπτώσεων του BYDV

3.5.1. Εναέρια δειγματοληψία των αφίδων

Οι αναρροφητικές παγίδες που εγκαταστάθηκαν από την Έρευνα Εντόμων του Rothamsted (Taylor, 1986· Macaulay κ.ά. 1988) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για να εκτιμηθεί ο ενδεχόμενος κίνδυνος από το BYDV σε μια περιφερειακή βάση παρακολουθώντας πτερωτά άτομα αφίδων ειδών-φορέων και την μολυσματικότητά τους κάθε φθινόπωρο. Αυτή η μεθοδολογία στοχεύει αποκλειστικά στη διαδικασία μεταφοράς του BYDV από πηγές μακριά από τον αγρό της καλλιέργειας, πράγμα το οποίο είναι συνήθως πιο σημαντικό από την άμεση μεταφορά από ζιζάνια και

αυτοφυή στην καλλιέργεια. Ο Plumb κ.ά. (1981) δημιούργησαν έναν «δείκτη μολυσματικότητας» ο οποίος υπολογίστηκε από τον συνολικό αριθμό των πτερωτών ατόμων κάθε είδους αφίδας των σιτηρών στην αναρροφητική παγίδα των 12.2 μέτρων στο Rothamsted, πολλαπλασιασμένο επί την αναλογία των ειδών που συνελήφθησαν ζωντανά σε μια κοντινή παγίδα σε ύψος 1.5m και αποδείχθηκαν ικανά να μεταδώσουν τον ιό σε καλλιέργεια δημητριακών. Ο δείκτης, ο οποίος αθροίζεται μία φορά την εβδομάδα από την ημέρα φύτευσης της καλλιέργειας, συσχετίστηκε θετικά με τις απώλειες που υφίσταται η παραγωγή σε καλλιέργειες οι οποίες αναπτύσσονται σε τοπικές συνθήκες που είχαν οργωθεί φθινόπωρο (Plumb, 1986). Ωστόσο, οι Kendall και Chinn (1990) ανακάλυψαν ότι ο δείκτης δεν προέβλεπε ικανοποιητικά την συχνότητα BYDV στην περιοχή του Long Ashton στην νοτιοδυτική Αγγλία, αν και η τροποποίηση του δείκτη να εξαιρέσει αρσενικά άτομα και *gynoparae*, πράγματι έδωσε μια σημαντική θετική συσχέτιση με την συχνότητα εμφάνισης του BYDV και την σχετιζόμενη απώλεια στην απόδοση της καλλιέργειας. Μόνη η εναέρια πυκνότητα των αφίδων δεν ήταν σημαντικά σχετική με τη ζημιά, όπως ανακάλυψε επίσης ο Plumb (1976). Η αναλογία μολυσματικών αφίδων έφτασε το 65% της παρατηρούμενης μεταβολής στα δεδομένα, ενώ ο δείκτης μολυσματικότητας έφτασε το 70%. Πρόσφατη εργασία σε τέσσερα κεντρικά σημεία κατά τη διάρκεια επτά καλλιεργητικών περιόδων (Tatchell κ.ά. 1993, Tones & Barker, αδημοσίευτα δεδομένα) περιλαμβάνει τον υπολογισμό του δείκτη μολυσματικότητας για την καλλιέργεια κριθαριού που εγκαθίσταται αμέσως μετά και την παρακολούθηση της πληθώρας των αφίδων και τη συχνότητα εμφάνισης του ιού καθ' όλη τη διάρκεια του φθινοπώρου, του χειμώνα και της άνοιξης. Αν και τα αποτελέσματα δεν έχουν αναλυθεί πλήρως, ο δείκτης μολυσματικότητας διαφέρει πολύ τόσο μεταξύ των τοποθεσιών όσο και μεταξύ των ετών σε οποιαδήποτε τοποθεσία.

Είναι τώρα πιθανό να ανιχνευθεί η παρουσία BYDV σε μόνες αφίδες χρησιμοποιώντας ένα ενισχυμένο σύστημα ELISA (Torrance, 1987). Αυτή η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα επί της βιολογικής μέτρησης μολυσματικότητας ότι οι αφίδες μπορούν να δειγματοποιηθούν σε μια περιφερειακή βάση και να εξεταστούν κεντρικά μέσα σε δύο μέρες. Η σχέση μεταξύ της παρουσίας ιού όπως αυτή εντοπίζεται από την ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA και η ικανότητα μετάδοσης, είναι περίπλοκη (Barker & Torrance, 1990· Tatchell κ.ά., 1993) αλλά η ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA

θα έπρεπε να επιτρέψει στα δεδομένα μολυσματικότητας να συλλέγονται γρήγορα και οικονομικά και να ενσωματώνονται σε συστήματα πρόγνωσης.

Στη Σκωτία, ο Foster κ.ά. (1993) δοκίμαζαν τον δείκτη μολυσματικότητας πάνω από δέκα χρόνια χρησιμοποιώντας μόνο *R. padi* (βρέθηκαν πολύ λίγες άλλες αφίδες που ξένιζαν τα αγρωστώδη. Τα *gynoparae* και τα αρσενικά άτομα συμπεριλαμβάνονταν στον δείκτη. Σε δύο χρόνια, ο υψηλός δείκτης ακολουθούνταν από χαμηλή συχνότητα εμφάνισης του ιού, πιθανώς χάρη στην υψηλή χρήση συνθετικών πυρεθρινών για την καταπολέμηση των αφίδων. Σε καλλιέργειες που εγκαταστάθηκαν το φθινόπωρο του 1988, για τις οποίες ο δείκτης μολυσματικότητας ήταν πολύ χαμηλός, εκδηλώθηκε επιδημική εμφάνιση του BYDV. Αυτό οφείλονταν σε πολύ ήπιες χειμερινές συνθήκες οι οποίες επέτρεπαν μια εκτεταμένη περίοδο εξάπλωσης. Αυτό δεν μπορεί να προβλεφθεί από ένα σύστημα το οποίο βασίζεται μόνο στις μετρήσεις και τη μολυσματικότητα φθινοπωρινών μεταναστευτικών ατόμων. Οι McGrath & Bale (1989) συνάντησαν παρόμοια προβλήματα με τον δείκτη στην περιοχή του Vale of York.

Έτσι, είναι εμφανές ότι η ιδέα ενός δείκτη μολυσματικότητας που βασίζεται αποκλειστικά και μόνο σε αφίδες που ταυτοποιούνται από δείγματα που συλλαμβάνονται από αναρροφητικές παγίδες, μπορεί να σηματοδοτήσει τον κίνδυνο ενός σοβαρού ξεσπάσματος προσβολής των καλλιεργειών σε περιφερειακό επίπεδο. Ένας ενδεχόμενος κίνδυνος μπορεί να μην γίνει αντιληπτός αν οι άσχημες καιρικές συνθήκες είναι κατά πολύ ευνοϊκές προς τις αφίδες.

3.5.2. Επιτόπια δειγματοληψία των αφίδων

Φαίνεται πιθανό ότι ένας δείκτης που βασίζεται στην αφθονία και τη μολυσματικότητα των αφίδων-φορέων σε έναν συγκεκριμένο αγρό θα έπρεπε να σχετίζεται καλύτερα με την συχνότητα εμφάνισης του BYDV σε αυτόν τον αγρό απ' ό,τι με ένα δείκτη που βασίζεται σε μεμονωμένη παρακολούθηση ειδών αφίδων-φορέων του ιού. Η επιτόπια παρακολούθηση έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να συνεχιστεί για όσον καιρό χρειάζεται προκειμένου να παρθεί απόφαση για την πραγματοποίηση θεραπευτικών επεμβάσεων, ενώ η εξ αποστάσεως παρακολούθηση

μπορεί να συνεχιστεί μόνο κατά τη διάρκεια της μεταναστευτικής περιόδου πτήσεων των αφίδων. Ωστόσο, η καταμέτρηση των πληθυσμών των αφίδων στις καλλιέργειες μπορεί να είναι δύσκολη και ανακριβής όταν πραγματοποιείται υπό άσχημες καιρικές συνθήκες. Η επιτόπια παρακολούθηση στοχεύει κυρίως στον ιό BYDV που εισάγεται από απομακρυσμένες πηγές μόλυσματος αλλά έχει επίσης περιορισμένη εφαρμογή και στην περίπτωση άμεσης πρόσληψης και μεταφοράς του ιού από πτερωτές αφίδες που προέρχονται από αυτοφυή και φυτά-εθελοντές που βρίσκονται μέσα στη καλλιέργεια.

Οι Kendall & Smith (1981) πρότειναν πρώτα τη χρήση ενός δείκτη-φορέα της καλλιέργειας αναγνωρίζοντας ότι ο αποικισμός των φθινοπωρινών σιτηρών από πτερωτά μεταναστευτικά άτομα και η επιβίωση άπτερων απογόνων ποικίλουν σημαντικά και συχνά δεν σχετίζονται με την εναέρια πυκνότητα των μεταναστευτικών ατόμων. Ακολούθως, οι Kendall & Chinn (1990), χρησιμοποιώντας έναν δείκτη μολυσματικότητας, ο οποίος εκτίμησε την έκθεση της καλλιέργειας στον BYDV βασιζόμενος στις σωρευτικές μέρες των μολυσματικών αφίδων, απέκτησαν μια στενότερη συσχέτιση με τις απώλειες που προκαλούνταν στις καλλιέργειες απ' ό,τι χρησιμοποιώντας ένα δείκτη που να βασίζεται εξολοκλήρου στην παρακολούθηση των φορέων, χρησιμοποιώντας αναρροφητικές παγίδες, αν και η αναλογία μολυσματικών αφίδων μετριόταν ακόμη χρησιμοποιώντας αναρροφητικές παγίδες. Ωστόσο, υπήρχαν μεγάλα σφάλματα ώστε να μπορέσει να δοθεί εφαρμόσιμη συμβουλή στην οικονομία του ψεκασμού. Η προσέγγισή τους υπεβλήθη σε περαιτέρω επεξεργασία (Kendall κ.ά. 1992) για να παράγει μια πιο μηχανιστικά βασισμένη εξομοίωση της εξάπλωσης της ασθένειας, επηρεαζόμενη από τη θερμοκρασία, μέσω του αποτελέσματός της τόσο στην συχνότητα της μετάδοσης του ιού από μολυσματικές αφίδες σε μη μολυσμένα φυτά όσο και στη συχνότητα απόκτησης του ιού από μη μολυσμένα φυτά λόγω μολυσματικών αφίδων. Όταν αξιολογήθηκε σε 61 καλλιέργειες, δεν έδειξε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ παρατηρούμενης και αναμενόμενης συχνότητας εμφάνισης του BYDV και της επακριβώς εξομοιωμένης εξέλιξης της ασθένειας σε πολλές περιπτώσεις.

Στην Αγγλία η ανάπτυξη των αφίδων παρακολουθείται και καταγράφεται σε διαδοχικά πειραματικά τεμάχια, τα οποία σπέρνονται με κριθάρι σε πέντε αγρούς από την γεωργική υπηρεσία ADAS, για να παράσχουν ένα προσωρινό σύστημα

πρόγνωσης. Βάσει αυτών των μετρήσεων εκτιμώνται οι ημερομηνίες θερισμού για την εμφάνιση της σοδειάς, από τις οποίες οι σοδειές που εμφανίζονται στην περιοχή θεωρείται ότι έχουν καθυστερήσει να ‘δεχθούν’ σημαντικά υψηλούς αριθμούς *exules*. Αυτή η συμβουλή ενημερώνεται κι ανανεώνεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, σύμφωνα με την ανάπτυξη των αφίδων, σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και τροποποιείται με βάση την τοπική εμπειρία που υπάρχει κι έχει να κάνει με την επίδραση του ύψους, της προστασίας, της άποψης και εγγύτητας σε ακτές ή ποτάμια.

Στη Σκωτία, ένα πρόγραμμα επιτόπιας παρακολούθησης έχει πρόσφατα συσταθεί από τον Holmes κ. ά. (1993). Σύμφωνα με αυτό λαμβάνεται δείγμα αφίδων από δέκα πειραματικά τεμάχια του ενός μέτρου ανά αγρό, κάθε εβδομάδα στα τέλη του φθινοπώρου, και κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αν επικρατούν ήπιες καιρικές συνθήκες. Τα δείγματα που λαμβάνονται από τρεις ως οχτώ αγρούς ανακαλύφθηκε ότι δίνουν μια επαρκή ένδειξη του κινδύνου σε μια επαρχία. Σε αυτό το σύστημα παρακολούθησης, το ποσοστό των αφίδων που βρίσκονται να είναι μολυσματικές δεν θεωρείται σοβαρό γιατί ένα αξιοσημείωτο ποσοστό ατόμων του είδους *R. padi* μεταδίδει τακτικά τον BYDV στη Σκωτία. Το ποσοστό των μεταναστευτικών αφίδων που είναι *exules* είναι πρωταρχικής σημασίας επειδή τα περισσότερα χρόνια, κυρίως τα *gynoparae* και τα αρσενικά άτομα μεταναστεύουν τον Οκτώβριο, όταν φυτρώνουν τα φθινοπωρινά σιτηρά. Πρώμες προειδοποιήσεις αναφορικά με τον ενδεχόμενο κίνδυνο που συνιστά ο ιός σε μια δεδομένη καλλιεργητική περίοδο, μπορούν να αποκτηθούν από δειγματοληψία στελεχών σίτου αποσκοπώντας στην καταγραφή των πληθυσμιακών επιπέδων των αφίδων σε τρεις αγρούς ανά περιοχή στα τέλη Αυγούστου ή στις αρχές του Σεπτεμβρίου. Τα αυτοφυή φυτά κριθαριού (φυτά εθελοντές) και το αγρωστώδες ζιζάνιο ετήσια πόα (*Poa annua*) που βρίσκονται σε αγρούς σιτηρών μολύνονται συχνά με τον BYDV και προσβάλλονται από αφίδες που αποικίζουν τα αγρωστώδη (Masterman κ.ά. στον τύπο α). Τέτοιοι αγροί μπορεί να συνιστούν ένα κίνδυνο προσβολής από τον BYDV σε καλλιέργειες σιτηρών που σπέρνονται φθινόπωρο, με δύο τρόπους: ιοφόρες αφίδες μπορεί να διασπαρούν από αυτοφυή φυτά (ζιζάνια) σε αναπτυσσόμενες καλλιέργειες στον ίδιο αγρό, ή μπορεί να μετακινηθούν πραγματοποιώντας πτήσεις προς κοντινές αναπτυσσόμενες σοδειές. Ο κίνδυνος από τις καλαμιές σιτηρών ποικίλει από έτος σε έτος και μπορεί να συνδεθεί

με καλοκαιρινές βροχές εξαιτίας της επιρροής τους στην κατάσταση των αποθεμάτων του φυτού-ξενιστή ζιζανίων της αφίδας.

Ο αριθμός φτερωτών ατόμων του είδους *R. padi*, και πιθανώς ο αριθμός των *exules* κατά τη φθινοπωρική μετανάστευση μπορεί να είναι προβλέψιμος βάσει των καιρικών συνθηκών που επικράτησαν το προηγούμενο καλοκαίρι. Ο A' Brook (1981) έχει απεικονίσει την φθινοπωρινή μετανάστευση του είδους *R. padi* χρησιμοποιώντας αναρροφητικές παγίδες συσχετίζοντας τις πτήσεις με δεδομένα κλιματικών παραμέτρων, κι αυτή η προσέγγιση έχει αναπτυχθεί πιο πρόσφατα στη δυτική Σκωτία. Ο χρόνος εμφάνισης των αρσενικών ατόμων στις αναρροφητικές παγίδες σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες, μπορεί να επιτρέψει την πρόβλεψη του αριθμού των *exules* κατά την φθινοπωρινή μετανάστευση, καθώς είναι γνωστό ότι άπαξ κι αρχίσει η μετανάστευση των *gynoparae* και των αρσενικών, ο αριθμός των *exules* που μεταναστεύουν μειώνεται (Tatchell κ.ά. 1988).

Σε μια προσπάθεια να ληφθούν υπόψη τα χαρακτηριστικά που εμπλέκονται και χαρακτηρίζουν τα επιδημιολογικά δεδομένα σε επίπεδο μεμονωμένου αγρού, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε διαφορές στον κίνδυνο προσβολής από τον BYDV, χρησιμοποιήθηκε μια πολυπαραγοντική ανάλυση για να συνδεθεί η συχνότητα εμφάνισης του ιού σε 45 αγρούς με 20 παράγοντες εξειδικευμένους για κάθε αγρό. Η γεωγραφική τοποθεσία, η προηγούμενη καλλιέργεια, ο βαθμός προστασίας και χρήσης της τοπικής γης ήταν οι παράγοντες που παρουσίαζαν την κοντινότερη συσχέτιση με την συχνότητα εμφάνισης του BYDV κατά την άνοιξη του 1989 και θα μπορούσε επίσης να εξηγήσει, σε κάποιο βαθμό τις διαφορές στην κατανομή διαφορετικών απομονώσεων του ιού.

3.6. Η ΕΞΕΛΙΞΗ

3.6.1. Στρατηγική έρευνα

Η εμπειρική απεικόνιση αποκτά μικρή αξία στην απουσία βοηθητικής έρευνας που εξηγεί τις βιολογικές σχέσεις μεταξύ των σχετιζόμενων μεταβλητών. Πριν γίνει γνωστό ότι ο BYDV μεταδίδεται με τις αφίδες, οι σχέσεις μεταξύ της συχνότητας

εμφάνισης του ιού και των κλιματικών παραγόντων ή των χαρακτηριστικών των αγρών δεν θα μπορούσαν να εξηγηθούν επιδημιολογικά, ήταν για το λόγο αυτό εκτεθειμένες σε λανθασμένη ερμηνεία, και γι' αυτό είχαν μικρή προβλεπτική αξία. Εννοιολογικές προσεγγίσεις, που περιγράφονται σε αυτήν την εργασία κι έχουν πραγματοποιηθεί μετά από εκείνη την ανακάλυψη-κλειδί, έχουν οδηγήσει στις τεχνικές που έχουν συζητηθεί για την παρακολούθηση και πρόγνωση, αλλά υπάρχουν ακόμη πολλά που πρέπει να γίνουν για τη βελτίωση της ισχύος τους και της ακρίβειάς τους έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν με εμπιστοσύνη σε όλο το Ην. Βασίλειο.

Είναι τώρα δυνατό να γίνει γρήγορα διάκριση μεταξύ πρόσφατα νεκρών gynoparae και πτερωτών virginoparae του είδους *R. padi* (Tatchell κ.ά., 1993), απομακρύνοντας την ανάγκη για χρονοβόρες δοκιμές επιλογής της τροφής (feeding choice tests), που χρησιμοποιήθηκαν προηγουμένως κατά τη συγκέντρωση δεικτών της μολυσματικότητας που εξαρτάται από τη μορφή (Tatchell κ.ά., 1988). Ωστόσο, γνωρίζουμε λίγα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αναπαραγωγική ικανότητα των μεταναστευτικών πτερωτών ατόμων και τέτοια γνώση θα μπορούσε να βοηθήσει στο να συσχετίσουμε τους αριθμούς των συλλαμβανόμενων πτερωτών στις αναρροφητικές παγίδες ή των καταμετρήσεων των μεταναστευτικών ατόμων στους αγρούς με τους πρώιμους πληθυσμούς οι οποίοι αναπτύσσονται στις καλλιέργειες. Ο BYDV μπορεί να ανιχνευθεί σε μεμονωμένες αφίδες που παγιδεύονται σε ένα ειδικό συλλεκτικό μέσο (Tatchell κ.ά. 1993), αλλά απαιτείται περισσότερη δουλειά πριν να μπορέσει να γίνει αυτό αξιόπιστα και τυπικά για να ταυτοποιηθούν οι διάφορες φυλές του ιού. Εργασίες στο Πανεπιστήμιο του Leeds εξετάζουν την πιθανότητα χρήσης τεχνικών της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης για τη διάκριση μεταξύ των φυλών του ιού σε μεμονωμένες αφίδες (D.Coates). Αυτή η μέθοδος συγκρίνεται με την ανοσοενζυμική δοκιμή ELISA σε συνεργασία με το CSL. Τα αποτελέσματα από μια τέτοια έρευνα θα μπορούσαν τότε να χρησιμοποιηθούν για να ζυγίσουμε τα αποτελέσματα από την ταυτοποίηση του φορέα, της μορφής του καθώς και της απομόνωσης του ιού, ενταγμένα σε ένα σχέδιο πρόγνωσης.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κίνηση κι επιβίωση των αφίδων στην καλλιέργεια πρέπει να γίνουν κατανοητοί αν πρόκειται να υπάρξει κάποια προοπτική προόδου στην ανίχνευση της εξέλιξης της ασθένειας χωρίς να υπάρχει ανάγκη για τακτική, επιτόπια παρακολούθηση (κλίμακα αγρού). Υπάρχουν μεθοδολογίες για την

εκτίμηση/αξιολόγηση της ανθεκτικότητας των αφίδων στο κρύο όσον αφορά τον χρόνο που μπορούν να επιβιώσουν όταν εκτεθούν στην επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών καθώς και όσο αφορά τα επίπεδα χαμηλών θερμοκρασιών που προκαλούν ακαριαία θνησιμότητα (Knight κ.ά, 1986), και για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων υποθανατηφόρων θερμοκρασιών (Parish & Bale, 1993) αλλά δεν έχει γίνει καμία προσπάθεια ακόμη να δημιουργηθεί χειμερινή επιβίωση χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες. Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη προς την αναγνώριση αυτών των παραγόντων που προκαλούν την έναρξη της κίνησης των αφίδων προς τις καλλιέργειες και τον προσδιορισμό της απόστασης που κινήθηκαν (Mann & Tatchell, 1993). Αυτό παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας μοντέλου χειμερινής επιβίωσης και διασποράς, και συνεπώς εξήγησης της ‘χωρικής διάστασης’ της εξάπλωσης του ιού. Ένα τέτοιο μοντέλο πρέπει να ενσωματώσει μια έκφραση για την λανθάνουσα περίοδο που ορίζει το χρόνο μεταξύ της μόλυνσης ενός προηγουμένως υγιούς φυτού και του χρόνου κατά τον οποίο αυτό το φυτό μπορεί να δράσει ως πηγή του ιού για μια αμόλυντη αφίδα, που δεν έχει ακόμα προσλάβει τον ιό. Το μοντέλο του Kendall κ.ά. (1992), υποθέτει ότι η λανθάνουσα περίοδος είναι μια λειτουργία θερμοκικού καιρού. Η εργασία βρίσκεται υπό εξέλιξη στον Ερευνητικό Σταθμό του Rothamsted για να ερευνήσει το αποτέλεσμα της θερμοκρασίας και του σταδίου ανάπτυξης της καλλιέργειας κατά την λανθάνουσα περίοδο υπό συνθήκες αγρού.

3.6.2. Δεδομένα επιβεβαίωσης

Οι προσπάθειες για πρόγνωση του ενδεχόμενου κινδύνου του BYDV στο Ην. Βασίλειο έχουν αντληθεί από διάφορες μεθοδολογίες σε διαφορετικά μέρη της χώρας. Αυτό εξηγείται από τις επιδημιολογικές και κλιματικές διαφορές που υφίστανται μεταξύ των περιοχών. Μερικές μεθοδολογίες έχουν εξελιχθεί με ελάχιστη επιβεβαίωση. Σε επίπεδο αγρού, η συμβουλή αντλείται γενικά από κριτήρια αξιολόγησης τοπικού κινδύνου όπως το ιστορικό του αγρού. Κάτι τέτοιο υποδηλώνει ότι μπορεί να είναι πιθανό να αξιολογηθεί η επιδημιολογική σημασία τέτοιων παραγόντων και να αναπτυχθεί ένα πιο λογικό και αντικειμενικό σύστημα για τη λήψη αποφάσεων σε επίπεδο αγρού. Η εργασία που ξεκίνησε στη Σκωτία θα έπρεπε να επεκταθεί σε όλα τα άλλα μέρη της χώρας όπου ο BYDV είναι σημαντικός, και θα

έπρεπε να συγκεντρωθεί μια περιεκτική βάση δεδομένων όσον αφορά την συχνότητα του BYDV ανά αγρό. Τα δεδομένα αγρού που θα συλλέγονταν θα επέτρεπαν τότε τη συστηματική δοκιμή και επεξεργασία όλων των μεθόδων αξιολόγησης του κινδύνου του BYDV που θα είχαν ενδεχόμενα σημασία.

