



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Ιωάννης Ν. Χατζής

**«Πληθυσμιακή Οικολογία της Αφίδας του βάμβακος
Aphis gossypii (Glover) (Homoptera: Aphididae)»**

Ν. Ιωνία Μαγνησίας, Μάιος 2005

**«Πληθυσμιακή Οικολογία της Αφίδας του βαμβακιού *Aphis gossypii*
(Glover) (Homoptera: Aphididae)»**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ι. Α. ΤΣΙΤΣΙΠΗΣ: ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Καθηγητής Εντομολογίας, Τμήματος
Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και
Αγροτικού Περιβάλλοντος

Δ. Π. ΛΥΚΟΥΡΕΣΗΣ: Καθηγητής Εντομολογίας, Γεωπονικού
Πανεπιστημίου Αθηνών

Ε. ΚΑΠΑΤΟΣ: Ερευνητής Α' ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.
(Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών
Βόλου)

Στην οικογένειά μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία μελετάται η πληθυσμιακή κατανομή της αφίδας του βαμβακιού *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) σε καλλιέργεια βαμβακιού στην περιοχή Μέλισσας του Ν. Καρδίτσας. Πραγματοποιήθηκαν εβδομαδιαίες δειγματοληψίες σε έκταση 2.232 τετρ. μέτρων (12 σειρών) της καλλιέργειας και τοποθετήθηκαν 3 παγίδες νερού στην ίδια έκταση για την παρακολούθηση του ιπτάμενου πληθυσμού της.

Η εργασία χωρίζεται σε γενικό και ειδικό μέρος. Στο γενικό μέρος δίδονται πληροφορίες για την μορφολογία, βιολογία και οικονομική σημασία της αφίδας του βαμβακιού, κυρίως όμως στοιχεία σχετικά με τη δυναμική των πληθυσμών της. Στο ειδικό μέρος περιγράφεται το πειραματικό μέρος της εργασίας, το οποίο πραγματοποιήθηκε, στην περιοχή Μέλισσας του Ν. Καρδίτσας.

Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας, στα οποία βασίζονται ο σχολιασμός και η συζήτηση των συμπερασμάτων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμότερες ευχαριστίες εκφράζονται στον επιβλέποντα καθηγητή μου ,Δρ. Ι. Α. Τσιτσιπή, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας μου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στον κ. Ζιντζαρά Ηλία, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε σε θέματα της εργασίας μου και συγκεκριμένα στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στο γεωργό, κάτοικο Μέλισσας Καρδίτσας κ. Θ. Παπαλό για την παραχώρηση έκτασης του αγρού του για τη διεξαγωγή των πειραμάτων αλλά και για τη βοήθειά του, όπου χρειάστηκε. Επίσης, πολλές ευχαριστίες εκφράζονται και στο προσωπικό του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την συμπαράσταση και βοήθεια που μου προσέφερε. Θερμά επίσης ευχαριστώ τους συναδέλφους μου στην Αναπτυξιακή Καρδίτσας, για την υπομονή τους και την διάθεσή τους να με βοηθήσουν. Τέλος, θερμά ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την αμέριστη αγάπη, ενθάρρυνση και συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΕΙΚΟΝΕΣ	9
ΠΙΝΑΚΕΣ	10
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	11
1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	12
1.1. Εισαγωγή	13
1.2. Το Βαμβάκι	13
1.2.1. Προέλευση και διάδοση του βαμβακιού	13
1.2.2. Εξέλιξη της καλλιέργειας	15
1.2.3. Είδη και ποικιλίες. Ταξινομική Θέση	16
1.2.4. Εχθροί και Ασθένειες	17
1.3. <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	18
1.3.1. Περιγραφή – Διάγνωση	18
1.3.2. Ταξινομική Θέση	22
1.3.3. Βιολογία	26
1.3.3.1. Ξενιστές	26
1.3.3.2. Ο ρόλος των αβιοτικών παραγόντων στην ανάπτυξη	28
1.3.3.3. Ο ρόλος των βιοτικών παραγόντων	31
1.3.3.4. Αρπακτικά	31
1.3.3.5. Παρασιτοειδή	32
1.3.3.6. Μικροβιακοί παράγοντες	33
1.3.3.7. Μυρμηγκοφιλία	34
1.3.3.8. Σχέσεις με άλλους οργανισμούς	34
1.3.4. Δυναμική πληθυσμών αφίδων	35
1.3.4.1. Δυναμική των ιπτάμενων πληθυσμών	36
1.3.4.2. Φυσικοί Εχθροί	38
1.3.4.3. Διαφορές μεταξύ ειδών και πληθυσμών	39
1.3.4.4. Αύξηση της θερμοκρασίας στην Γη και πληθυσμοί	41
1.3.4.5. Πρόγνωση εξάρσεων πληθυσμών αφίδων	41
1.3.5. Δυναμική πληθυσμών της <i>Aphis gossypii</i> – Διασπορά και διανομή στο φυτό	42
1.3.5.1. Μεθοδολογικές Θεωρήσεις	42
1.3.5.2. Πρακτικές Θεωρήσεις	43
1.3.6. Ζημιές – Οικονομική σημασία	49
1.3.6.1. Ζημιές	49
1.3.6.2. Διάδοση ιών	52
1.3.6.3. Οικονομική σημασία	53
1.4. Σκοπός της εργασίας	55
2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	57
2.1. Εισαγωγή	58