3.6.3. Συμπεράσματα

Οι αξιολογήσεις του κινδύνου του BYDV, που βασίζονται σε δείγματα σύλληψης αφίδων με τη χρήση αναρροφητικών παγίδων και στην εξέταση της μολυσματικότητας των αφίδων, θα έπρεπε να παράσχουν έγκαιρη και ικανοποιητική προειδοποίηση της αρχικής μόλυνσης σε περιφερειακή βάση αλλά μπορεί να αποτύχουν να εντοπίσουν τοπικές κηλίδες (εστίες προσβολής). Οι προγνώσεις μπορεί να ανατραπούν από τις χειμερινές καιρικές συνθήκες. Καθώς από την παγίδευση μέσω αναρροφητικών παγίδων συλλέγεται πληθώρα δεδομένων για ένα σημαντικό εύρος διαφορετικών σκοπών που δεν συνδέονται απαραίτητα με τον BYDV, το επιπλέον κόστος αξιολόγησης της δυνατότητας εκτίμησης-αξιολόγησης του δυνητικού κινδύνου που συνιστά ο BYDV δεν είναι μεγάλο. Επιτρέπουν την ανάλυση μακροπρόθεσμων 'σχεδίων' (patterns) και παρέχουν μια βάση για την πρόβλεψη ετήσιων μεταβολών στους αριθμούς των αφίδων και στην αναλογία *exules* προς *gynoparae* και αρσενικών ατόμων του είδους *R. padi*. Όπου μπορεί να γίνει οικονομικά η συλλογή δειγμάτων από τους αγρούς δημιουργείται ένα λογικό σημείο έναρξης για την αξιολόγηση της δυνητικής εξάπλωσης του ιού μόλις ολοκληρωθεί η μετανάστευση των αφίδων. Σε κάθε περίπτωση, μια αντίληψη του πώς σημαντικοί κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν την εξέλιξη των ασθενειών το χειμώνα, μπορεί να επιτρέψει την προσαρμογή της πρόγνωσης του κινδύνου χωρίς να υπάρχει ανάγκη για τακτική επιτόπια παρακολούθηση σε επίπεδο αγρού. Η περαιτέρω έρευνα αυτού του θέματος θα πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα. Η ανάλυση της επιρροής των παραγόντων που επεμβαίνουν στο επίπεδο του κάθε αγρού στον BYDV όσο αφορά τη συχνότητα εμφάνισης του ιού, αποτελεί επίσης προτεραιότητα.

Η επιδημιολογία του BYDV στο χειμερινό κριθάρι και σιτάρι υποθέτουμε ότι είναι γενικά η ίδια. Αυτό μπορεί να μην ισχύει. Το σιτάρι συνήθως επηρεάζεται

λιγότερο από το κριθάρι και είναι πιθανό να μην καταστεί αναγκαία η διενέργεια ψεκασμού, σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό στο σιτάρι απ' ότι στο κριθάρι. Η ποσοτικοποίηση των διαφορών στα επίπεδα ζημιάς που υφίσταται η καλλιέργεια μεταξύ σιταριού και κριθαριού θα ήταν ένα χρήσιμο βήμα προς τον στόχο της μειωμένης χρήσης εντομοκτόνων και έχουν αρχίσει εργασίες πάνω σε αυτό το πεδίο έρευνας στον Ερευνητικό Σταθμό του Rothamsted.

Πολλοί παράγοντες που δεν έχουν συζητηθεί σε αυτήν την εργασία θα μπορούσαν να έχουν μείζονα επιρροή στην επιδημιολογία του BYDV. Η αλλαγή του κλίματος μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στα μοντέλα συγκομιδής. Το είδος *Miscanthus* spp. είναι ένα προτιμητέο φυτό-ξενιστής του είδους *R. maidis*, που εμφανίζεται τακτικά αλλά σε πολύ μικρό αριθμό μέχρι τώρα στο Ην. Βασίλειο. Αν το *Miscanthus* επρόκειτο να αποτελέσει μια σημαντική σοδειά για τη βιομάζα, τα απομονωθέντα στελέχη του ιού που συνδέεται με το *R. maidis* μπορεί να παίξουν σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια των σιτηρών. Τέτοιες πιθανότητες υπογραμμίζουν την ανάγκη για συνεχή στρατηγική έρευνα στην επιδημιολογία του BYDV και για συνεχή εκτίμηση συμβουλευτικών συστημάτων.

4. ΥΛΙΚΑ-ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παγίδευση των πτερωτών αφίδων πραγματοποιήθηκε με την λειτουργία αναρροφητικής παγίδας τύπου Rothamsted. Οι παγίδες αυτές σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν για να συλλαμβάνουν έντομα (και ιδιαίτερα αφίδες) εν πτήση, επιτρέποντας έτσι την καταγραφή της πτητικής τους δραστηριότητας, τον εντοπισμό των χρονικών περιόδων που οι πληθυσμοί τους είναι ιδιαίτερα υψηλοί και την επακόλουθη διευκόλυνση της λήψης κατάλληλων και χρονικά καίριων μέτρων για την αντιμετώπισή τους. Ονομάστηκαν έτσι γιατί σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά από τον τομέα έρευνας εντόμων (insect survey) του Ερευνητικού Σταθμού Rothamsted που εδρεύει στην περιοχή Harpenden της Αγγλίας. Η αποτύπωση της πτητικής δραστηριότητας σημαντικών εχθρών των καλλιεργούμενων φυτών αποτελεί μια ανεκτίμητη πληροφορία που καθιστά αποτελεσματικά τα μέτρα που στοχεύουν στον έλεγχό τους. Οι δυνατότητες αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές όταν τα έντομα αποτελούν φορείς σημαντικών παθογόνων των φυτών (φυτικών ιών) που απειλούν τις καλλιέργειες. Οι αναρροφητικές παγίδες αποτελούν τον πιο εξελιγμένο και εκλεπτυσμένο τρόπο παγίδευσης των εναέριων πληθυσμών των αφίδων.

Έως τον σχεδιασμό και την λειτουργία τους, η παγίδευση των αφίδων πραγματοποιούνταν κυρίως με κίτρινες παγίδες νερού τύπου Moerisque, οι οποίες προσελκύουν με το κίτρινο χρώμα τους τα μεταναστευτικά πτερωτά άτομα των αφίδων, τα οποία καταλήγουν στο νερό και πνίγονται. Οι παγίδες αυτές παρουσιάζουν το μειονέκτημα ότι δεν προβαίνουν σε ‘ενεργητική’ σύλληψη των αφίδων, αλλά ‘οδηγούν’ σε σύλληψη μόνο τις αφίδες που προσελκύονται ισχυρότερα από το κίτρινο χρώμα. Έχει διαπιστωθεί δε ότι τα διάφορα είδη αφίδων παρουσιάζουν διαφορετική τάση προσέλκυσης από το κίτρινο χρώμα. Έτσι, αυτή η παγίδευση πιθανότατα ‘εξαιρεί’ κάποια είδη με μειωμένη τάση προσέλκυσης στο κίτρινο χρώμα και τα ‘αποκλείει’ από την αποτύπωσή τους στα είδη που εκδηλώνουν πτητική δραστηριότητα και να μην επιτρέψουν την αξιολόγησή τους ως φορείς των φυτικών ιών. Αντίθετα, οι αναρροφητικές παγίδες έχουν ύψος 12.7m και προβαίνουν σε μια

‘ενεργητική ‘ παγίδευση των ιπτάμενων εντόμων, απορροφώντας πολύ μεγάλους όγκους αέρα συλλαμβάνοντας ανεξαιρετα όποιους πληθυσμούς εντόμων κινούνται στο ύψος αυτό. Η επιλογή του ύψους έγινε μετά από πειραματισμό ο οποίος επέτρεψε τη διαπίστωση ότι η υψηλότερη πυκνότητα των εντόμων εντοπίζεται στο ύψος των 12.7m.

Οι μάζες αέρα που απορροφούνται από την αναρροφητική παγίδα καταλήγουν σε ένα μπουκάλι (μικρό δοχείο) που περιέχει νερό και ελάχιστη ποσότητα απορρυπαντικής ουσίας. Στο δοχείο αυτό συγκεντρώνονται τα συλλαμβανόμενα έντομα στη διάρκεια της κάθε ημέρας. Ένας ρυθμιζόμενος μηχανισμός μετακινείται ώστε να επιτρέπεται η καταγραφή των συλλήψεων για κάθε ημέρα. Η συλλογή των δειγμάτων πραγματοποιούνταν μία φορά την εβδομάδα. Το περιεχόμενο του κάθε δοχείου μεταφέρονταν προσεκτικά σε ειδικά σκεύη και τα δοχεία-μπουκάλια ξαναγεμίζονταν με νερό. Τα σκεύη μεταφέρονταν στο εργαστήριο όπου τις επόμενες ημέρες ακολουθούσε διαχωρισμός των αφίδων από τα υπόλοιπα έντομα που είχαν συλληφθεί από την αναρροφητική παγίδα. Οι αφίδες που διαχωρίζονταν τοποθετούνταν σε μπουκαλάκια που τα συνόδευε η ένδειξη της κάθε ημέρας. Οι αφίδες διατηρούνταν σε διάλυμα συντήρησης το οποίο αποτελούνταν από αιθυλική αλκοόλη (95%) και γαλακτικό οξύ (5%) και σε αυτό παρέμειναν οι αφίδες μέχρι την ημέρα αναγνώρισής τους. Συνήθως απαιτείται η παρέλευση ενός χρονικού διαστήματος παραμονής των δειγμάτων (αφίδων) στο διάλυμα συντήρησης ώστε να απαλλαγούν από το φυσικό τους χρώμα να ‘λευκανθούν’ και να καταστεί ευκολότερη η αναγνώρισή τους, καθώς θα επιτρέπονταν η ευχερής διαπίστωση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του κάθε είδους.

Η ταυτοποίηση των αφίδων πραγματοποιήθηκε αξιοποιώντας τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά (γνωρίσματα) του κάθε είδους. Αυτή λαμβάνει υπ’ όψη τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της κοιλίας, των σιφωνίων (εκφορητικών αγωγών που βρίσκονται στα τελευταία άρθρα του ραχιαίου τμήματος της κοιλίας και εκκρίνουν τη φερομόνη συναγερού-alarm pheromone), του μετωπιαίου φυματίου, της ουράς, των πτερυγών, των κεραιών (κυρίως του αριθμού των άρθρων της κεραίας, την παρουσία αισθητηρίων-σενσόριων στα διάφορα άρθρα της κεραίας, την αναλογία μεταξύ του βασικού και του ακραίου τμήματος του τελευταίου άρθρου της κεραίας. Επίσης αξιοποιούνται το μήκος του τελευταίου άρθρου του στιλέτου στο

οποίο είναι διαμορφωμένα τα στοματικά μόρια των αφίδων, η παρουσία πλευρικών φυματίων στα πλευρικά τμήματα της κοιλίας, η παρουσία στίγματος ή έντονα σκιασμένων νευρώσεων στις πτέρυγες. Τέλος, σημαντικό στοιχείο αποτελούν και οι αναλογίες των σωματικών τμημάτων του κάθε ατόμου (δείγματος), όπως η αναλογία μεταξύ του μήκους της ουράς και του μήκους των σιφωνίων, η αναλογία μεταξύ του τελευταίου άρθρου (τμήματος) του στιλέτου και του μήκους των ταρσών των εντόμων κ.α. Για όποια δείγματα δεν κατέστη δυνατή η ταυτοποίησή τους, κρατήθηκαν σε διάλυμα συντήρησης και στάλθηκαν στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για να ταυτοποιηθούν εκεί.

Τα είδη που ταυτοποιήθηκαν μεταφέρθηκαν στο πρόγραμμα Excel ώστε να προκύψει μετά από επεξεργασία η διακύμανση των πτήσεων για κάθε είδος σε διαγράμματα και να εντοπιστεί το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο αριθμός των συλλαμβανόμενων ατόμων του κάθε είδους ήταν υψηλός, γεγονός που προδίδει την περίοδο έντονης πτητικής δραστηριότητας του κάθε είδους. Τα στοιχεία όπως αποτυπώνονται στα διαγράμματα πτήσεων των ειδών παρέχουν σημαντική πληροφορία αναφορικά με τη συγκριτική σημασία των διαφόρων ειδών αφίδων ως άμεση (μύζηση χυμών, εξασθένιση φυτών, ανάσχεση βλαστικής ανάπτυξης, ανάπτυξη καπνιάς) και κυρίως έμμεση (ως φορείς φυτικών ιών) απειλή για τις καλλιέργειες.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ταυτοποίηση των δειγμάτων που συλλαμβάνονταν στην αναρροφητική παγίδα, η καταγραφή και η επεξεργασία των συλλήψεων επέτρεψαν την διαπίστωση των ‘σχεδίων πτήσεων’ των αφίδων, την αποτύπωση των σημαντικότερων ειδών (αυτών που εκδήλωναν την εντονότερη πτητική δραστηριότητα και κατ’ επέκταση αυτών που παρουσίαζαν τις υψηλότερες συλλήψεις) και την εξακρίβωση της περιόδου που το κάθε ένα είδος κινείται προς αναζήτηση των πρωτογενών και των δευτερογενών ξενιστών του κατά τη διάρκεια της άνοιξης, του καλοκαιριού και του φθινοπώρου.

Η εξακρίβωση του χρονικού διαστήματος που πετούν τα μεταναστευτικά άτομα του κάθε είδους μπορεί να επιτρέψει το σχεδιασμό των καταλληλότερων και συνεπώς αποτελεσματικότερων μέτρων καταπολέμησης, ώστε τόσο η άμεση ζημιά που επιφέρει η προσβολή των καλλιεργειών από τα διάφορα είδη αλλά κυρίως η έμμεση ζημιά και οι σημαντικές απώλειες που προκαλεί η μετάδοση των φυτικών ιών στα καλλιεργούμενα φυτά να περιοριστεί σημαντικά. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για τις καλλιέργειες των κηπευτικών οι οποίες υφίστανται βαρύτερες απώλειες από την προσβολή ιολογικών ασθενειών των οποίων τα παθογόνα αίτια μεταφέρονται και τα μολύσματα των διασπείρονται κυρίως με αφίδες. Η γνώση της περιόδου που τα σημαντικότερα είδη βάση αριθμού (πυκνότητας) μεταναστευτικών πτερωτών ατόμων εκδηλώνουν τη διασπορά τους και της αποτελεσματικότητας με την οποία τα διάφορα είδη αφίδων είναι σε θέση να μεταδώσουν τα ιολογικά παθογόνα μπορεί να επιτρέψει κάποια αποτελεσματική διαχείριση των προβλημάτων, με μέτρα που να στοχεύουν και να ενεργούν στο χρονικό εύρος της περιόδου αυτής.

Επί παραδείγματι, κάποια είδη μπορεί να έχουν αναπτύξει υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας σε κάποια φυτοπροστατευτικά προϊόντα (εντομοκτόνες ουσίες) και η γνώση αυτή μπορεί να επιτρέψει την εφαρμογή κατάλληλων δραστικών ουσιών, με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στα συγκεκριμένα είδη. Επειδή η εξάπλωση (πρόσληψη και μετάδοση) των μη έμμονων ιών δεν μπορεί να ελεγχθεί ικανοποιητικά με την εφαρμογή εντομοκτόνων ουσιών, άλλα μέτρα διαχείρισης όπως η αποφυγή εγκατάστασης των καλλιεργειών κηπευτικών τις περιόδους που να συμπίπτουν με

εκείνες της έντονης πτητικής δραστηριότητας των ιδιαίτερα αποτελεσματικών αφίδων-φορέων, μπορούν να αναζητηθούν ώστε να μειωθεί η επίπτωση των ιολογικών ασθενειών στις καλλιέργειες, ιδιαίτερα στα αρχικά ευαίσθητα στάδια ανάπτυξής τους. Ακόμα, η χρησιμοποίηση αντανεκλαστικών επιφανειών (φύλλα αλουμινόχαρτου) μπορεί να αξιοποιηθεί για να αποτρέψει την προσγείωση-εγκατάσταση των ιοφόρων αφίδων-φορέων στις καλλιέργειες των κηπευτικών. Αυτά και άλλα μέτρα απορρέουν από την ακριβή γνώση του χρόνου που κάθε σημαντικό είδος-φορέα παρουσιάζεται να πετά σε υψηλούς αριθμούς 'απειλώντας' τις καλλιέργειες.

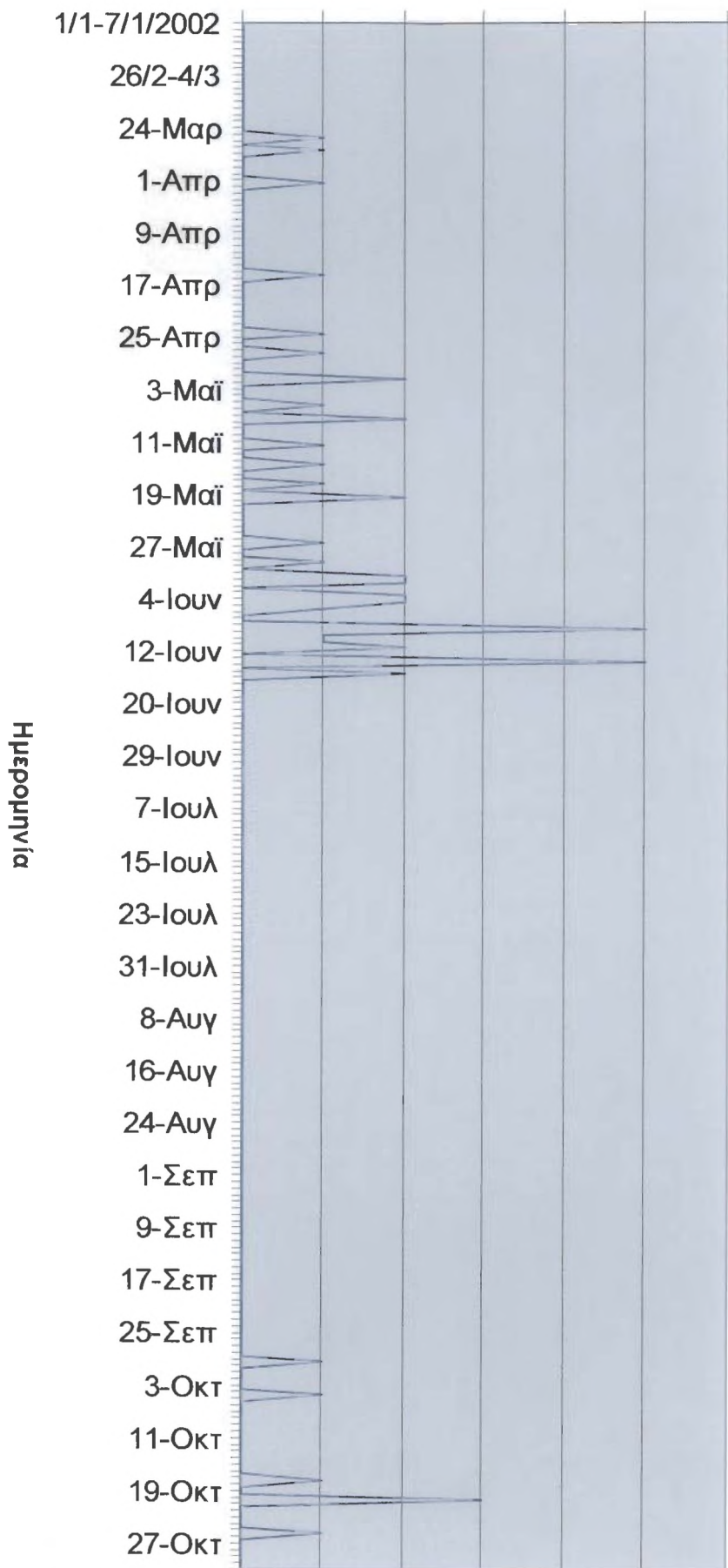
Τα 'σχέδια πτήσεις' των αφίδων δεν επαναλαμβάνονται πάντα απαραίλλακα την κάθε χρονιά, με απόλυτη ακρίβεια του χρόνου έναρξης και λήξης της περιόδου πτήσεων. Γι' αυτό απαιτείται η συνεχής λειτουργία των αναρροφητικών παγίδων, ώστε να καταγράφεται για κάθε χρονιά η περίοδος πτήσεως των αφίδων και να αποτυπώνονται οι όποιες διαφοροποιήσεις (πρωιμότερη ή οψιμότερη περίοδος πτήσεων). Έτσι, θα προσδιοριστεί με ακρίβεια το εύρος του χρονικού διαστήματος που αρχίζει και στο οποίο πραγματοποιείται η πτητική δραστηριότητα των σημαντικότερων αφίδων-φορέων των φυτικών ιών.

Ο συνολικός αριθμός των αφίδων που συνέλαβε η αναρροφητική παγίδα στη διάρκεια του έτους 2002 που βρίσκονταν σε λειτουργία ήταν 5147 άτομα. Σε κάποια είδη συνελήφθησαν ένα ή δύο άτομα καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ενώ σε άλλα υπήρξαν συγκεκριμένες χρονικές περίοδοι που εκδήλωσαν υψηλή δραστηριότητα πτήσεων και καταγράφηκαν στις συλλήψεις της αναρροφητικής παγίδας. Τα σημαντικότερα είδη, αυτά που παρουσίασαν τον υψηλότερο αριθμό συλλαμβανόμενων ατόμων καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και η διακύμανση των πτήσεων που πραγματοποίησαν αποτυπώνεται στα ακόλουθα διαγράμματα.

Αναγνώριση τμήσεων των σημαντικότερων εδών υφών
της συνελήφθησαν
με την αναπροσαρμογή της
έκδοσης ROTELANSTED
κατά το έτος 2002 στην περιοχή
του Ν. Θεσσαλονίκης

Αριθμός συλ. ατόμων

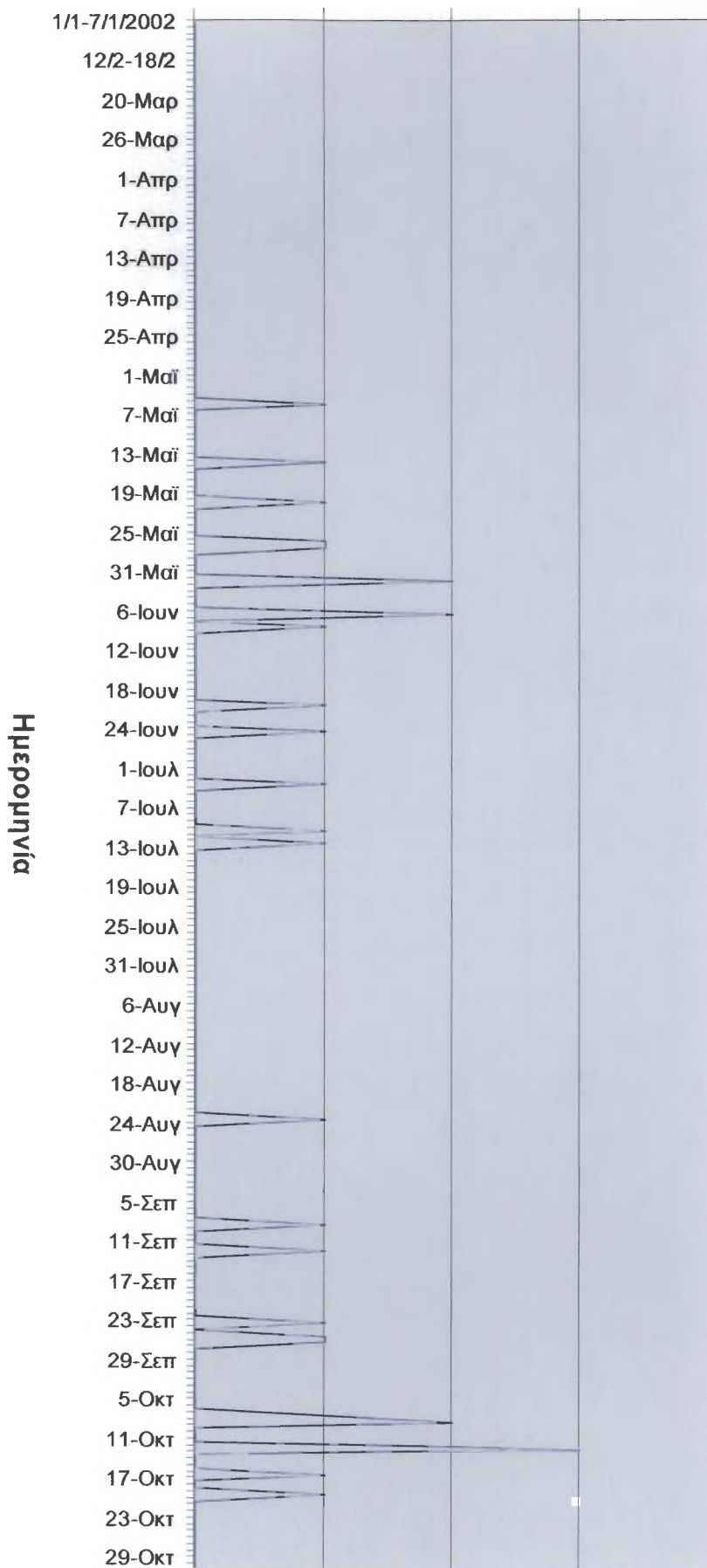
0 1 2 3 4 5 6



Acyrthosiphon pisum

Αριθμός συλ. ατόμων

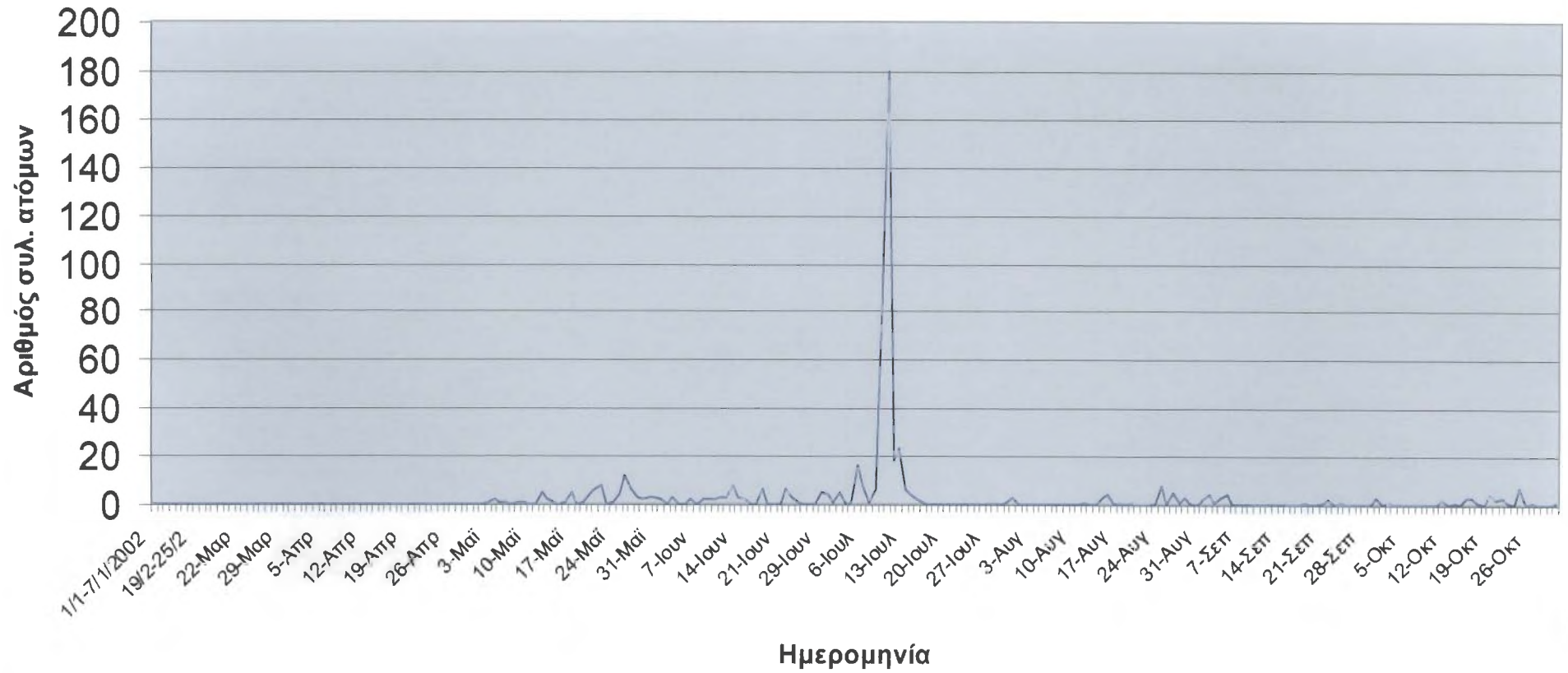
0 1 2 3 4



Ημερομηνία

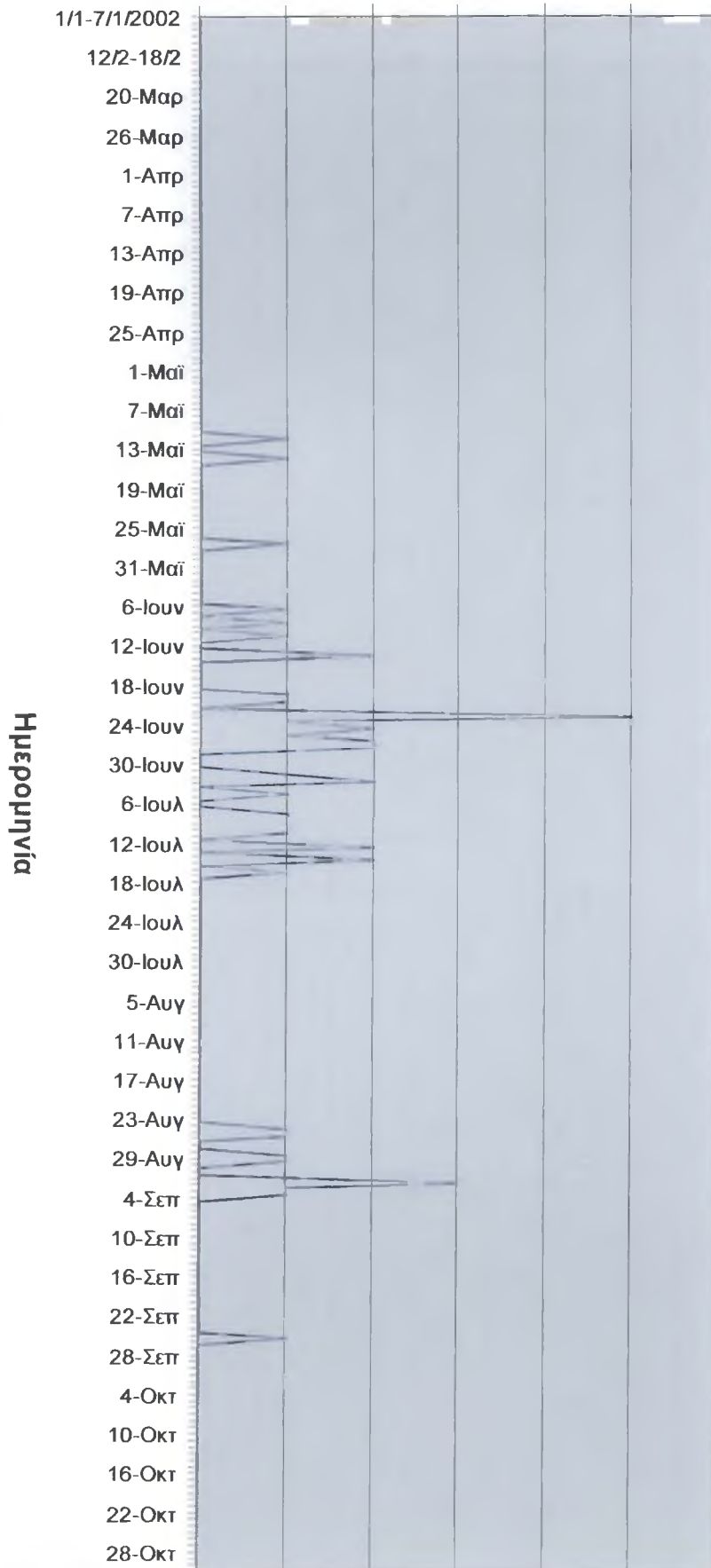
Apoccia corni

Aphis gossypii



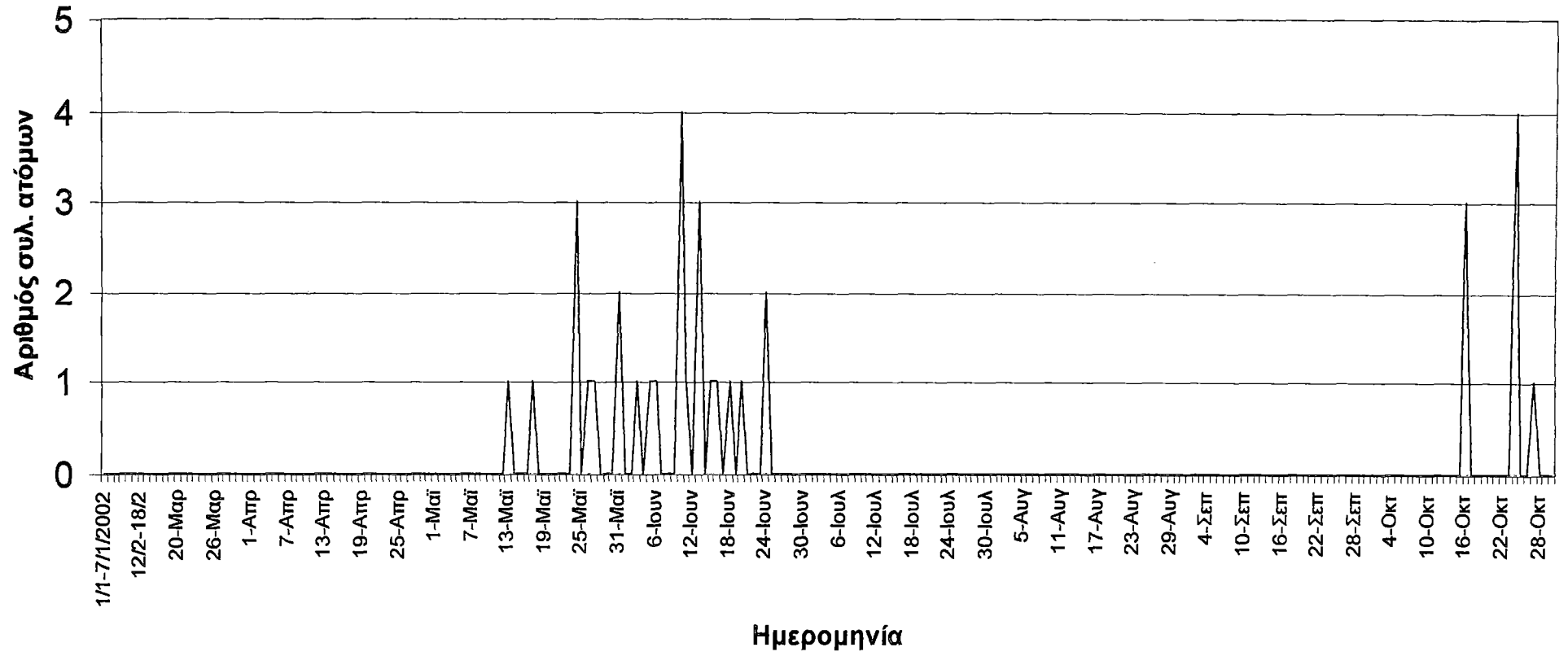
Αριθμός συλ. ατόμων

0 1 2 3 4 5 6

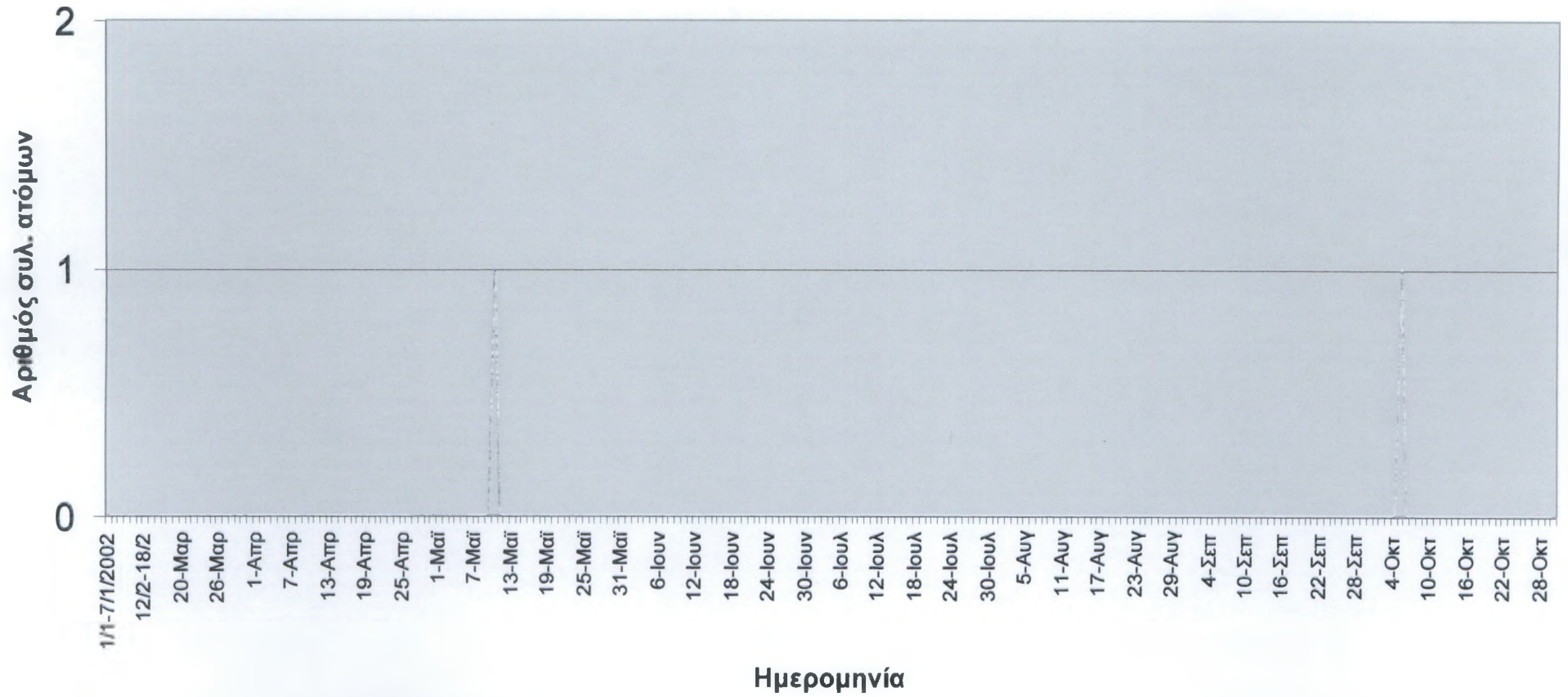


Aphis nerii

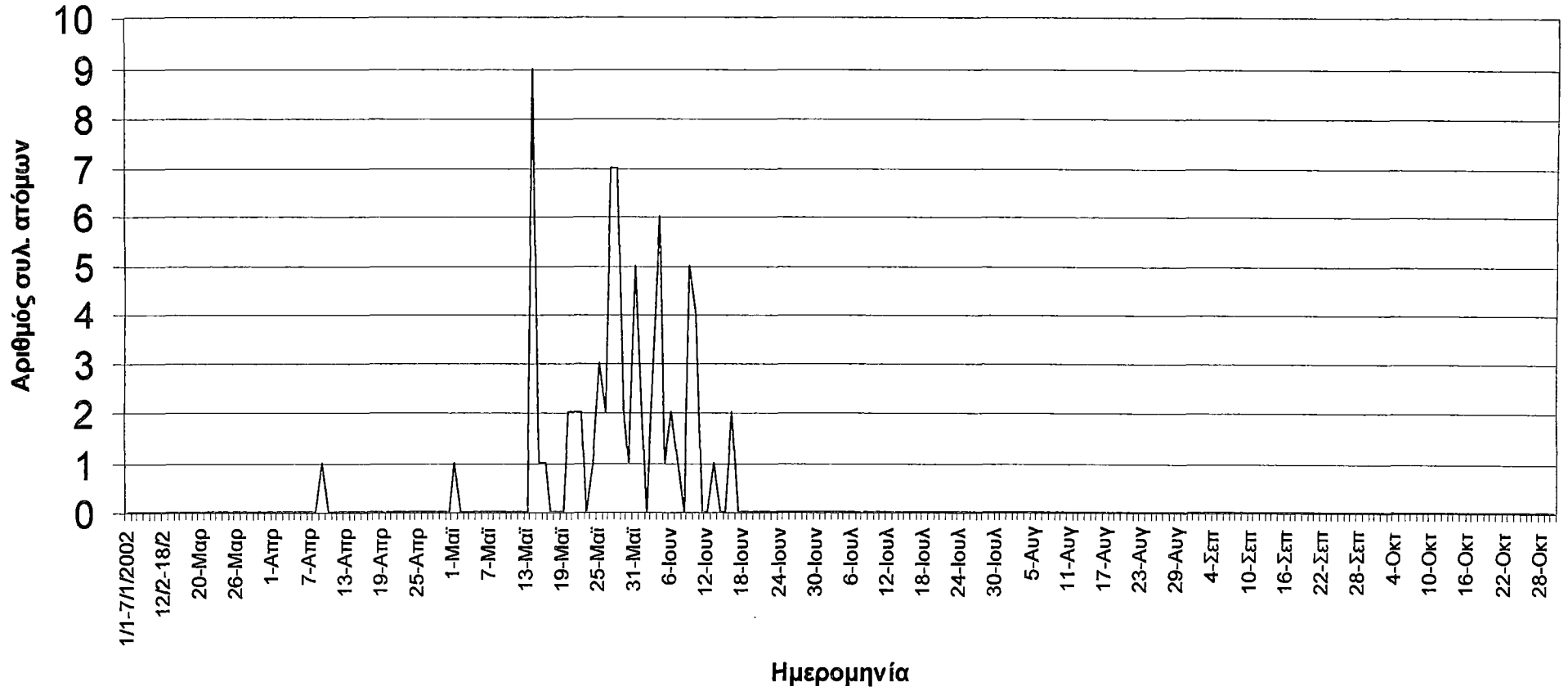
Aploneura lentisci



Aularorthum spp

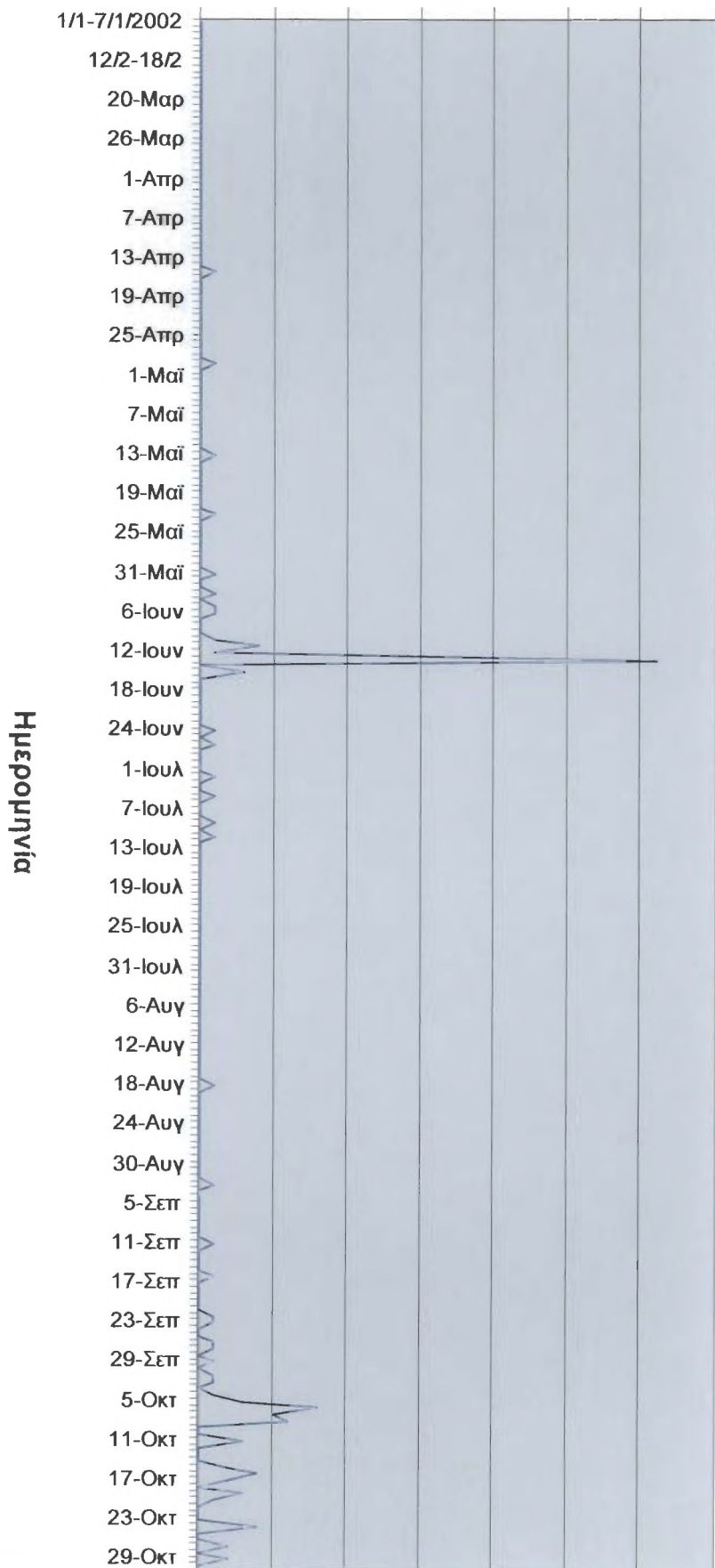


Brevicoryne brassicae



Αριθμός συλ. ατόμων

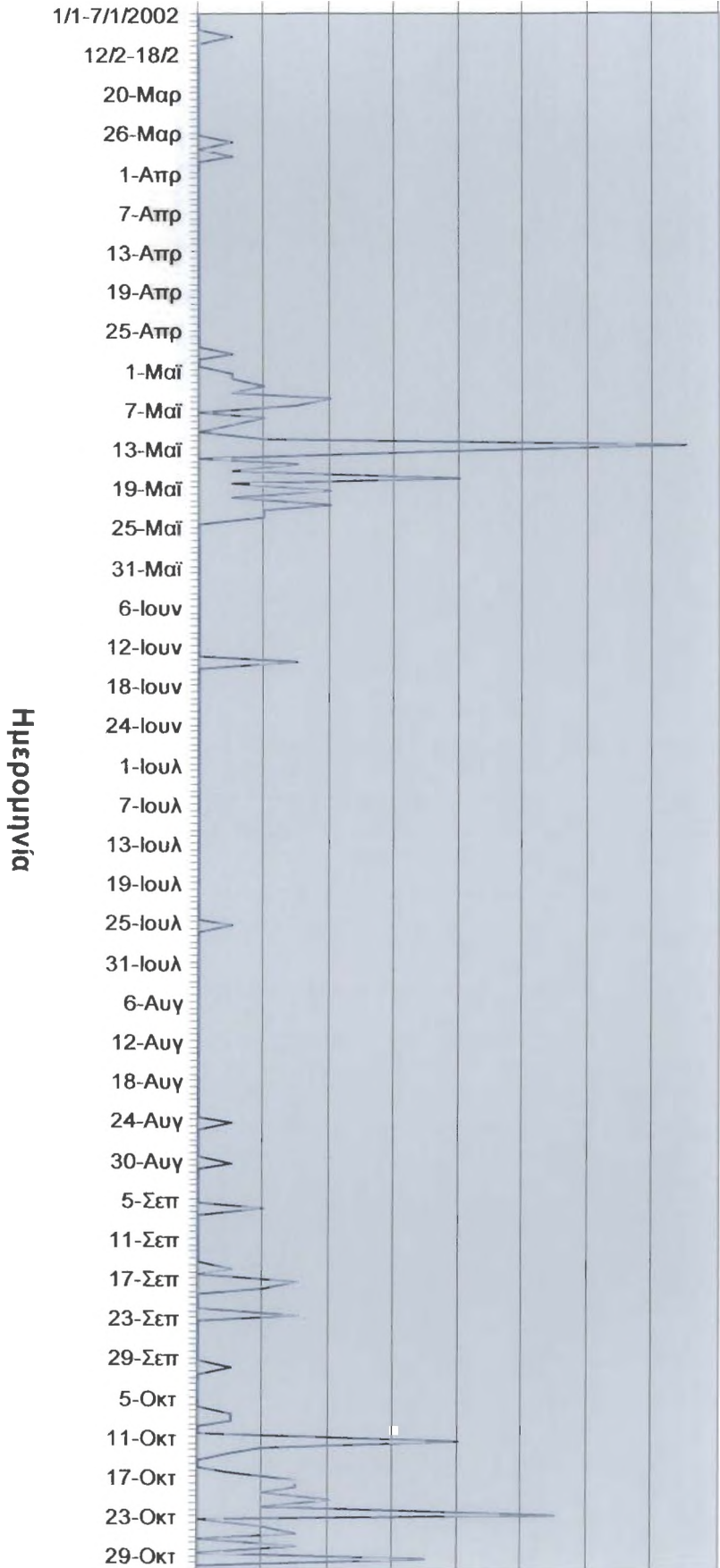
0 5 10 15 20 25 30 35



Capitophorus eleagni

Αριθμός συλ. ατόμων

0 2 4 6 8 10 12 14 16

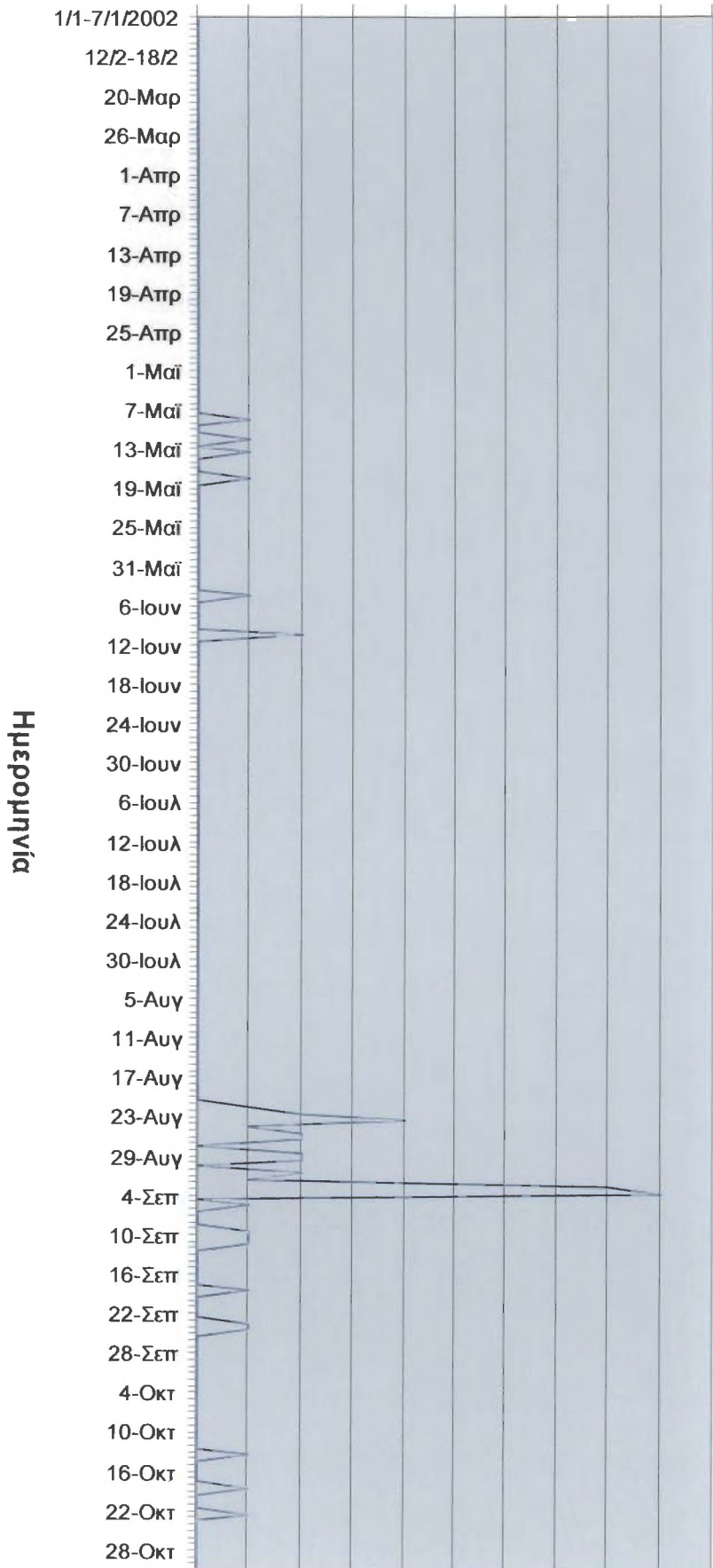


Ημερομηνία