2.2. Υλικά και μέθοδοι	59
2.2.1. Χαρακτηριστικά Αγροκτήματος	59
2.2.2. Παρακολούθηση πληθυσμού ιπτάμενων εντόμων	61
2.2.3. Δειγματοληψίες	61
2.3. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων	62
2.4. Αποτελέσματα	63
2.4.1. Συσχέτιση παγίδων – δειγματοληψιών	65
2.4.2. Εξέλιξη προσβολής των ατόμων της <i>A. gossypii</i> πάνω στο φυτό (άνω, μεσαίο και κάτω τμήμα) σε σχέση με το χρόνο	68
2.4.3. Κατανομή των ατόμων της <i>A. gossypii</i> στον αγρό σε σχέση με το χρόνο	73
2.5. Συζήτηση και συμπεράσματα	88
3. SUMMARY	91
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	92

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1. Διαφορετικοί μεταχρωματισμοί της <i>A. gossypii</i>	19
Εικόνα 2. <i>Aphis gossypii</i>	20
Εικόνα 3. Ενήλικα της αφίδας του βαμβακιού	21
Εικόνα 4. Πτερωτή μορφή της αφίδας	21
Εικόνα 5: Η αφίδα του βαμβακιού σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης της.....	22
Εικόνα 6: Νύμφες της Αφίδας του βαμβακιού με προνύμφη <i>Coccinella septempunctata</i>	32
Εικόνα 7: Συστροφή φύλλων εξαιτίας προσβολής από <i>A. gossypii</i>	49
Εικόνα 8: Έντονη προσβολή φύλλων βαμβακιού	50
Εικόνα 9: Προσβολή σε ίνες βαμβακιού (καπνιά)	52
Εικόνα 10: Μειωμένη ανάπτυξη φύλλων βαμβακιού και μελιτώδη απεκκρίματα	52
Εικόνα 11: Σκαρίφημα του πειραματικού αγρού	60