Chaitophorus leuromelas

Αριθμός συλ. ατόμων

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Aphis craccivora

Αριθμός συλ. ατόμων

0

1

2

3

1/1-7/1/2002

12/2-18/2

20-Μαρ

26-Μαρ

1-Απρ

7-Απρ

13-Απρ

19-Απρ

25-Απρ

1-Μαϊ

7-Μαϊ

13-Μαϊ

19-Μαϊ

25-Μαϊ

31-Μαϊ

6-Ιουν

12-Ιουν

18-Ιουν

24-Ιουν

1-Ιουλ

7-Ιουλ

13-Ιουλ

19-Ιουλ

25-Ιουλ

31-Ιουλ

6-Αυγ

12-Αυγ

18-Αυγ

24-Αυγ

30-Αυγ

5-Σεπ

11-Σεπ

17-Σεπ

23-Σεπ

29-Σεπ

5-Οκτ

11-Οκτ

17-Οκτ

23-Οκτ

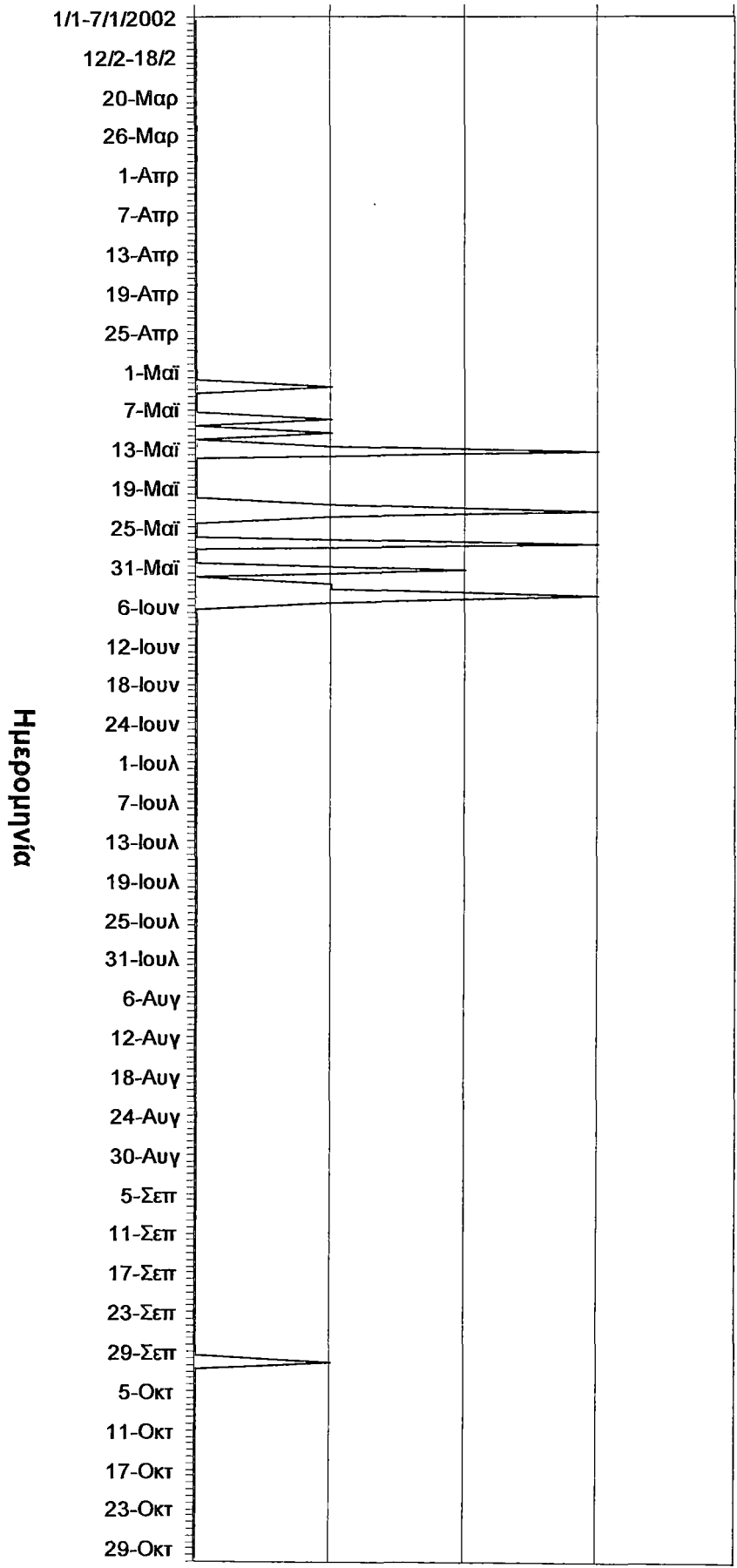
29-Οκτ

Ημερομηνία

Dysaphis apiifolia

Αριθμός συλ. ατόμων

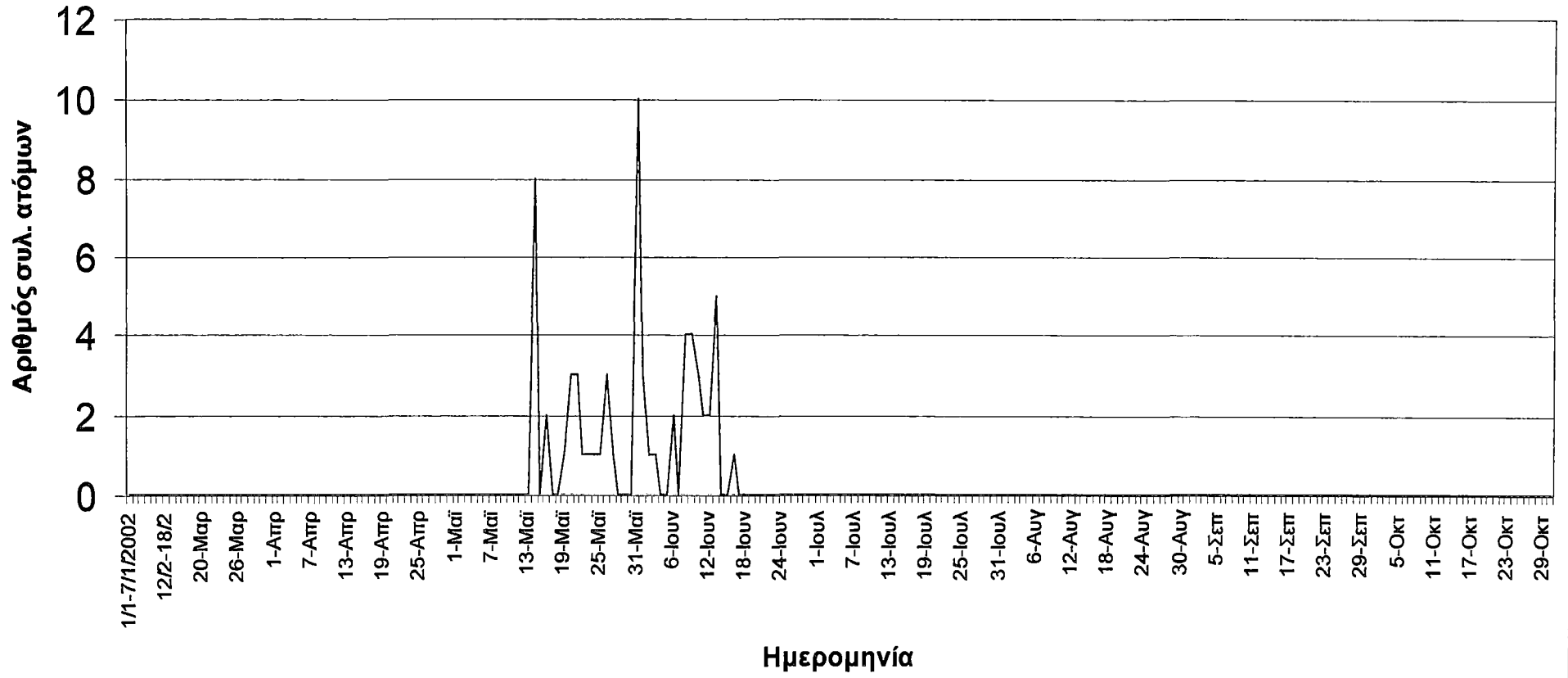
0 1 2 3 4



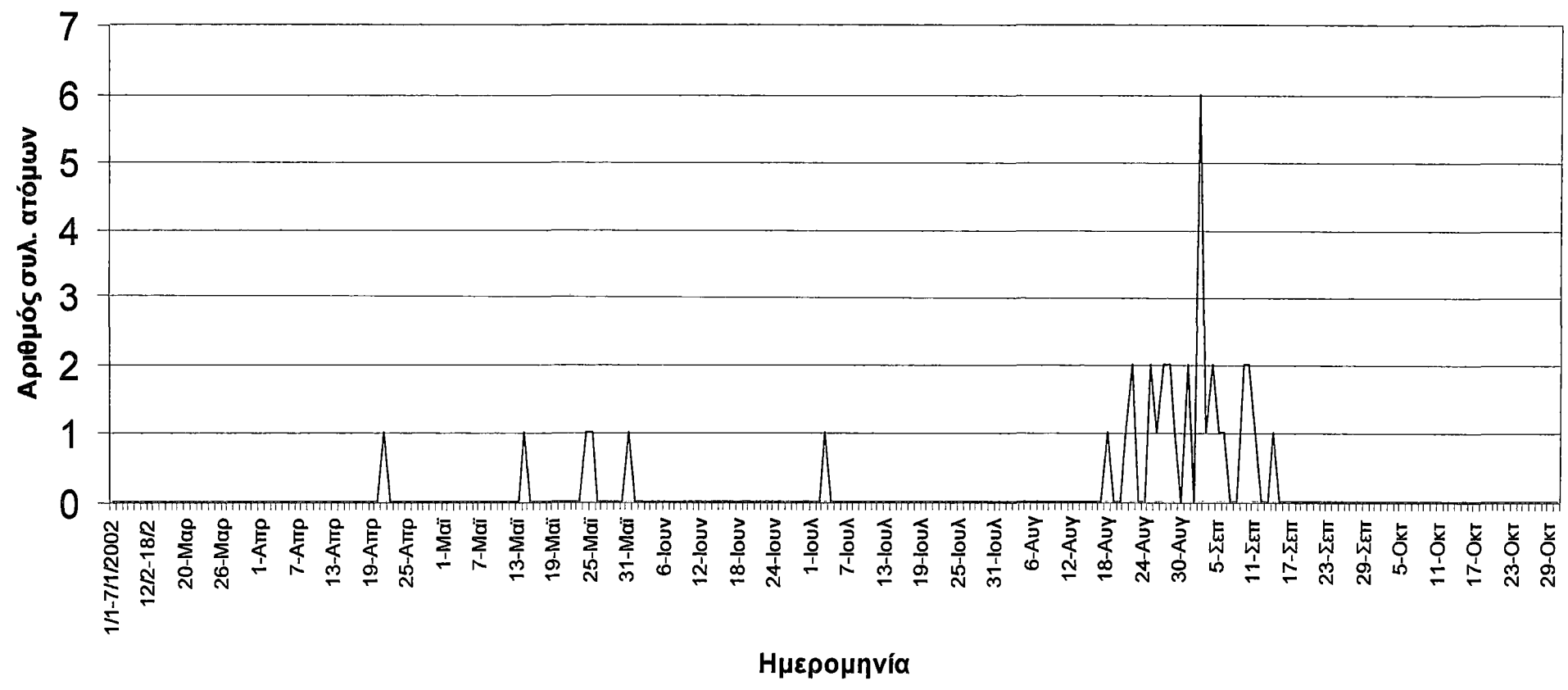
Ημερομηνία

Forda spp

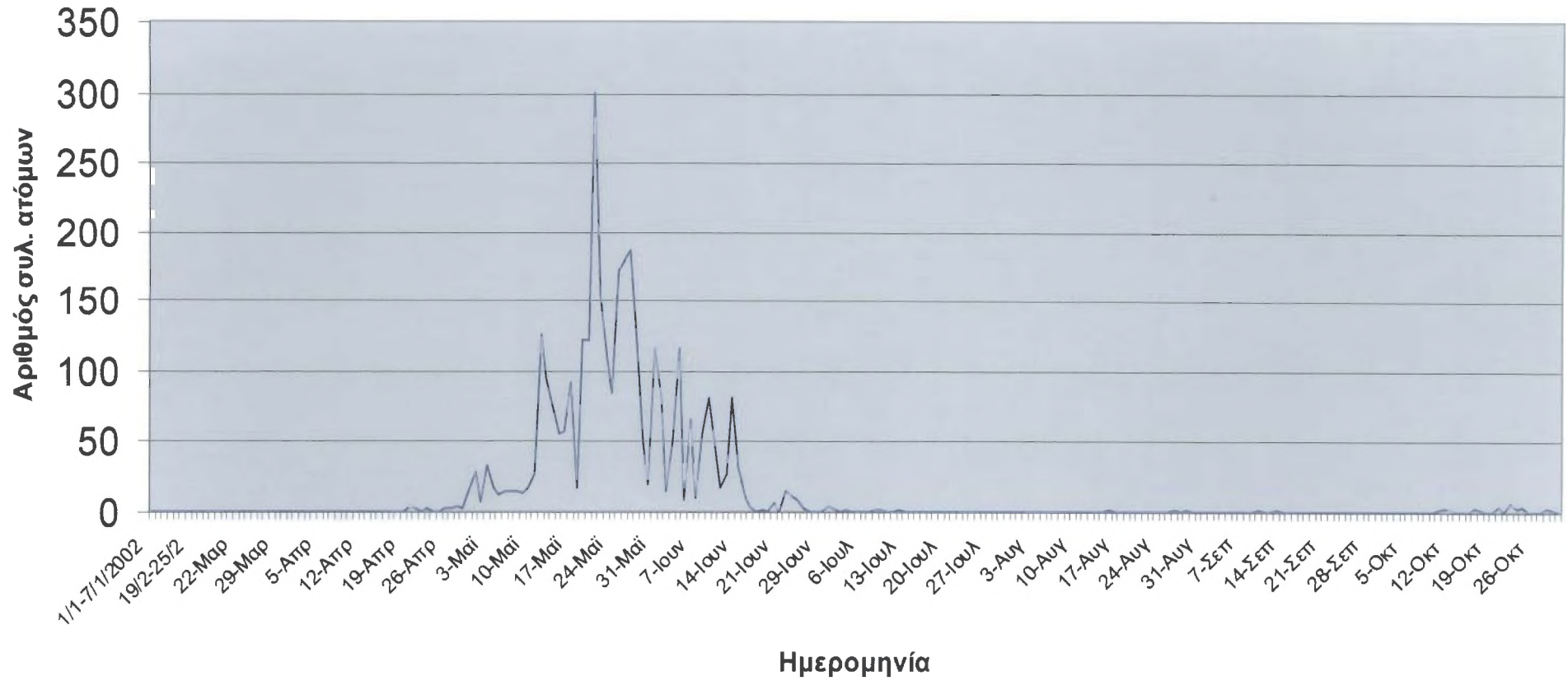
Hayhurstia artiplicis



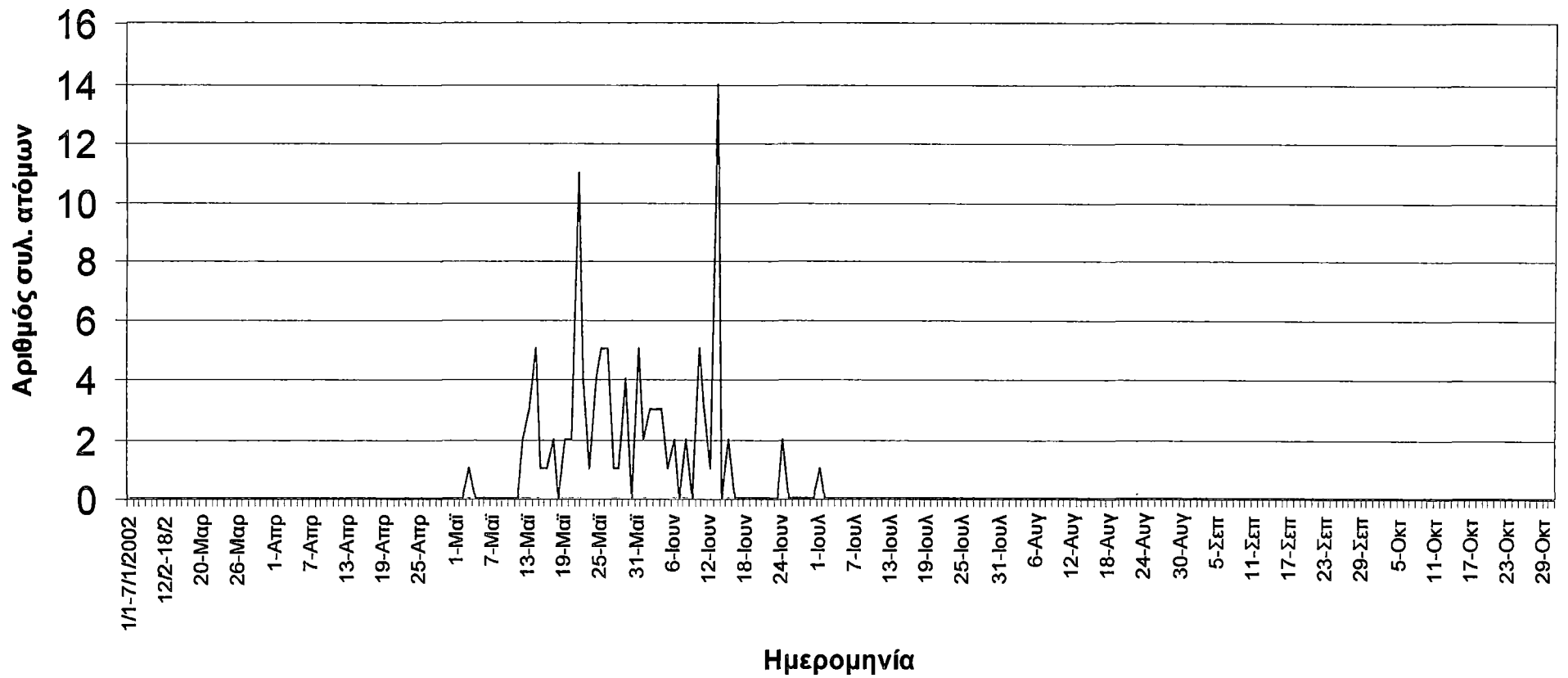
Hyadaphis coriandri



Hyalopterus pruni

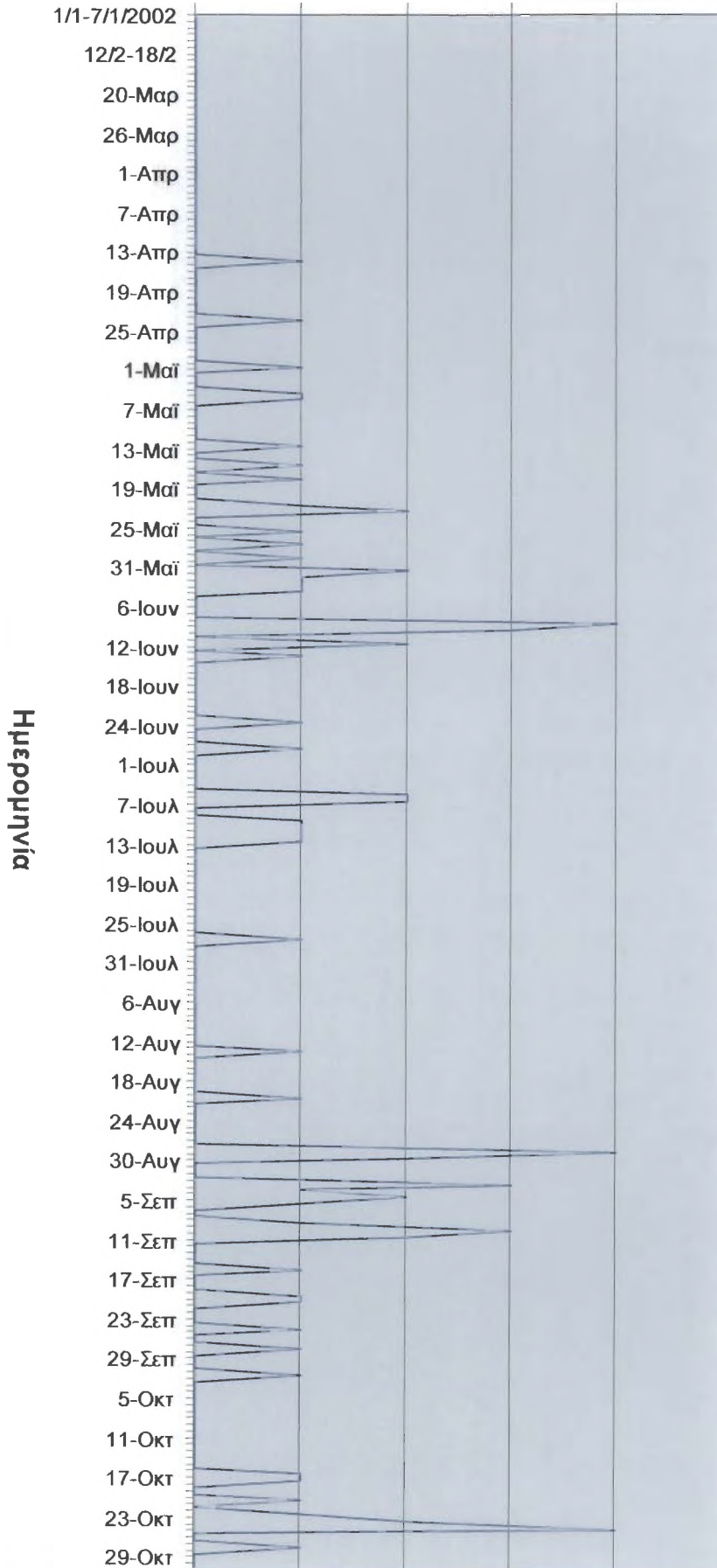


Metopolophium dirhodum



Αριθμός συλ. ατόμων

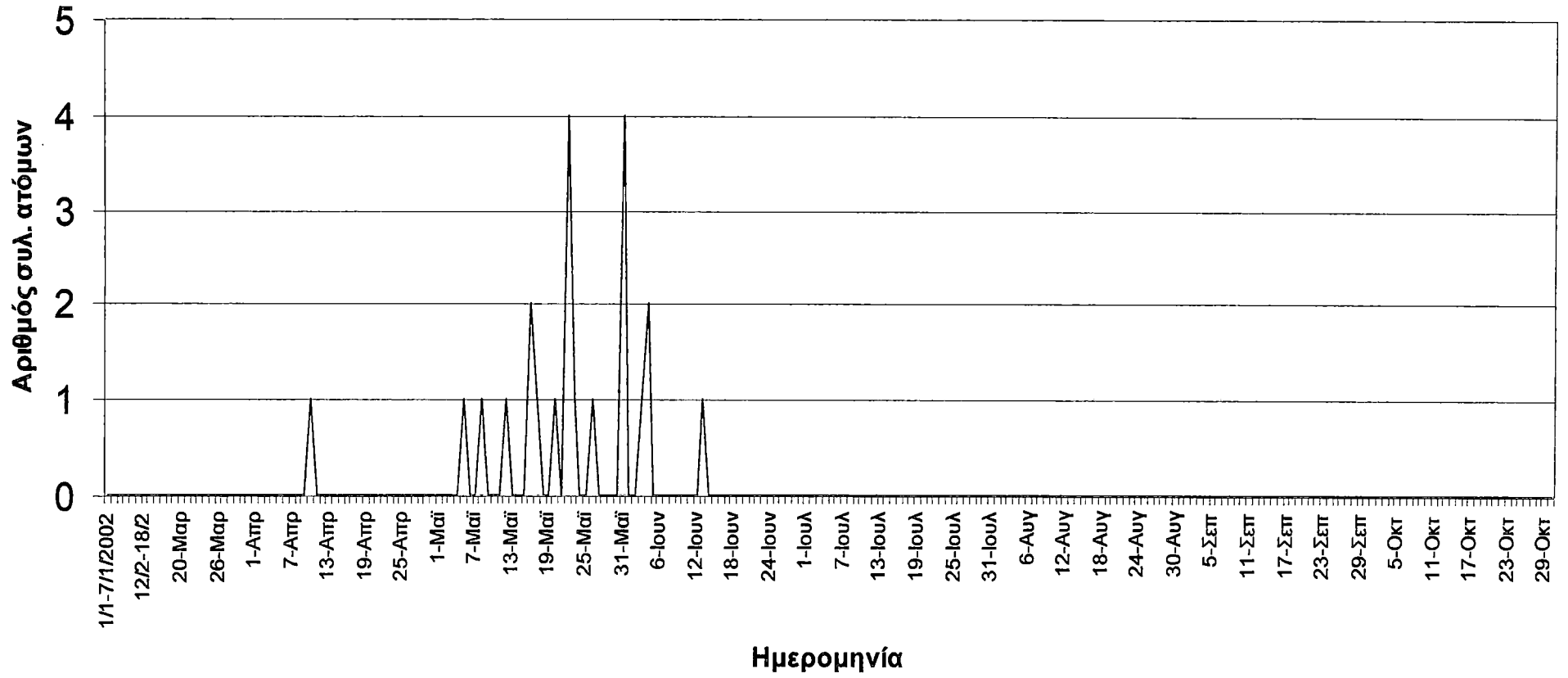
0 1 2 3 4 5



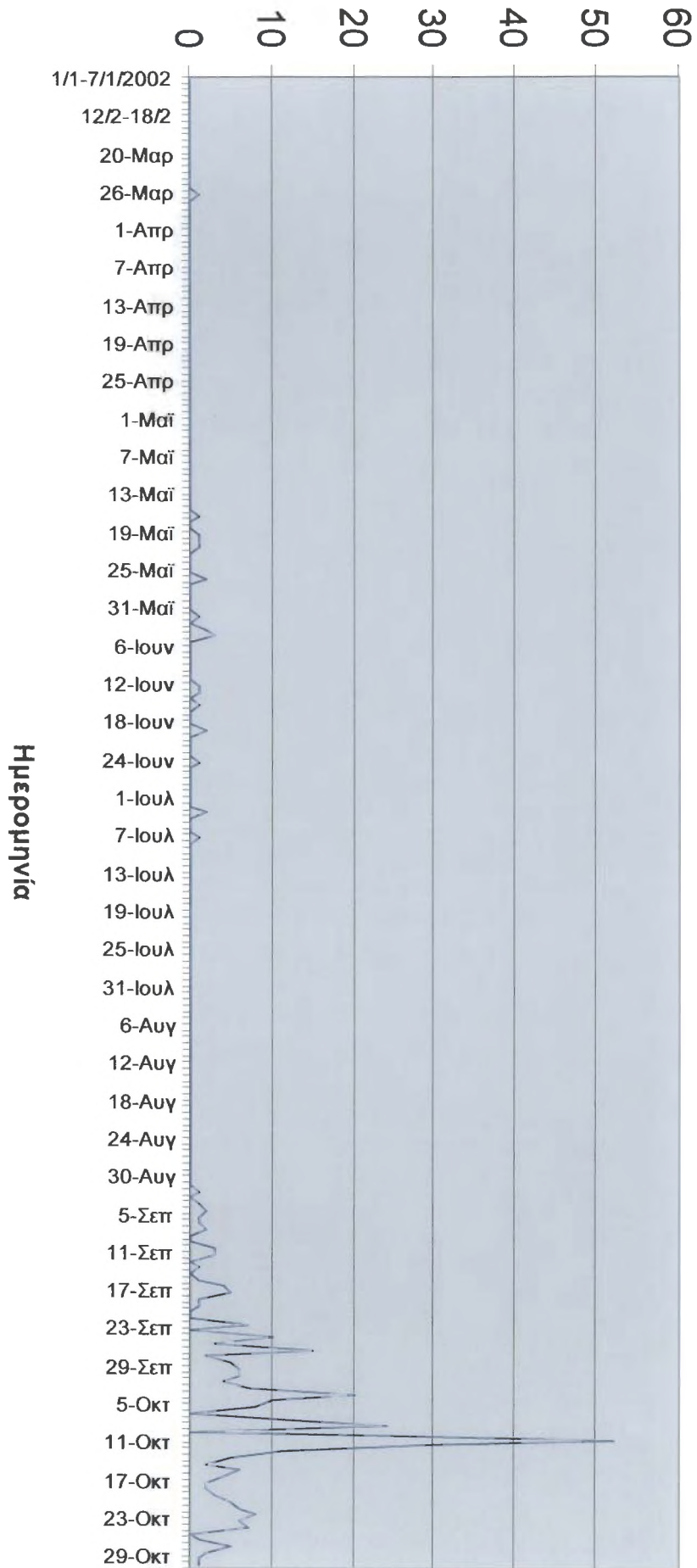
Ημερομηνία

Myzus persicae

Ovatus crataegarius



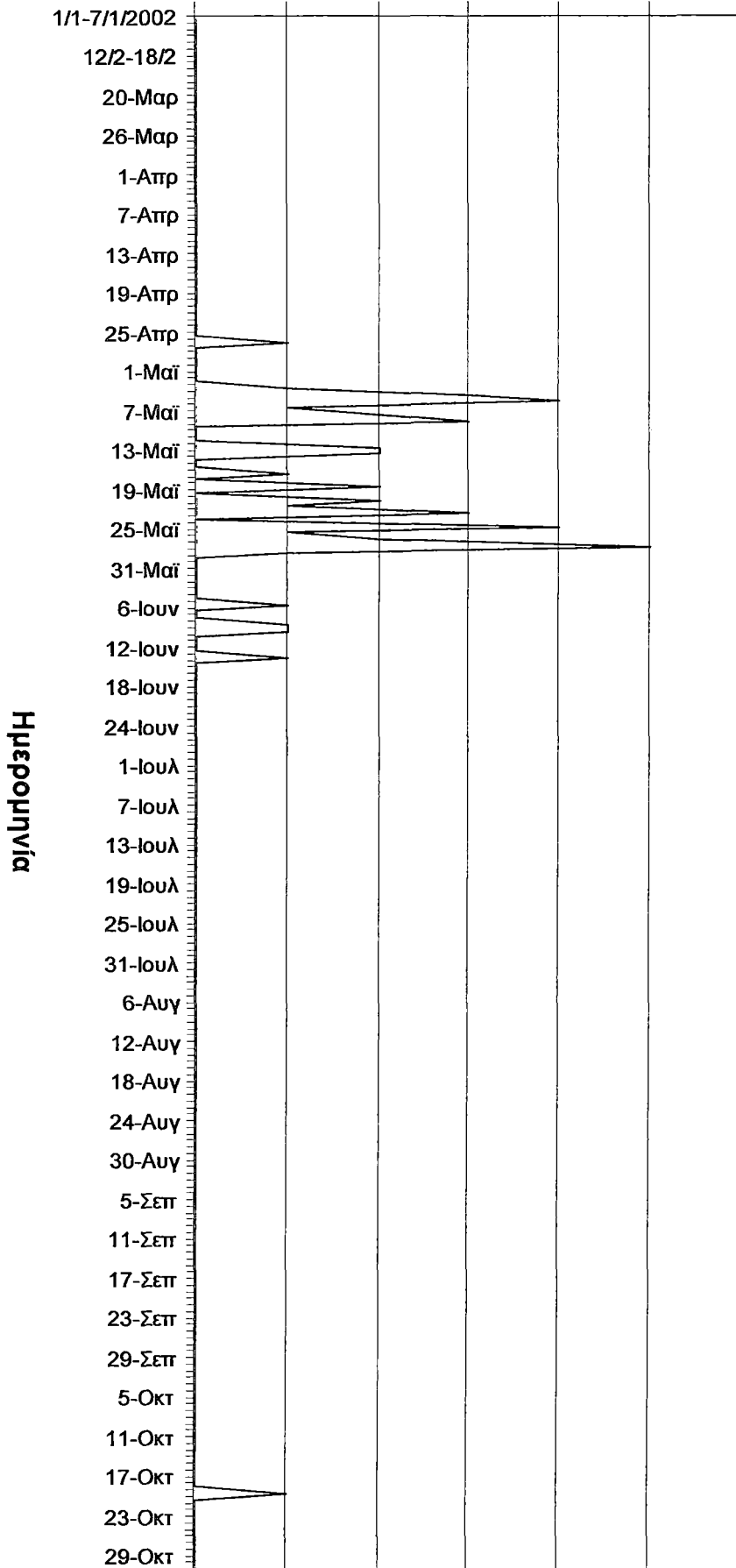
Αριθμός συλ. ατόμων



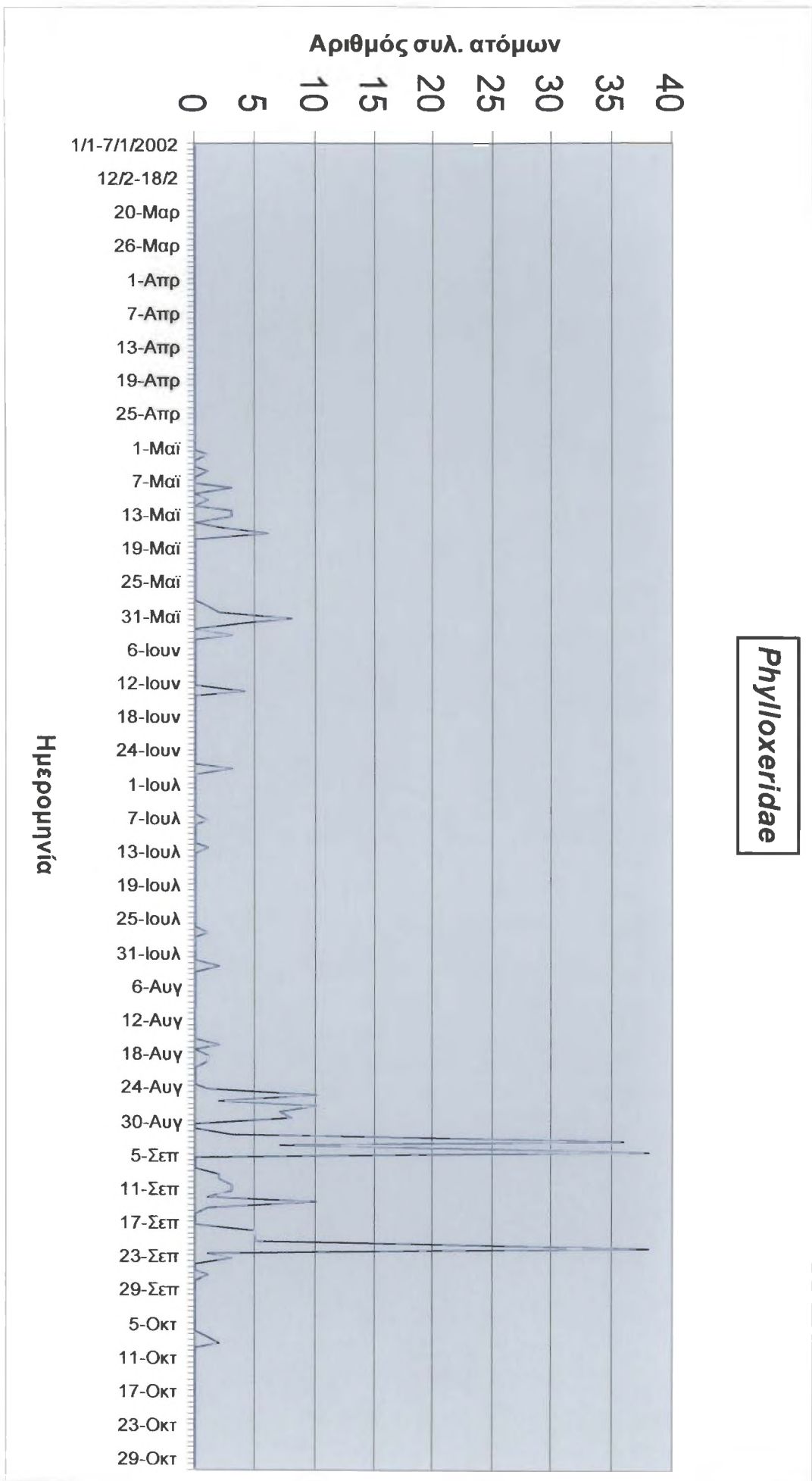
Remphigus spp

Αριθμός συλ. ατόμων

0 1 2 3 4 5 6

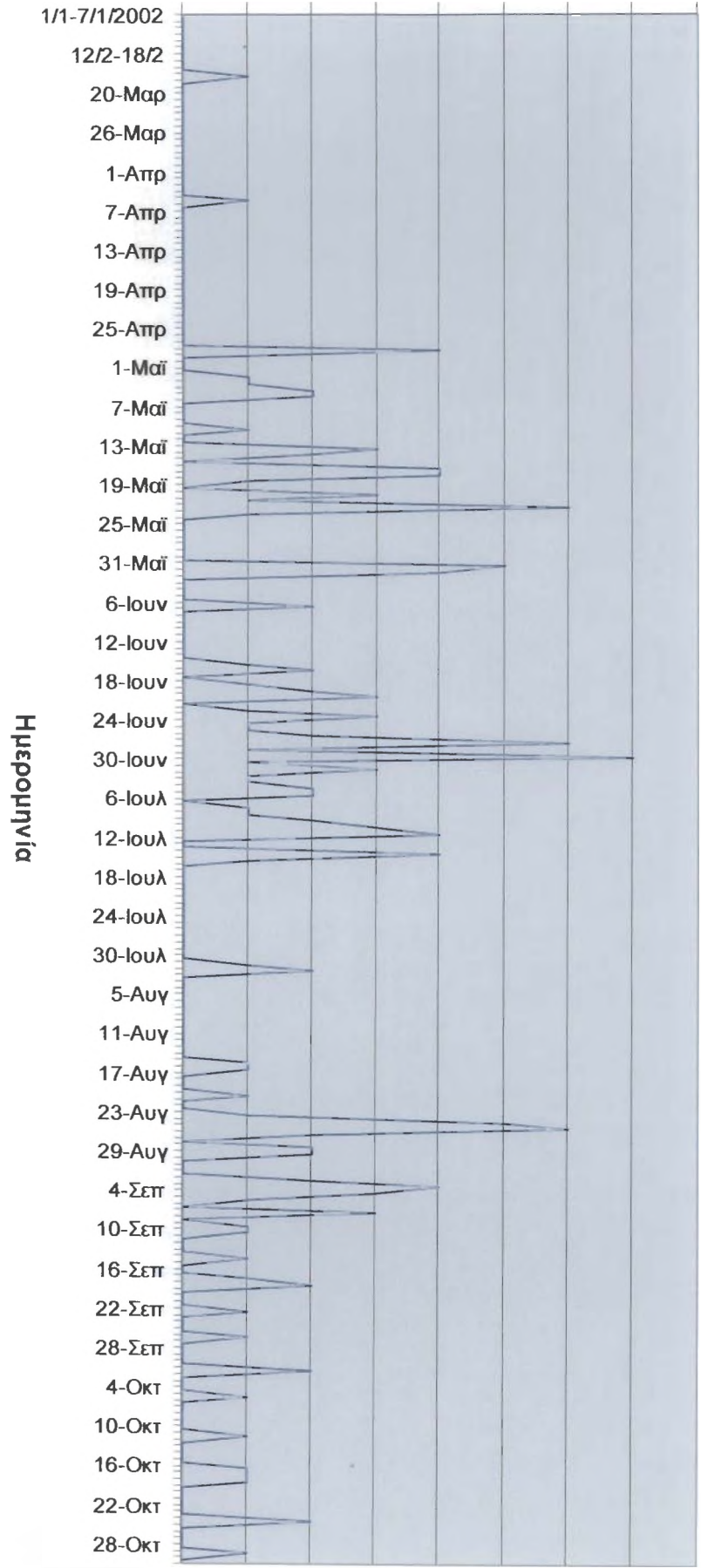


Phorodon humuli



Αριθμός συλ. ατόμων

0 1 2 3 4 5 6 7 8

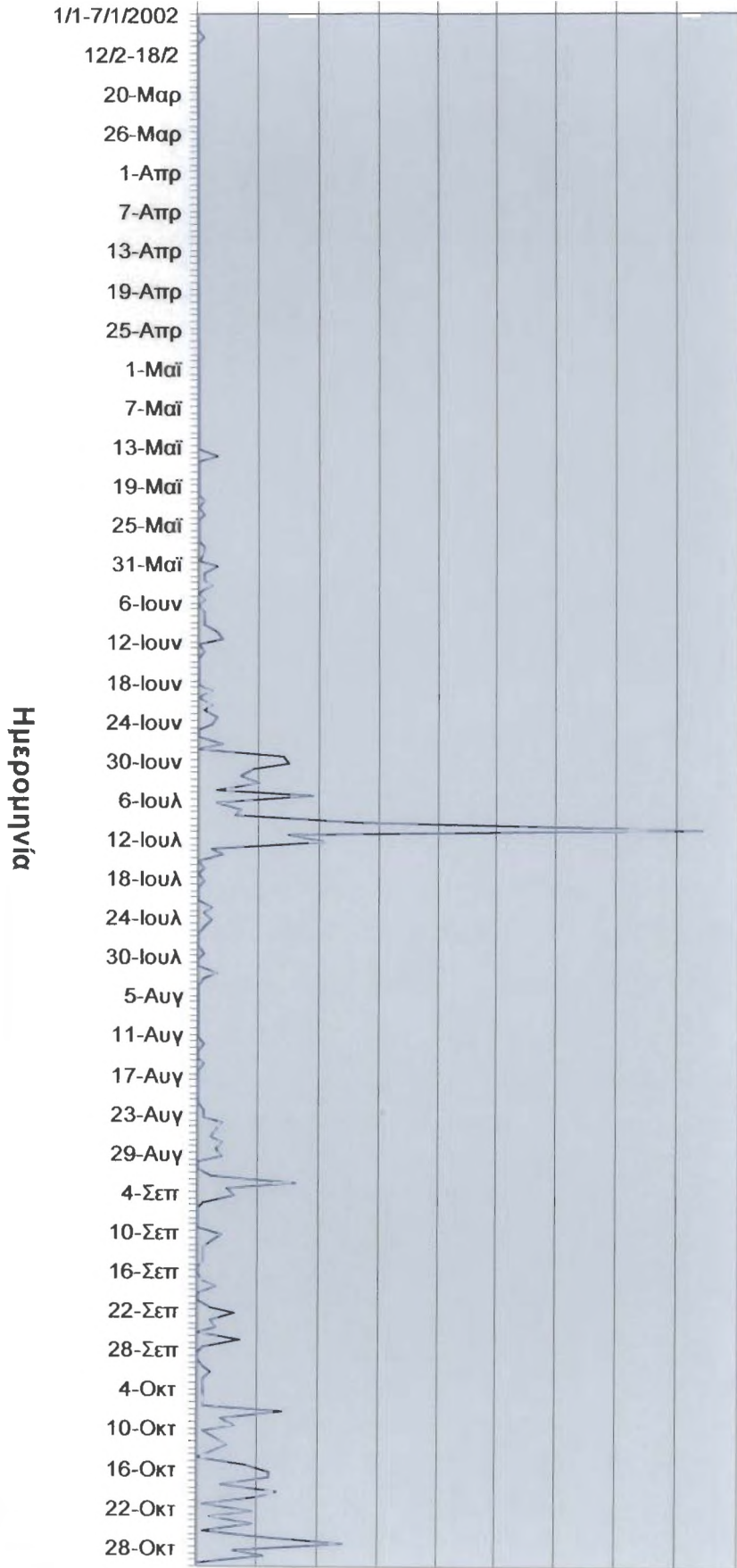


Ημερομηνία

Rhopalosiphum maidis

Αριθμός συλ. ατόμων

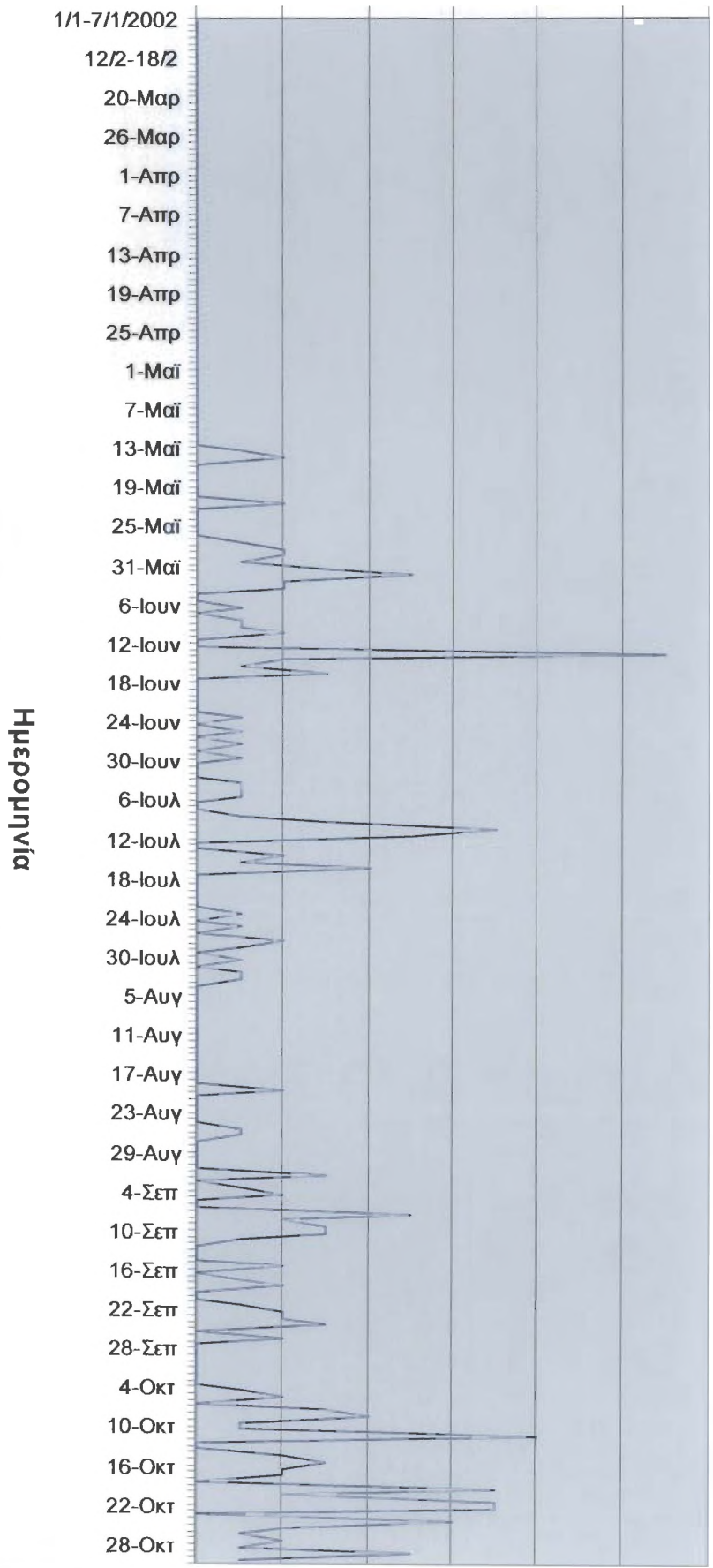
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90



Rhopalosiphum padi

Αριθμός συλ. ατόμων

0 2 4 6 8 10 12

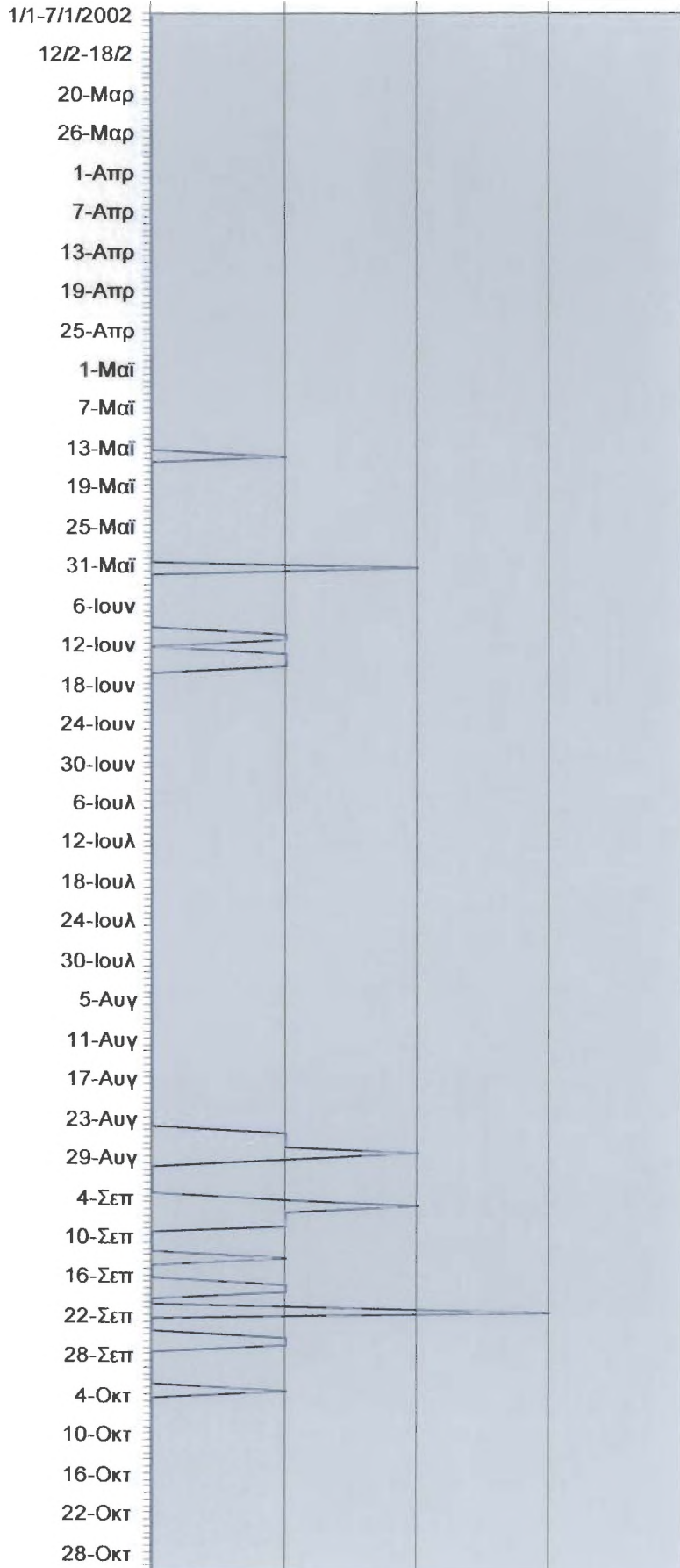


Ημερομηνία

Schizaphis graminum

Αριθμός συλ. ατόμων

0 1 2 3 4



Ημερομηνία

Siphia (Rungisia) maydis

Αριθμός συλ. ατόμων

0 10 20 30 40 50 60

1/1-7/1/2002

12/2-18/2

20-Μαρ

26-Μαρ

1-Απρ

7-Απρ

13-Απρ

19-Απρ

25-Απρ

1-Μαϊ

7-Μαϊ

13-Μαϊ

19-Μαϊ

25-Μαϊ

31-Μαϊ

6-Ιουν

12-Ιουν

18-Ιουν

24-Ιουν

30-Ιουν

6-Ιουλ

12-Ιουλ

18-Ιουλ

24-Ιουλ

30-Ιουλ

5-Αυγ

11-Αυγ

17-Αυγ

23-Αυγ

29-Αυγ

4-Σεπ

10-Σεπ

16-Σεπ

22-Σεπ

28-Σεπ

4-Οκτ

10-Οκτ

16-Οκτ

22-Οκτ

28-Οκτ

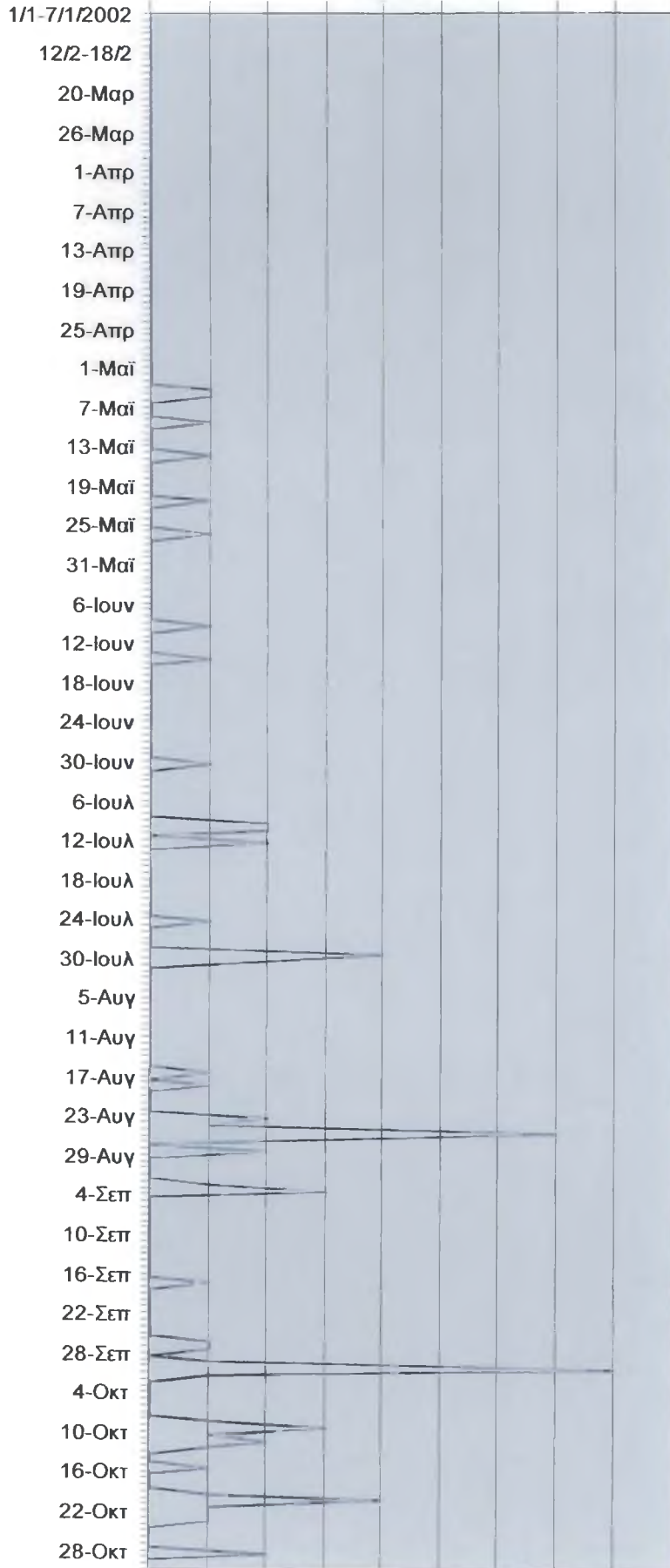
Ημερομηνία

Sitobion avenae

Αριθμός συλ. ατόμων

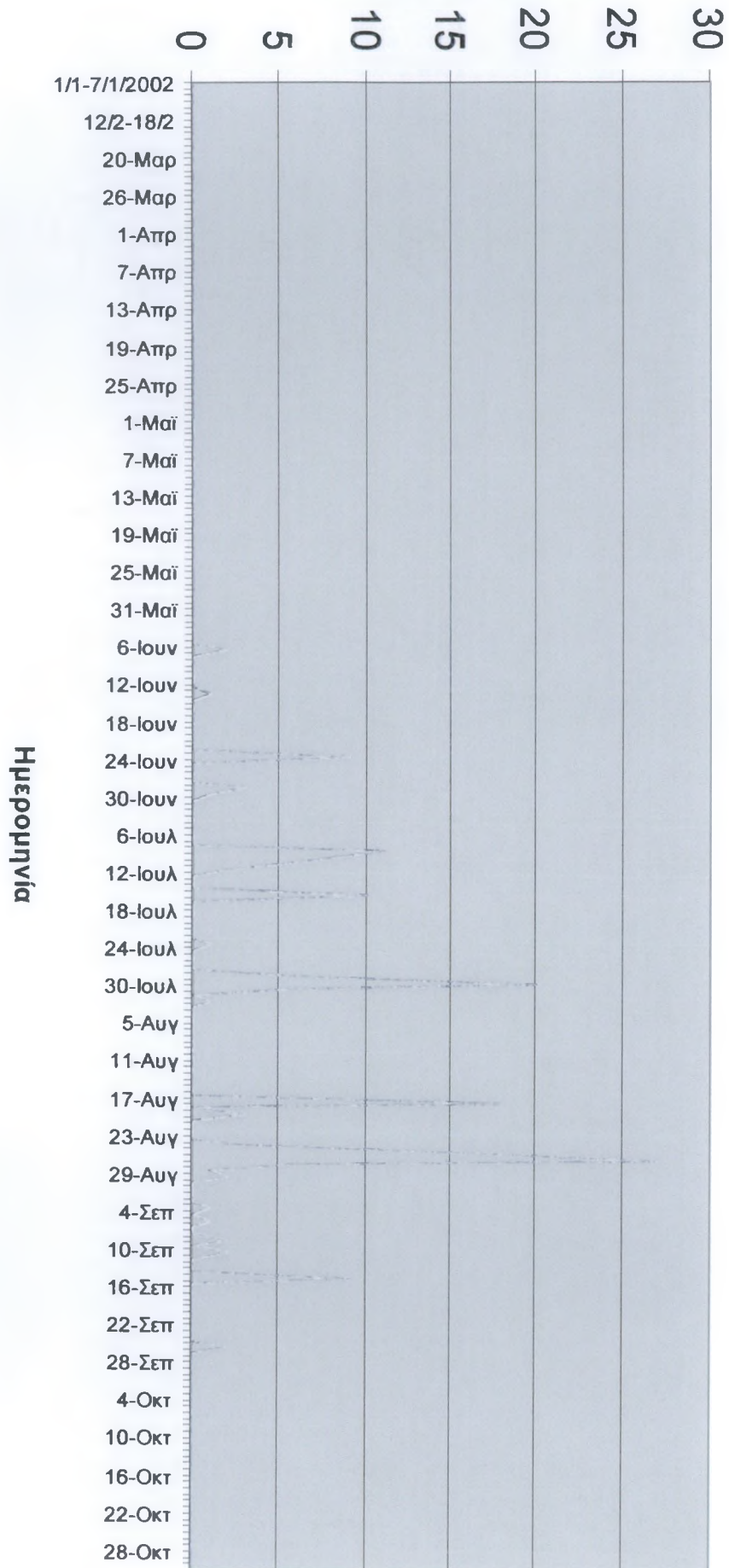
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ημερομηνία



Thelaxes spp

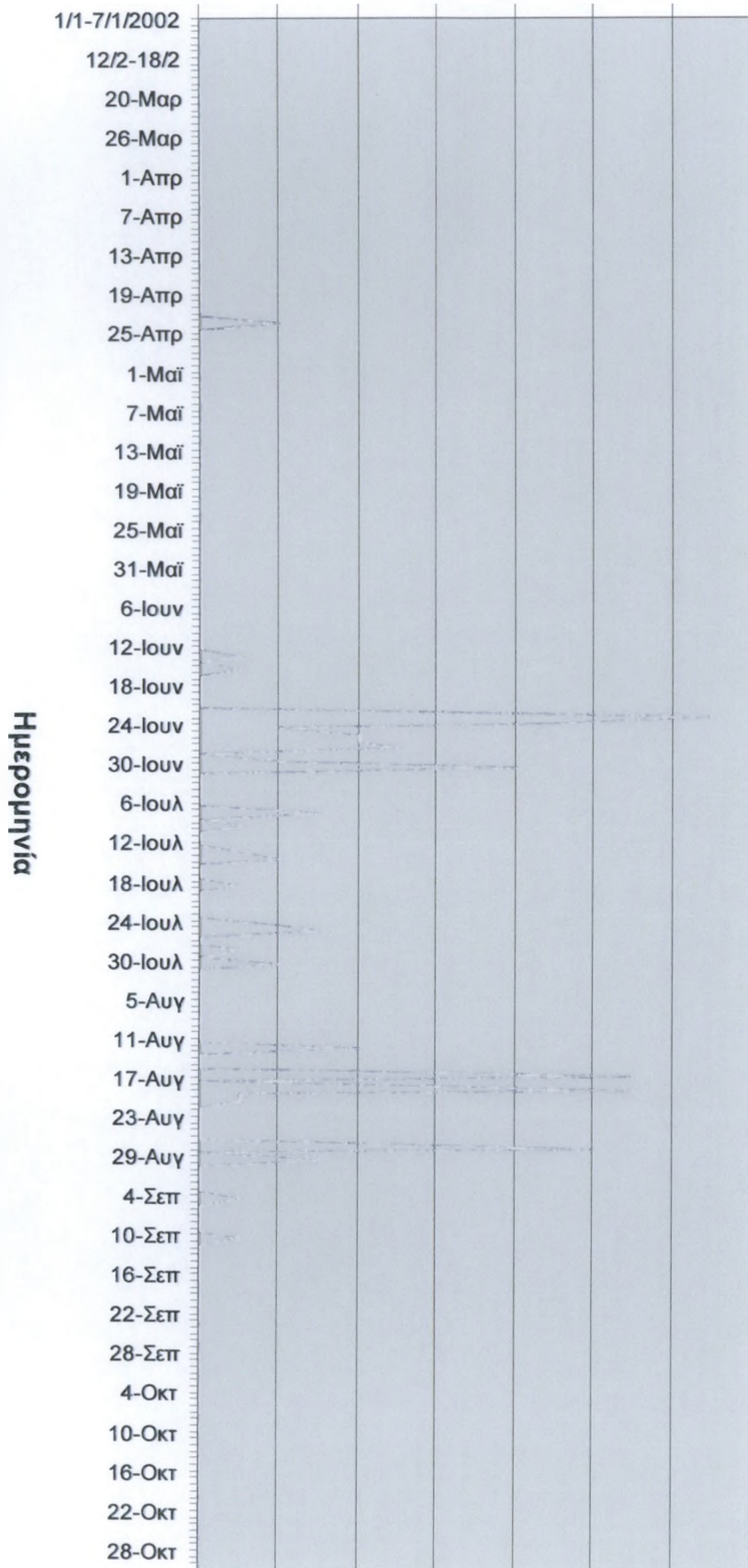
Αριθμός συλ. ατόμων



Therioaphis spp

Αριθμός συλ. ατόμων

0 2 4 6 8 10 12 14



Therioarphix trifolii

Hyalopterus pruni. Στο είδος αυτό παρατηρήθηκε πτητική δραστηριότητα των εντόμων από τις 20 Απριλίου έως και τις 7 Ιουλίου. Από τις 20 Απριλίου έως και τις 26 Μαΐου καταγράφεται ένας αυξανόμενος αριθμός συλλήψεων και παρουσιάζεται ένα μέγιστο πτήσεων στις 26 Μαΐου το οποίο ανέρχεται σε 300 άτομα. Έκτοτε, ακολουθείται μια φθίνουσα πορεία μέχρι τις 7 Ιουλίου, η οποία συνεχίστηκε με μηδενικές συλλήψεις έως και τις 15 Οκτωβρίου. Τέλος, διαπιστώθηκε μια μικρή πτητική δραστηριότητα του είδους από τις 17 έως τις 30 Οκτωβρίου.

Rhopalosiphum padi. Η πρώτη εμφάνιση (σύλληψη) πραγματοποιήθηκε στις 15 Μαΐου και ακολουθεί μια συνεχόμενη εμφάνιση πτερωτών ατόμων του είδους έως και τις 15 Ιουλίου. Το μέγιστο πτήσεων του είδους παρατηρήθηκε στις 17 Ιουλίου και ανήλθε σε 85 άτομα. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε μια συνεχόμενη εμφάνιση πτερωτών ατόμων έως και τις 28 Οκτωβρίου.

Hayhurstia artiplicis. Στο είδος αυτό παρατηρήθηκαν μηδενικές πτήσεις καθ' όλη τη χρονική διάρκεια του πειράματος με μόνη εξαίρεση το διάστημα από 15 Μαΐου έως 24 Ιουνίου, όπου και παρατηρήθηκε μια πτητική δραστηριότητα με τον μέγιστο αριθμό συλλήψεων να αποτυπώνεται στις 6 Ιουνίου (10 άτομα).

Schizaphis graminum. Για το είδος αυτό δεν διαπιστώθηκαν συλλήψεις μέχρι τα μέσα Μαΐου. Από τις 13 Μαΐου μέχρι και τις αρχές Νοέμβρη παρατηρήθηκε πτητική δραστηριότητα με μέγιστο πτήσεων στις 18 - 20 Ιουνίου. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε ένα δεύτερο μέγιστο πτήσεων το διάστημα ανάμεσα στα τέλη Αυγούστου έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου, περίπου από 25 Αυγούστου έως και 16 Σεπτέμβρη.

Phylloxeridae. Σε αυτό το είδος παρατηρήθηκαν από 1^η Μάη έως και 30 Αυγούστου κάποιες σποραδικές συλλήψεις. Μέσα στο Σεπτέμβριο συγκεκριμένα στις ημέρες 23η με 25η, παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη πτητική δραστηριότητα με μέγιστο αριθμό

συλλήψεων τα 38 άτομα. Στη συνέχεια, ακολουθεί σταδιακή μείωση των συλλαμβανόμενων ατόμων, έως και τις 13 Οκτώβρη.

Pemphigus spp. Στο είδος αυτό παρατηρήθηκαν κάποιες συλλήψεις από τις αρχές του χρόνου έως και τα τέλη Αυγούστου. Στη συνέχεια, από τις αρχές Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκε καθημερινή αύξηση των πτερωτών ατόμων που συλλαμβάνονταν στην παγίδα, η οποία ανήλθε στο μέγιστό της στις 17 Οκτωβρίου.

Capitophorus eleaegni. Σε αυτό το είδος παρατηρήθηκαν κάποιες σποραδικές συλλήψεις οι οποίες εκτεινόταν το χρονικό διάστημα από την αρχή της άνοιξης έως τις 12 Ιουνίου. Στη συνέχεια ακολουθείται η μέγιστη πτητική δραστηριότητα του είδους που φτάνει τα 32 άτομα στις 18 Ιουνίου. Στη συνέχεια παρατηρήθηκαν σποραδικές συλλήψεις εντοπισμένες στα μέσα του Οκτωβρίου.

Sitobion avenae. Στο είδος αυτό παρατηρήθηκε από τις αρχές Ιανουαρίου έως και τις 17 Ιουνίου μια συχνότητα πτήσεων που το μέγιστό τους ανήλθε στα 11 άτομα. Από τις 18 έως και τις 30 Ιουνίου, παρατηρήθηκε μια δεύτερη συχνότητα πτήσεων που αποτύπωσε το μεγαλύτερο αριθμό συλλαμβανόμενων ατόμων. Το μέγιστό της εκδηλώθηκε στις 27 Ιουνίου με 48 άτομα. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε μια τρίτη έξαρση στη συχνότητα πτήσεων από τις αρχές Ιουλίου έως τα τέλη Οκτωβρίου.

Thelaxes spp. Εδώ παρατηρήθηκε έως τις αρχές Μαΐου μηδενική πτήση ατόμων. Από τις 7 Μαΐου έως τα τέλη Ιουλίου διαπιστώθηκε μια μικρή συχνότητα πτήσεων. Στη συνέχεια αποτυπώθηκε μια αυξομείωση πτήσεων κατά το χρονικό διάστημα από το τέλος Ιουλίου στις 27 του μήνα δηλαδή έως και το τέλος (30/10) Οκτωβρίου. Το μέγιστο των πτήσεων του είδους καταγράφηκε στις 4 Οκτωβρίου και ανήλθε στα 8 άτομα.

Therioaphis trifolii. Για το είδος αυτό διαπιστώθηκε μηδενική πτητική δραστηριότητα έως και τα τέλη Ιουνίου με εξαίρεση στις 28 Απριλίου και στις 18 και 20 Ιουνίου. Στα τέλη Ιουνίου παρατηρήθηκε το μέγιστο πτήσεων που ανήλθε στα 13 άτομα και στη συνέχεια ακολουθήθηκε μια φθίνουσα πορεία έως τις 16 Αυγούστου. Από την επομένη ημέρα παρατηρήθηκε νέα κινητικότητα για κάποιες μέρες. Τέλος,

έως και τα τέλη Οκτωβρίου δεν διαπιστώθηκε νέα κινητικότητα πτερωτών ατόμων του είδους.

Hyadaphis coriandri. Από την 1 Ιανουαρίου έως και τις 24 Αυγούστου παρατηρήθηκαν κάποιες σποραδικές συλλήψεις που δεν ξεπέρασαν το 1 άτομο ανά ημέρα. Από τις 25 Αυγούστου έως και τις 18 Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκε μια νέα κινητικότητα και στις 5 Σεπτέμβρη εκδηλώθηκε το μέγιστο πτήσεων του είδους για όλο το χρόνο που ανήλθε στα 6 άτομα. Ακολούθως, αποτυπώθηκε μια φθίνουσα πορεία συλλήψεων μέχρι τις 18 Σεπτέμβρη και έκτοτε δεν καταγράφηκε καμία σύλληψη στα δείγματα της αναρροφητικής παγίδας.

Aphis spp. Για τα διάφορα είδη του γένους *Aphis* από τις αρχές του χρόνου έως και τις 28 Απριλίου δεν παρατηρήθηκε κάποια πτητική δραστηριότητα. Στη συνέχεια, από τις αρχές Μαΐου έως και τις 23 Αυγούστου καταγράφηκαν κάποιες συλλήψεις και ακολούθησε το μέγιστο πτήσεων που καταγράφηκε στα μέσα Αυγούστου περίπου στις 20 του μήνα έως και τις 15 Σεπτεμβρίου και ανήλθε στα 65 άτομα.

Aphis gossypii. Σε αυτό το είδος παρατηρήθηκε κατά τους 4 πρώτους μήνες, από Φεβρουάριο μέχρι και Απρίλιο μηδενική εμφάνιση πτήσεων. Μια συνεχής εμφάνιση πτερωτών ατόμων στις συλλήψεις παρατηρείται από τις 5 Μαΐου και μετά. Στα μέσα Ιουλίου συγκεκριμένα στις 10-21 έχουμε τη μεγαλύτερη πτητική δραστηριότητα που αποτυπώνεται με τον υψηλότερο αριθμό συλλαμβανόμενων ατόμων (170 άτομα περίπου στις 19 του μήνα).

Acyrtosiphon pisum. Η πρώτη εμφάνιση του είδους παρατηρήθηκε στα τέλη Μαρτίου και οι συλλήψεις εκτείνονταν χρονικά έως και τα μέσα Ιουνίου. Σ' αυτό το διάστημα καταγράφηκε και το μέγιστο των πτήσεων σε 2 διαφορετικές μέρες. Η δεύτερη εμφάνιση του είδους παρατηρείται μέσα στον Οκτώβριο με σποραδικές συλλήψεις ατόμων.

Metopolophium dirhodum. Η εμφάνιση και παρουσία του είδους αυτού καταγράφηκε για 3 μήνες, το διάστημα από Μάιο έως και 7 Ιουλίου. Στις 18 Ιουνίου διαπιστώθηκε η μεγαλύτερη πτητική δραστηριότητα που ανήλθε στα 14 άτομα.

Brevicoryne brassicae. Για το είδος αυτό διαπιστώθηκε εμφάνιση (σύλληψη) κάποιων ατόμων μέσα στους μήνες Απρίλιο-Μάιο. Από τα μέσα Μάιου (13/05) έως και 18 Ιουνίου έχουμε αυξημένη κινητικότητα του εντόμου. Το μέγιστο συλλήψεων του είδους καταγράφηκε στις 19 Μαΐου.

Therioaphis spp. Στο είδος αυτό η πρώτη σύλληψη πραγματοποιήθηκε στις 12 Ιουνίου και η τελευταία στις 30 Σεπτεμβρίου. Πριν και μετά το καλοκαίρι δεν έχουμε καμία παρουσία του είδους στις συλλήψεις της αναρροφητικής παγίδας. Η μεγαλύτερη πτητική δραστηριότητα παρατηρήθηκε στις 30 Αύγουστου όπως αποτυπώθηκε με τη σύλληψη 28 ατόμων.

5. НАРАЧУМА ОБУЧЕЊА

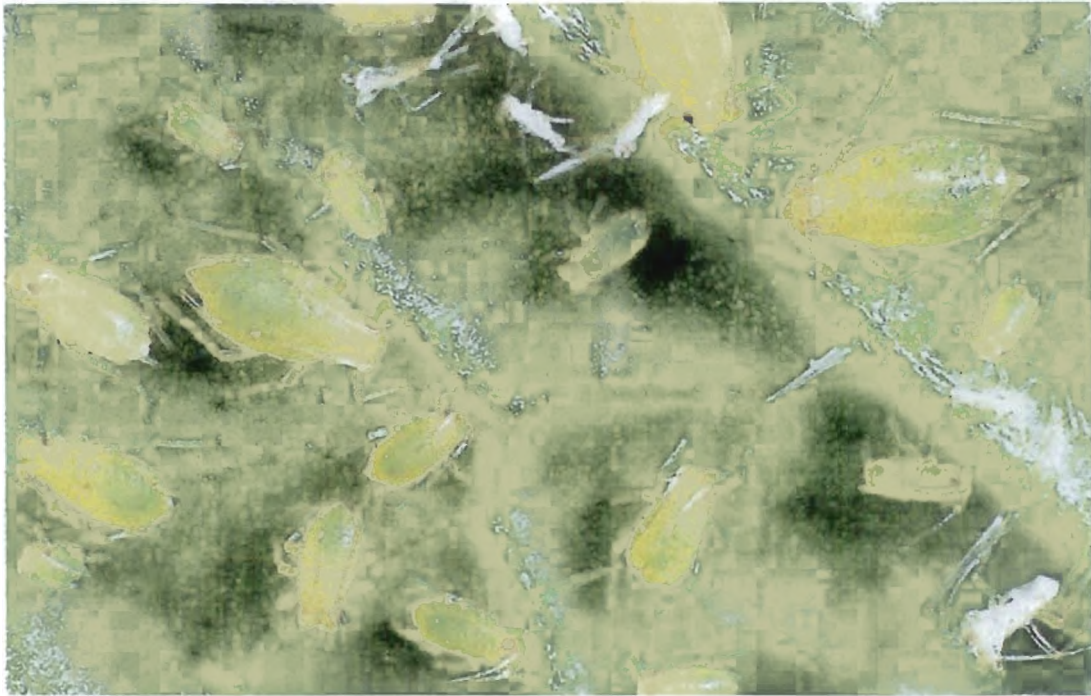
[Faint, illegible text]



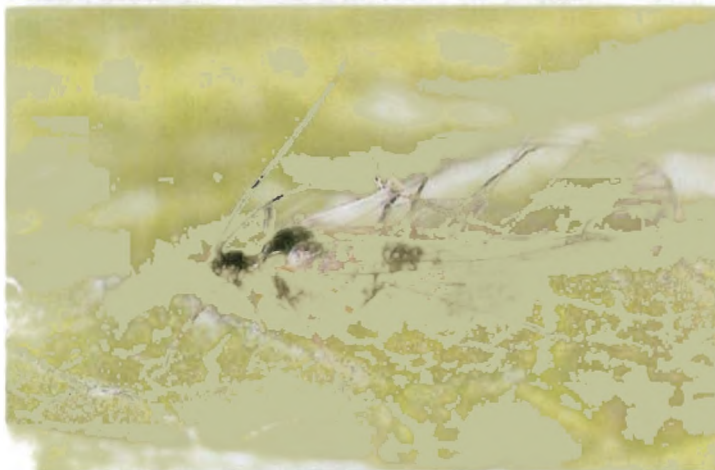
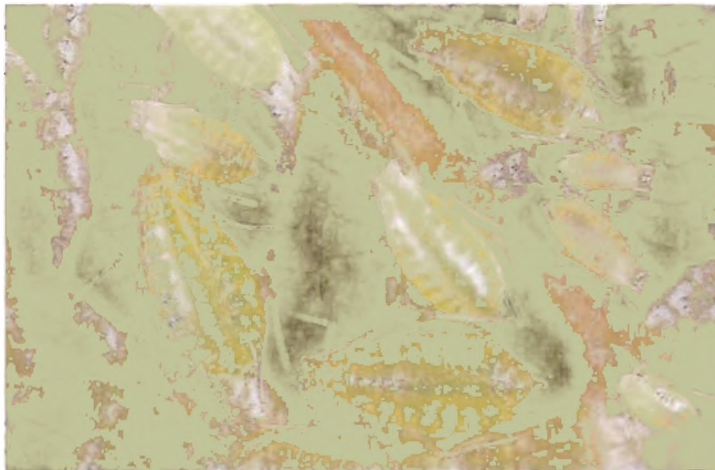
1. Όγκος σε βλαστό φτελιάς (*Ulmus* spp.) από το είδος *Eriosoma lanuginosum*



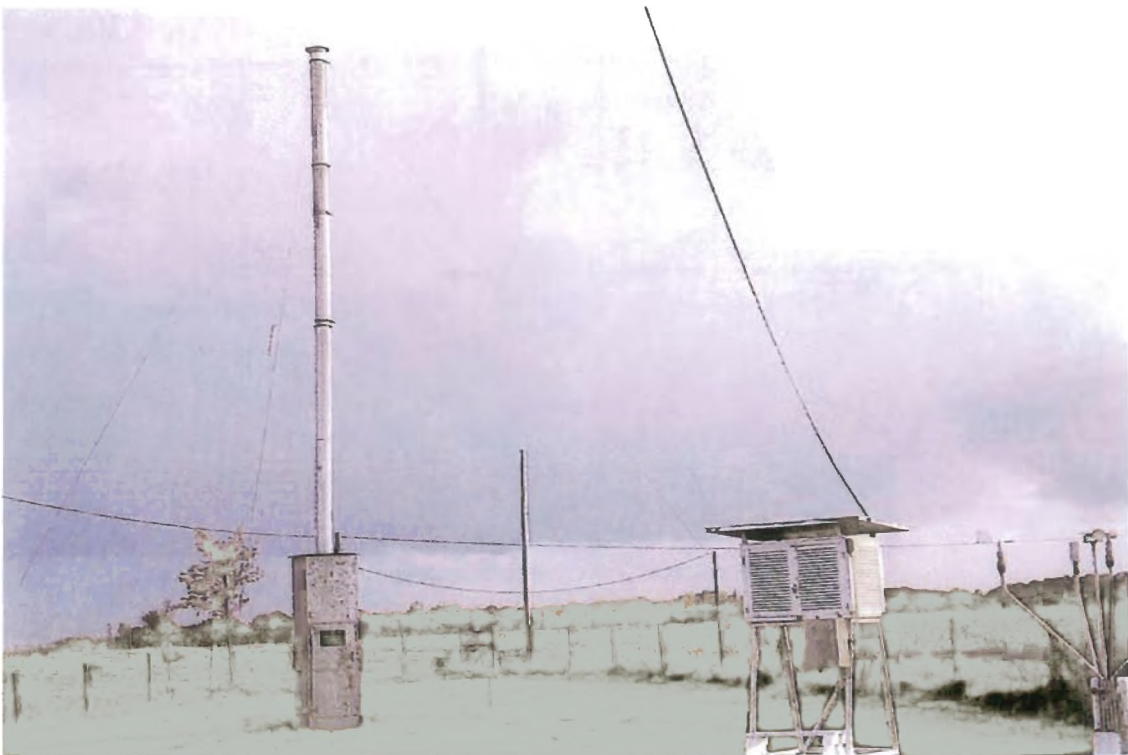
2. Πτερωτό άτομο του είδους *Brachycaudus helichrysi*



3. Άπτερα άτομα της πράσινης αφίδας της ροδακινιάς, *Myzus persicae*



4. Πτερωτό και άπτερα άτομα της αφίδας της δαμασκηνιάς και του λυκίσκου, *Phorodon humuli*



5. Αναρροφητική παγίδα τύπου Rothamsted



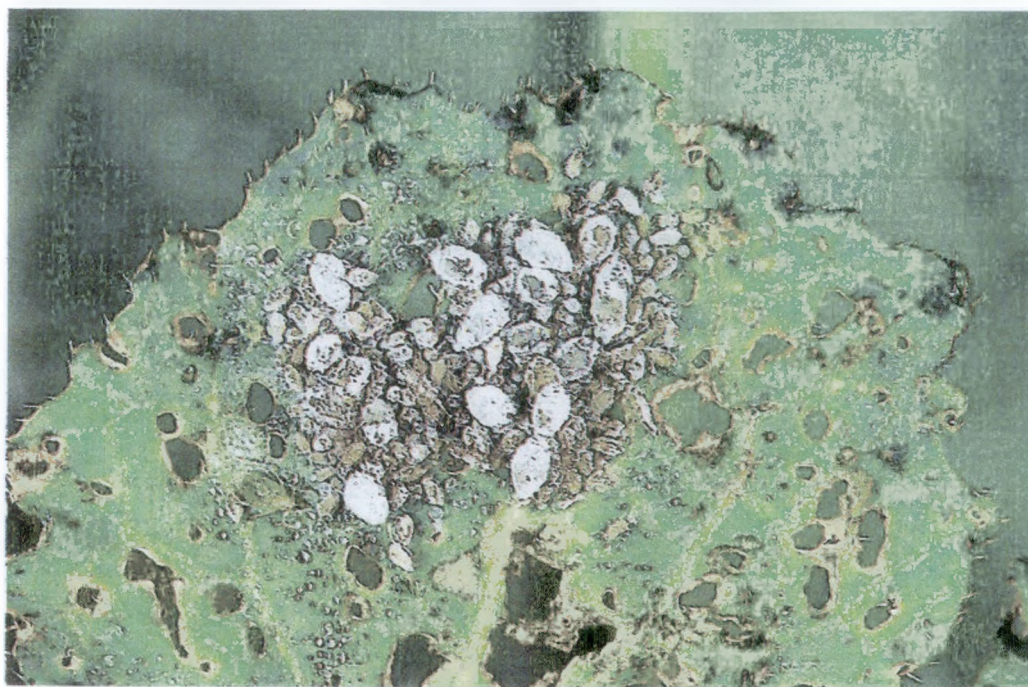
6. Ενήλικα άπτερα και προνομφικά στάδια της αφίδας των ψυχανθών, *Arhis craccinora*



7. Πτερωτό άτομο του είδους *Aulacorthum solani* πραγματοποιεί δοκιμαστικά νύγματα επί φυτού – ξενιστή.



8. Αποικία του είδους *Brachycandus cardui* σε φυτό αγκινάρας.



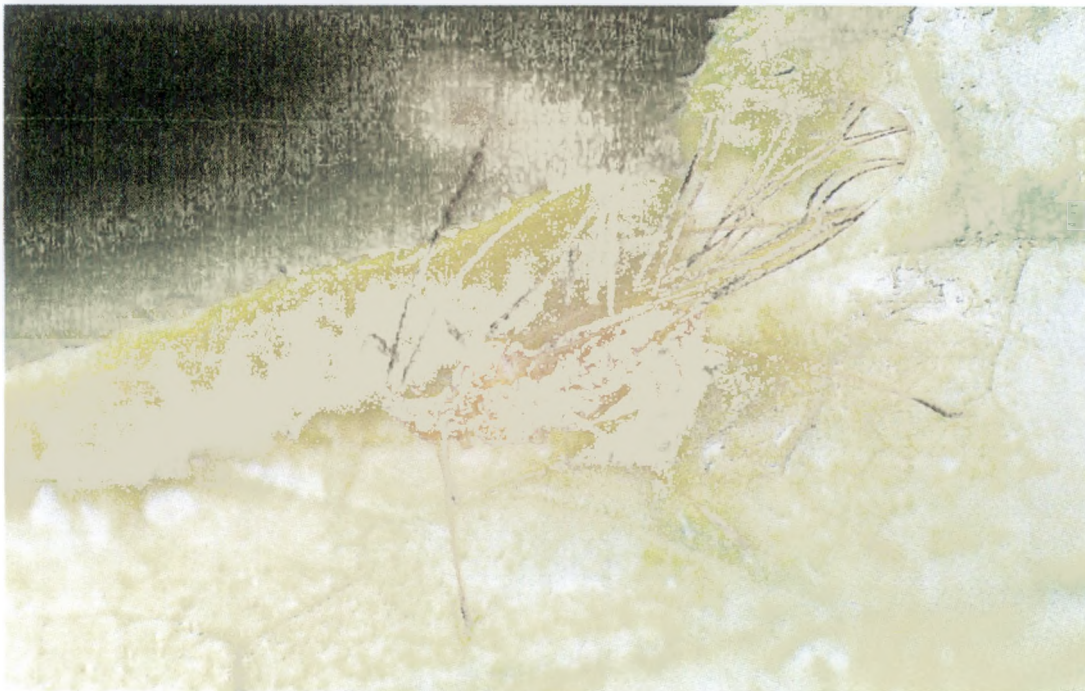
9. Αποικία του είδους *Brevicoryne brassicae* σε φυτό γογγυλιού.



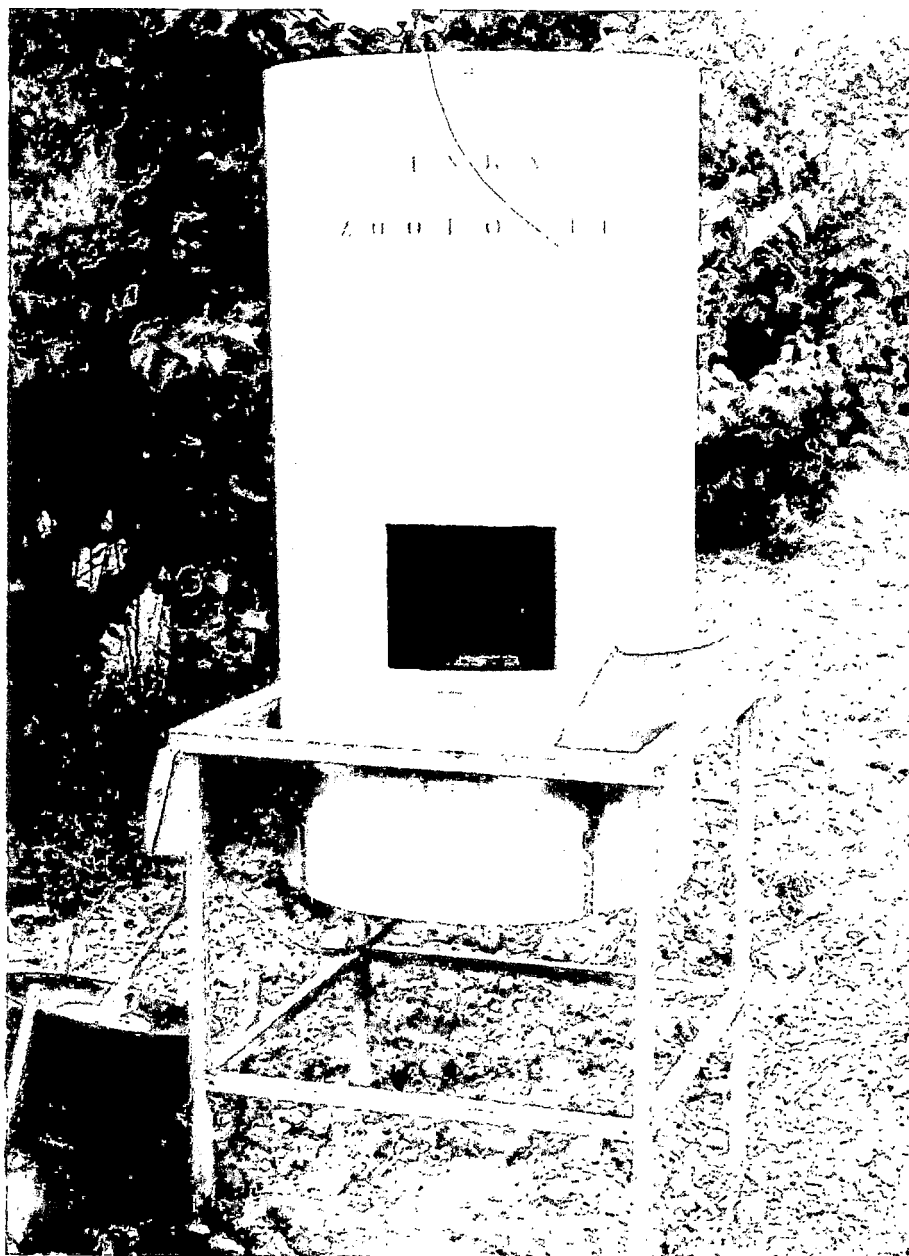
10. Πτερωτό άτομο του είδους *Capitophorus eleaegni*.



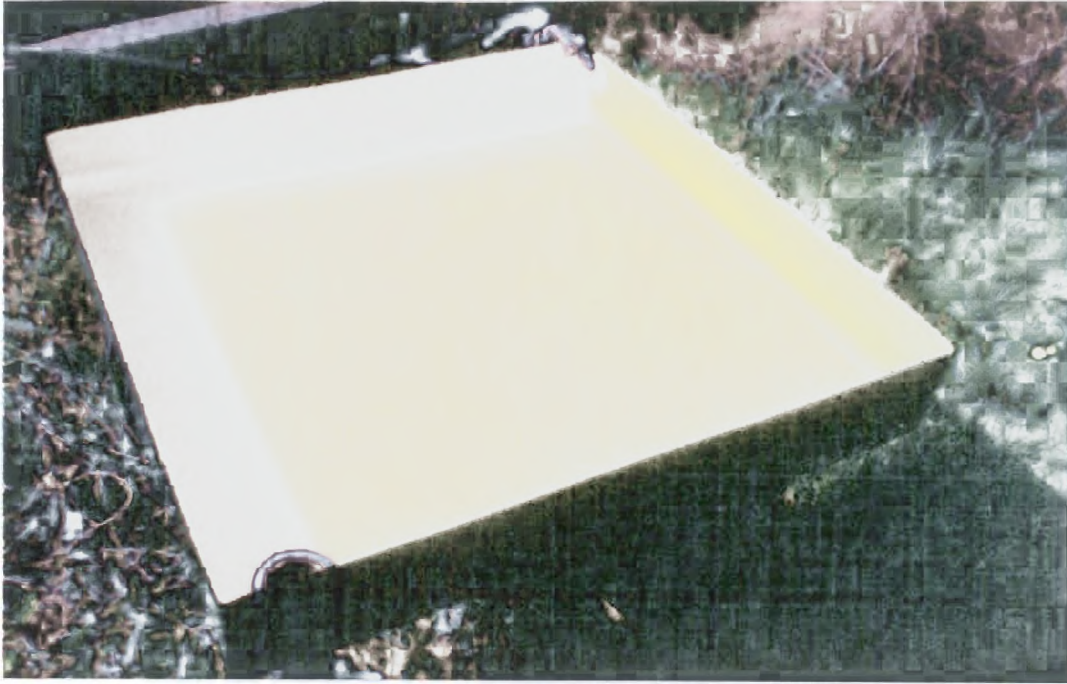
11. Πτερωτό άτομο του είδους *Megoura viciae*, εχθρού ειδών βίκου και των κουκιών.



12. Πτερωτό άτομο της αφίδας της πατάτας *Macrosiphum euphorbiae*.

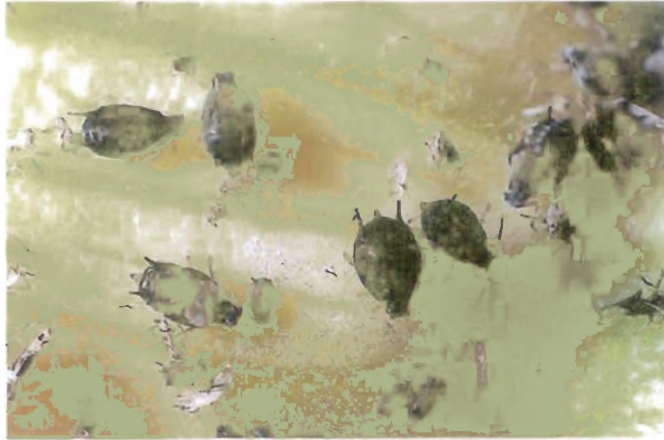


13. Αναρροφητική παγίδα που παγιδεύει αφίδες σε μικρό ύψος από την επιφάνεια του εδάφους

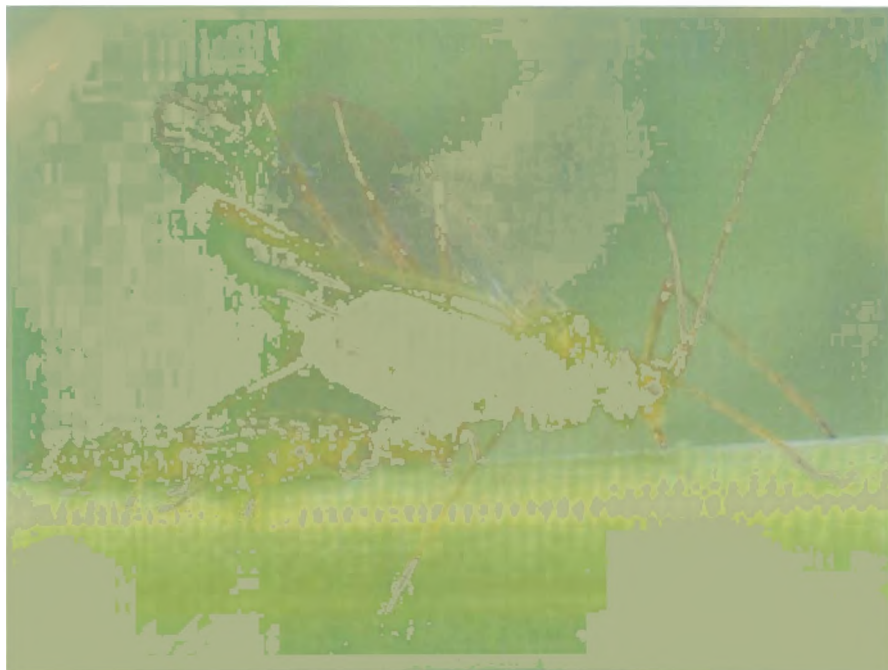


14. Κίτρινη παγίδα νερού τύπου Moerique





16. Άπτερα άτομα (ενήλικα και ατελή στάδια) και πτερωτό της αφίδας του βάμβακος και των κολοκυνθοειδών, *Arhis gossypii*



17. Πτερωτό άτομο του είδους *Acyrthosiphon pisum* με τους απογόνους του

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή ασχολήθηκε με την παρακολούθηση της πτητικής δραστηριότητας αφίδων με αναρροφητική παγίδα τύπου Rothamsted η οποία κατέγραψε τις συλλήψεις περωτών ειδών αφίδων κατά το έτος 2002, το διάστημα από 1/1 έως 29/10. Ο τρόπος αυτός ‘εναέριας δειγματοληψίας’ και αποτύπωσης της πτητικής δραστηριότητας των αφίδων είναι ο περισσότερο αποτελεσματικός και αξιόπιστος από όλους τους διαθέσιμους τρόπους παρακολούθησης των πληθυσμών των αφίδων που μετακινούνται μεταξύ των καλλιεργούμενων και αυτοφυών ξενιστών τους. Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν μετά την ταυτοποίηση των συλλαμβανόμενων δειγμάτων (περωτών ατόμων) επιτρέπουν τον εντοπισμό των περιόδων στη διάρκεια των οποίων οι αφίδες παρουσιάζουν έντονη πτητική δραστηριότητα. Επίσης, επιτρέπουν την αξιολόγηση του κινδύνου που συνιστούν για τις καλλιέργειες της ευρύτερης περιοχής ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται, καθιστώντας τες περισσότερο ή λιγότερο ευάλωτες στην αναμενόμενη προσβολή. Κυρίως όμως, παρέχουν ανεκτίμητη ένδειξη αναφορικά με την αξιολόγηση της απειλής μετάδοσης ιολογικών παθογόνων που δυνητικά μεταφέρουν οι περωτές αφίδες στις καλλιέργειες, προσεγγίζοντας τα επίπεδα διασποράς του αρχικού μολύσματος και το ενδεχόμενο πρόκλησης επιδημιών ιολογικών ασθενειών στις ευπαθείς καλλιέργειες.

Αν και καταγράφονται διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφόρων ειδών, είναι ξεκάθαρη μια γενική τάση κορύφωσης της πτητικής δραστηριότητας που για τα περισσότερα είδη σημειώνεται στη διάρκεια του μήνα Μάιου. Η περίοδος αυτή συμπίπτει με την έναρξη της μαζικής μετακίνησης των αφίδων που διαχειμάσαν ως αυγά στους πρωτογενείς ξενιστές τους ή ως άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά σε προφυλαγμένες θέσεις και αφού οικοδόμησαν κάποιους πληθυσμούς στις αρχικές εστίες προσβολής τους, πραγματοποιούν πτήσεις προς αναζήτηση των εαρινών-καλοκαιρινών ξενιστών τους. Μια δεύτερη έξαρση συλλαμβανόμενων ατόμων καταγράφεται τους πρώτους μήνες του φθινοπώρου όταν μειώνονται κάπως οι ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού, επιτρέποντας εκ νέου την πραγματοποίηση πτήσεων από τα διάφορα είδη αφίδων, ιδιαίτερα όταν κάποια υπακούοντας στο βιολογικό κύκλο και των τρόπο αναπαραγωγής τους μετακινούνται επιστρέφοντας στους πρωτογενείς ξενιστές τους για την πραγματοποίηση της

ολοκυκλικής αναπαραγωγής. Καλλιεργητικές πρακτικές όπως η μετατόπιση για κάποιες ημέρες της εποχής σποράς ή φύτευσης ώστε να μην συμπέσει η παρουσία των νεαρών και κατά συνέπεια εξαιρετικά ευάλωτων φυτών με τις μαζικές πτήσεις των αφίδων ή η πραγματοποίηση χρονικά καίριων χημικών επεμβάσεων, μπορούν να επιτρέψουν τη μείωση της εξάπλωσης των ιών που μεταφέρουν τα έντομα αυτά και άρα τον περιορισμό των απωλειών που υφίσταται η φυτική παραγωγή. Γνωρίζοντας ποια ιολογικά παθογόνα αποτελούν το σοβαρότερο κίνδυνο για την κάθε καλλιέργεια, ποια είδη αφίδων συνιστούν τους αποτελεσματικότερους φορείς τους και συνδυάζοντας τα δεδομένα αυτά με τους αριθμούς των συλλαμβανόμενων ατόμων μπορεί να εκτιμηθεί ή να προβλεφθεί η ενδεχόμενη επίπτωση των ασθενειών στις καλλιέργειες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A' BROOK, J. (1981), Some observations in west Wales on the relationships between numbers of alate aphids and weather. *Annals of Applied Biology*. **97**: 11-15.
- A' Brook, J. 1983. Forecasting the incidence of aphids using weather data. E.P.P.O. Bulletin **13**: 229-233.
- Allison, D. and Pike, K.S. 1988. An extensive suction trap and its use in an aphid monitoring network. *J. Agric. Entomol.* **5**: 103-107.
- BARKER, I. & TORRANCE, L. (1990) The relationship between barley yellow dwarf virus content in aphids and their ability to transmit. In *World perspectives on barley yellow dwarf*. Εκδ. P. Burnett. CIMMYT, Mexico.
- Bartlet, E. Payne, J.M. and Carter, N. 1988. Field observations of cereal aphids and natural enemies. Proceedings Brighton Crop Protection Conference- Pests and Diseases. 1003-1008.
- Baxendule, F., Brooks, L., Burkhardt, C., Campbell, J., Joghanson, G., Massey, B., McBride, D., Peairs, F., Chultz, J., and Morrison, P., 1988. The Russian wheat aphid: a serious new pest of small grains in the Great Plains. Agricultural Publication No. 124.
- Beemster, A.B.R. 1972. Virus translocation in potato plants and mature plant resistance. In: de Bokx J.A. ed. Viruses of potatoes and seed potato production. Pudoc. Wageningen, pp.144-151.
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F. 1984. Aphids on the world's crops: an identification and information guide. John Wiley & Sons. Chichester.446pp.
- Burnett, P.A.ed. 1990. World perspectives on barley yellow dwarf. CIMMYT. Mexico. D.F..Mexico, 511 pp.
- Burton, R.L. 1989. The Russian wheat aphid. 2nd Annual Report. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Nov. 1989, 28pp.
- Cammell, M.E., Tatchell, G.M., and Woiwod, L.P.1989. Special pattern of abundance of the black bean aphid, *Aphis fabae*, in Britain, *J. Applied Ecology*. **26**: 463-472.
- Carter, 1986. Simulation modelling of the population dynamics of cereal aphids. *Biosystems*. **18**: 111-119.
- Carter, N., McLean, I.F.G., Wart, A.D., and Dixon, A.F.G. 1980. Cereal aphids: a case study and review, *Applied Biology*. **5**: 271-348.
- Cavalloro, R. ed. 1989. "Euraphid" network: trapping and aphid prognosis. Commission des Communication Europeenes, Brussels, 331 pp.
- Cockbain, A.J. 1961. Fuel utilization and duration of tethered flight in *Aphis fabae* Scop. *J. Experimental Biology*. **38**: 163-174.
- Conti, M., D'Arcy, C.J., Jedinski, H., and Burnett, P.A.1990. The "Yellow Plague" of cereals, barley yellow dwarf virus. In: Burnett, A.P., ed. World perspectives on barley yellow dwarf. CIMMYT, Mexico, D.F., Mexico. pp.1-6.
- Daniels, N.E., 1979. Greenbug trapping at two heights in the Texas panhandle. Texas Agricultural Experiment station. MP- 1418. 4 pp.
- Devonshire, A.H. and Moores, G.D. 1982. A carboxylesterase with broad substrate specificity causes organophosphorus, carbamate and pyrethroid resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*), *Pesticide Biochemistry & Physiology*. **18**: 235-246.
- Devonshire, A.L. 1989, Resistance of aphids to insecticides. P.123-139, In: Minks, A.K. and Harrewijn, p eds. Aphids, their biology, natural enemies and control. World Crop Pests Elsevier B.V., Amsterdam. Volume 2C.

- Devonshire, A.L., Moores, G.D. and French-Constant, R.H. 1986. Detection of insecticide resistance by immunological estimation of carboxylesterase activity in *Myzus persicae* (Sulzer) and cross reaction of the antiserum with *Phorodon humuli* (Schrank) (Hemiptera: Aphididae). *Bull. Entomol. Res.* **76**: 97-107.
- Devonshire, A.L., Swicki, R.M. 1979. Insecticide resistant *Myzus persicae* as an example of evolution by gene duplication. *Nature*. London, **280**: 140-141.
- Dewar, A.M. 1982. What does a suction trap sample represent? Pp. 17-21. In: Bernard, J. ed. *Eraphid Brussels 1982*. Commission des Communautés Europeennes, Brussels.
- DEWAR, A.M. & CARTER, N. (1984) Decision trees to assess the risk of cereal aphid (Hemiptera: Aphididae) outbreaks in summer in England. *Bulletin of Entomological Research*. **74**: 387-398.
- Dewar, A.M. 1984. Factors affecting cereal aphids in fields monitored by RISCAMS in 1983. *Proceedings British Crop Protection Conference- Pests and Diseases*. 25-30.
- Dewar, A.M. and Carter, N. 1984. Decision trees to assess the risk of cereal aphid (Hemiptera: Aphididae) outbreaks in summer in England. *Bull. Entomol. Res.* **74**: 387-398.
- Dewar, A.M., Tatchell, G.M. and Turl, L.A.D. 1984. A comparison of cereal-aphid migrations over Britain in the summers of 1979 and 1982. *Crop Protection*. **3**: 379-389.
- Dewar, A.M., Woiwod, I.P. and Choppin de Janvry, E. 1980. Aerial migration of the rose-grain aphid. *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) over Europe in 1979. *Plant Pathology*. **29**: 101-109.
- Dixon, A.F.G., 1985. *Aphid ecology*, Blackie, Glasgow. 157pp.
- DOODSON, J.K. & SAUNDERS, P.J.W. (1970) Some effects of barley yellow dwarf virus on spring and winter cereals in field trials. *Annals of Applied Biology*. **66**: 361-374.
- Doodson, J.K. and Saunders, P.J., 1970. Some effects of barley yellow dwarf virus on spring and winter wheat in field trials. *Ann. Applied. Biology*. **66**: 361-374.
- Eastop, V.F. 1981. The wild hosts of aphid pests. pp. 285-298. In: Thresh, J.M. ed. *Pests, Pathogens and Vegetation*, Pitman Advanced Publishing Program, London.
- French-Constant, R.H., Devonshire, A.L. and Clark, S.J. 1987. Differential rate of selection for resistance by carbamate, organophosphorus and combined pyrethroid and organophosphorus insecticides by *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), *Bull. Entomol. Res.* **77**: 227-238.
- FOSTER, G.N., HOLMES, S.J. & BONE, S.F. (1993) Ten years' experience of infectivity indexing as a method of predicting the risk of barley yellow dwarf virus outbreaks in autumn-sown cereals in the west of Scotland. *Proceedings Crop Protection in Northern Britain 1993*, 97-101.
- GILDOW, F.E. & ROCHOW, W.F. (1980), Transmission interference between two isolates of barley yellow dwarf virus in *Macrosiphum avenae*. *Phytopathology*. **70**: 122-126.
- Glick, P.A. 1939. The distribution of insects, spiders and mites in the air. *Tech. Bull. US Dept. Agric* **673**: 1-150.
- Goldwin, G.K. 1982. A technique for studying the association between components of weather and horticultural parameters, *Scientia Horticulturae*. **16**: 101-107.

- HALBERT, S.E., CONNELLE, R.M., KLEIN, R.E. & BISHOP, G.W. (1992) Vector specificity of barley yellow dwarf virus serotypes and variants in south-western Idaho. *Annals of Applied Biology* **121**: 123-132.
- Haris, K.F. and Maramarosch, K. 1977. Aphids as virus vectors. Academic Press, New York. 559 pp.
- Harrington, R. 1987. Varying efficiency in a group of field workers sampling cabbage plants for aphids. *Bull. Entomol. Res.* **77**: 497-501.
- Harrington, R. and Taylor, L.R. 1990. Migration for survival: fine-scale population redistribution in an aphid *Myzus persicae*, *J. Animal Ecology*. **59**:1177-1193.
- Harrington, R., Dewar, A.M., George. B. 1989. Forecasting the incidence of virus yellows in sugar beet in England. *Ann. Appl. Biol.* **114**: 459-469.
- Harrington, R., Govier, D.A. and Gibson, R.W. 1986a. Assessing the risk from potato virus Y in seed saved from potato crops grown in England. *Aspects of Applied Biology*. **13**: 319-323.
- Harrington, R., Katis, N. and Gibson R.W. 1986b. Field assessment of the relative importance of different aphid species in transmission of potato virus Y. *Potato Research*. **29**: 67-76.
- Harrington, R., Tatchell, G.M. and Bale, J.S. 1990. Weather, life cycle strategy and spring populations of aphids. *Acta Pytopatologica Entomologia Hungarica*. In press.
- HARRINGTON, S.E., BALE, J.S. & TACHELL, G.M. (στον τύπο) Aphids in a changing climate. In *Insects in a changing environment*. Εκδ. R. Harrington & N.E. Stork. Academic Press, London.
- Harrington, R. and Cheng X-N. 1984. Winter mortality, development and reproduction in a field population of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae) in England. *Bull. Entomol. Res.* **74**:633-630.
- Heathcote, G.D. 1984. Did aphids come to Suffolk from the Continent in 1982? *Transactions of the Suffolk Naturalists Society*, **20**:45-51.
- HOLMES, S.J., MASTERMAN, A., FOSTER, G.N., MILLS, P. & BELL, A. (1993) Development and evaluation of in-crop monitoring as a method for identifying BYDV high risk situations. Interim Report on Project No. 0034/1/91. Home Grown Cereals Authority.
- IRWIN, M.E. & THRESH, J.M. (1990) Epidemiology of barley yellow dwarf: a study in ecological complexity. *Annual Review of Phytopathology*. **28**: 393-424.
- Irwin, M.E. and Thresh, J.M. 1988. Long-range aerial dispersal of cereal aphids as virus vectors in North America. *Philosophical Trans. Royal Society of London*. **B321**: 421-446.
- Jones, J. W., Byers, J.R., Burts, R.A and Harris, J.L. 1989. A new pest in Canada: Russian wheat aphid. *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera:Aphididae). *Canadian Entomol.* **121**:623-624.
- KENDALL, D.A, & SMITH, B.D. (1981) The significance of aphid monitoring in improving barley yellow dwarf virus control. *Proceedings 1981 British Crop Protection Conference: Pests and Diseases* **2**: 399-403.
- KENDALL, D.A. & CHINN, N.E. (1990) A comparison of vector population indices for forecasting barley yellow dwarf virus in autumn sown cereal crops. *Annals of Applied Biology* **116**: 87-102.
- Kendall, D.A. and Chinn, N.E. 1990. A comparison of vector population indices for forecasting barley yellow dwarf virus in autumn sown cereal crops. *Ann. Appl. Biol.* **116**: 87-102.

- KENDALL, D.A., BRAIN, P. & CHINN, N.E. (1992) A simulation model of the epidemiology of barley yellow dwarf virus in winter sown cereals and its application to forecasting. *Journal of Applied Biology* **29**: 414-426.
- KNIGHT, J.D., BALE, J.S., FRANKS, F., MATHIAS, S.F., & BAUST, J.G., (1986) Insect cold hardiness: supercooling points and pre-freeze mortality. *Cryo-Letters* **7**: 194-203.
- Light, W.I. St. G. 1980. Survey of apple grass aphid on apples in southern England 1965-76. *Plant Pathology*. **29**: 136-139.
- MACAULAY, E.D.M., TATCHELL, G.M. & TAYLOR, L.R. (1988) The Rothamsted Insect Survey "12-metre" suction trap. *Bulletin of Entomological Research* **78**: 121-129.
- Macaulay, E.D.M., Tatchell, G.M. and Taylor, L.R. 1988. The Rothamsted Insect Survey "12 metre" suction trap. *Bull. Entomol. Res.* **78**:121-129.
- MANN, J.A. & TATCHELL, G.M. (1993) Monitoring and prediction of grain aphid movement between and within cereal crops. Interim Report on Project 0041/1/91. Home Grown Cereals Authority.
- MASTERMAN, A.J., FOSTER, G.N. & HOLMES, S.J. (στον τύπο b) A multivariate approach to the analysis of crop infection data using barley yellow virus in autumn-sown cereals as an example. *Annals of Applied Biology*.
- MASTERMAN, A.J., HOLMES, S.J. & FOSTER, G.N. (στον τύπο a) The role of *Poa annua* in the epidemiology of barley yellow dwarf virus in autumn-sown cereals. *Plant pathology*.
- McGRATH, P.F. & BALE, J.S. (1989) Cereal aphids and the infectivity index for barley yellow dwarf virus (BYDV) in northern England. *Annals of Applied Biology* **114**: 429-442.
- McGrath, P.F. and Bale, J.S. 1989. Cereal aphids and the infectivity index for barley yellow dwarf virus (BYDV) in northern England. *Ann. Appl. Biol.* **114**: 429-442.
- Nottingham, S.F., Hardie, J. and Tatchell, G.M. 1991. Flight behaviour of the bird cherry aphid. *Rhopalosiphum padi*. *Physiological Entomology*. 16:in press.
- PARISH, W.E.G. & BALE, J.S. (1993) Effects of brief exposures to low temperature on the development, longevity and fecundity of the grain aphid. *Sitobion avenae* (Hemiptera:Aphididae). *Annals of Applied Biology*. **122**: 9-21.
- PEAD, M.T. & TORRANCE, L. (1988) Some characteristics of monoclonal antibodies to a British MAV-like isolate of barley yellow dwarf virus. *Annals of Applied Biology*. **113**: 639-644.
- PLUMB, R.T. (1974) Properties and isolates of barley yellow dwarf virus. *Annals of Applied Biology*. **77**: 87-91.
- PLUMB, R.T. (1976) Barley yellow dwarf virus in aphids caught in suction traps, 1969-1973. *Annals of Applied Biology* **83**: 53-59.
- PLUMB, R.T. (1986) A rational approach to the control of barley yellow dwarf virus, *Journal of the Royal Agricultural Society of England* **147**: 162-171.
- Plumb, R.T. 1981. Chemicals in the control of cereal virus diseases. In: Jenkyn, J.F. and Plumb, R.T. eds. *Strategies for control of cereal diseases*. Pp.135-145. Blackwells Scientific Publications, Oxford.
- Plumb, R.T. 1983. Barley yellow dwarf virus- a global problem. Pp. 187-198. In: Plumb, R.T. and Thresh, J.M. eds. *Plant virus epidemiology*. Blackwells Scientific Publications, Oxford.
- Plumb, R.T. 1986. A rational approach to the control of barley yellow dwarf virus. *J. Royal Agricultural Society of England*. **146**: 162-171.

- PLUMB, R.T., LENNON, E.A. & GUTTERIDGE, R.A. (1981) Barley yellow dwarf virus (BYDV). *Report of Rothamsted Experimental Station for 1980, Mépoç I*, 182.
- Pollard, D.G. 1973. Plant penetration by feeding aphids (Hemiptera: Aphidoidea): a review. *Bull. Entomol. Res.* **62**: 631-714.
- Robert, Y, and Rouze-Jouan, J. 1978. Recherches ecologiques sur les pucerons *Aulacorthum solani* Kitb. *Macrosiphum euphoribiae* Thomas et *Myzus persicae* Sulz. Dans l'Ouest de la France. L' etude de l'activite de vol de 1967 en culture de pomme de terre. *Annales de zoologie- Ecologie Animale.* **10**: 171-185.
- Robert, Y., Dedryver, C.A. and Pierre, J.S. 1988. Sampling techniques. P.1-20. In: Minks. A.K. and Harrewijn, P. eds. *Aphids, their biology, natural enemies and control.* World Crop Pests Elsevier, Amsterdam, Vol.2B.
- Sigvald, R. 1986. Forecasting the incidence of potato virus Y⁰. pp. 419-441. In: McClean, G.D., Garrett, R.G. and Ruisink, W.G. eds. *Plant virus epidemics: monitoring, modelling and predicting outbreaks.* Academic Press, Sydney.
- Smith, S.D.J, Dewar, A.M. and Devonshire, A.L. 1990. Resistance of *Myzus pesicae* to insecticides applied to sugar beet. *Proceedings 53rd Winter Congress of the I.I.R.B.* pp.379-398.
- Smith, S.D.J. and Furk.C. 1989. The spread of the resistant aphid. *Sugar Beet Review.* **57(2)**:4-6.
- Stroyan, H.L.G.1957. *The Britain species of Sappaphis* Matsumura I. H.M.S.O., London, 59pp.
- Tatchell, G.M. 1982a. Aphid migration and forecasting as an aid to decision making. *Proceedings 1982 British Crop Protection Council Symposium. Decision making in the practice of crop protection.* BCPC Monograph No. 25:99-112.
- Tatchell, G.M. 1982b. The interpretation of suction trap samples and aphid forecasting in Britain. pp. 63-68. In: Bernard, J. ed *Euraphid Brussels 1982.* Cvommission des Communautés Europeenes. Brussels.
- Tatchell, G.M. 1985. Aphid control advice to farmers and the use of aphid monitoring data. *Crop Protection.* **4**: 39-50.
- Tatchell, G.M. 1989. An estimate of the potential economic losses to some crops due to aphids in Britain. *Crop Protection.* **8**: 25-29.
- Tatchell, G.M. and parker, S.J. 1990. Host plant selection by migrant *Rhopalosiphum padi* in autumn and the occurrence of an intermediate morph. *Entomol. Exp. Appl.* **54**: 237-244.
- Tatchell, G.M. and Woiwod, I.P. 1989. Aphid migration and forecasting. pp.15-28. In: Cavalloro, R. ed. "Euraphid" network: trapping and aphid prognosis. *Commission des Communautés Europeenes.* Brussels.
- Tatchell, G.M., Plumb, R.T. and Carter, N. 1988a. Migration of alate morphs of the bird cherry aphid (*Rhopalosiphum padi*) and implications for the epidemiology of barley yellow dwarf virus. *Ann. Appl. Biol.* **112**: 1-11.
- Tatchell, G.M., Thorn, M., Loxdale, H.D. and Devonshire, A.L. 1988b. Monitoring for insecticide resistance in migrant populations of *Myzus persicae*. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference- Pests and Diseases*, pp.439-444.
- Taylor, L.R. 1974a. Monitoring change in the distribution and abundance of insects. *Rothamsted Experimental Station, Report for 1973, part 2*: 202-239.
- Taylor, L.R. 1974b. Insect migration, flight periodicity and the boundary layer. *J. Animal Ecology.* **43**: 225-238.
- Taylor, L.R. 1977a. Aphid forecasting and the Rothamsted Insect Survey. *J. Royal Agricultural Society of England.* **138**: 75-97.

- Taylor, L.R. 1977b. Migration and the spatial dynamics of an aphid. *Myzus persicae*. *J. Animal Ecology*. **55**: 1-38.
- Taylor, L.R. and Palmer, J.M.P. 1972. Aerial sampling. In: van Emden, H.F. ed. *Aphid Technology*, Academic Press, London. pp. 189-234.
- Taylor, L.R., Woiwod, L.P., Tatchell, G.M., Dupuch, M.J. and Nicklen, N. 1982. Synoptic monitoring for migrant insect pests in Great Britain and Western Europe III. The seasonal distribution of pest aphids and the annual aphid aerofauna over Great Britain 1975- 80, Rothamsted Experimental Station, Report for Ecology. **48**: 955-972.
- Taylor, L.R., French, R.A. and Palmer, J.M.P. 1969. The significance of the tapping height of 40ft. Rothamsted Experimental Station. Report for 1968, Part 1: 208.
- Thomas, G.G., Goldwin, G.K. and Tatchell, G.M. 1983. Associations between weather factors and the spring migration of the damson-hop aphid, *Phorodon humuli* Schrank. *Ann. Appl. Biol.* **102**: 7-17.
- Thresh, J.M. 1983. The long-range dispersal of plant viruses by anthropod vectors. *Philosophical Trans. Royal Society of London*. B302: 497-528.
- Torrance, L. 1987. Use of enzyme amplification in an ELISA to increase sensitivity of detection of barley dwarf virus in oats and in individual vector aphids. *J. Virological Methods*. **15**: 131-138.
- Torrance, L., Plumb, R.T., Lennon, E.A. and Gutteridge, R.A. 1986. A comparison of ELISA with transmission tests to detect barley yellow dwarf virus carrying-aphids, pp. 165-176. In: Jones, R.A.C. and Torrance, L. eds. *Developments and applications in virus testing*. Association of Applied Biologists.
- Turl, L.A.D. 1980. An approach to forecasting the incidence of potato and cereal aphids in Scotland, E.P.P.O. Bulletin. **10**: 135-141.
- Van Harten, A. 1983. The relation between aphid flights and the spread of potato virus Yⁿ (PVYⁿ) in the Netherlands. *Potato Research*. **26**: 1-15.
- Warson, M.A. 1942. Sugar beet yellows virus: a preliminary account of experiments and observations on its effect in the field. *Ann. Appl. Biol.* **29**: 1-15.
- Way, M.J., Cammell, M.E., Alford, D.V., Gould, H.J., Graham, C.W., Lane, A., Light, W.I. St.G., Rayner, J.M., Heatcote, G.D., Fletcher, K.E. and Seal, K. 1977. The use of forecasting in chemical control of black bean aphid, *Aphis fabae* Scop., on spring-sown field beans, *Vicia faba* L., *Plant Pathology*. **26**: 1-7.
- Way, M.J., Cammell, M.E., Taylor, L.R. and Woiwod, I.P. 1981. The use of egg counts and suction trap samples to forecast the infestation of spring sown beans, *Vicia faba*, by the black bean aphid, *Aphis fabae*, *Ann. Appl. Biol.* **98**: 21-34.
- Woiwod, I.P. 1991. The ecological importance of long-term synoptic monitoring. In: Firbank, L.G., Carter, N., Darbyshire, J.F. and Potts, G.R. eds. *The ecology of temperate cereal fields*, Blackwells, Oxford. In press.
- Woiwod, I.P. and Tatchell, G.M. 1984. Computer mapping of aphid abundance. *Proceedings 1984 British Crop Protection Conference- Pests and Diseases*, pp.675-683.
- Woiwod, I.P., Tatchell, G.M. and Barrett, A.M., 1984. A system for the rapid collection, analysis and dissemination of aphid-monitoring data from suction traps. *Crop Protection*. **3**: 273-288.