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Πολυπλοκότητα του <i>A. frangulae</i> και των υποειδών του: βιολογικά και χρωματικά χαρακτηριστικά	23
Πίνακας 2: Γονιμότητα της <i>A. gossypii</i> σε διάφορους ξενιστές	27
Πίνακας 3: Χρόνος ανάπτυξης της <i>A. gossypii</i> από νεογέννητη νύμφη έως ενήλικο σε φυτάρια βαμβακιού	28
Πίνακας 4: Γονιμότητα της <i>A. gossypii</i> σε φυτάρια βαμβακιού	28
Πίνακας 5: Σύγκριση της άριστης ανάπτυξης και γονιμότητας στη βιβλιογραφία	29
Πίνακας 6: Εβδομαδιαίες Συλλήψεις ατόμων <i>A. gossypii</i> σε παγίδες Moericke (A, B, Γ)	64
Πίνακας 7: Αριθμός προσβεβλημένων φυτών ανά κλάση πληθυσμού αφίδων <i>A. Gossypii</i> και ανά εβδομάδα	65
Πίνακας 8: Συλληφθέντα άτομα <i>A. gossypii</i> και προσβεβλημένα φυτά ανά παρατήρηση	67
Πίνακας 9: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 7/6/2003 και 28/6/2003	69
Πίνακας 10: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 14/6/2003 και 5/7/2003	69
Πίνακας 11: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 21/6/2003 και 12/7/2003	69
Πίνακας 12: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 28/6/2003 και 19/7/2003	70
Πίνακας 13: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 5/5/2003 και 26/7/2003	70
Πίνακας 14: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 12/7/2003 και 2/8/2003	70
Πίνακας 15: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 19/7/2003 και 16/8/2003	71
Πίνακας 16: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 26/7/2003 και 16/8/2003	71
Πίνακας 17: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 2/8/2003 και 23/8/2003	71
Πίνακας 18: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 9/8/2003 και 30/8/2003	72
Πίνακας 19: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 16/8/2003 και 6/9/2003	72
Πίνακας 20: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 23/8/2003 και 13/9/2003	72
Πίνακας 21: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 7/6/2002	74
Πίνακας 22: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 21/6/2002	75
Πίνακας 23: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 28/6/2002	76
Πίνακας 24: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 5/7/2002	77
Πίνακας 25: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 12/7/2002	78
Πίνακας 26: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 19/7/2002	79
Πίνακας 27: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 26/7/2002	80
Πίνακας 28: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 2/8/2002	81
Πίνακας 29: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 9/8/2002	82
Πίνακας 30: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 16/8/2002	83
Πίνακας 31: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 23/8/2002	84
Πίνακας 32: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 30/8/2002	85
Πίνακας 33: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 6/9/2002	86
Πίνακας 34: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 13/9/2002	87

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 1: Αντιστοιχία αριθμού συλλήψεων ατόμων αφίδων στις παγίδες και δειγματοληψίας ανά εβδομάδα πειράματος.....	66
Διάγραμμα 2:Συσχέτιση προσβεβλημένων φυτών και συλληφθέντων ατόμων <i>A. gossypii</i>	67
Διάγραμμα 3: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 7/6/2002	73
Διάγραμμα 4: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 14/6/2002 ..	74
Διάγραμμα 5: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 21/6/2002 ..	75
Διάγραμμα 6: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 28/6/2002 ..	76
Διάγραμμα 7: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 5/7/2002	77
Διάγραμμα 8: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 12/7/2002 ..	78
Διάγραμμα 9: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 19/7/2002 ..	79
Διάγραμμα 10: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 26/7/2002	80
Διάγραμμα 11: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 2/8/2002 ..	81
Διάγραμμα 12: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 9/8/2002 ..	82
Διάγραμμα 13: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 16/8/2002	83
Διάγραμμα 14: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 23/8/2002	84
Διάγραμμα 15: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 30/8/2002	85
Διάγραμμα 16: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 6/9/2002 ..	86
Διάγραμμα 17: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 13/9/2002	87

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. Εισαγωγή

Το βαμβάκι στην Ελλάδα φαίνεται ότι καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά τον 2^ο μ. Χ. αιώνα με το όνομα Βύσσος, γι αυτό και τα υφάσματα που παράγονταν τα ονόμαζαν βύσσινα (Ανώνυμος 2000).

Θεωρείται διεθνώς ένα από τα πιο σπουδαία αγροτικά προϊόντα. Η συμμετοχή του στη διαμόρφωση των οικονομικών μεγεθών των χωρών παραγωγής του είναι πολύ μεγάλη. Για πολλές χώρες αποτελεί κύρια πηγή εισροής οικονομικών πόρων. Στηρίζει το εισόδημα και την ανάπτυξη μεγάλων αγροτικών περιοχών και απασχολεί μεγάλο αριθμό εργατικού δυναμικού. Το βαμβάκι είναι ταυτόχρονα αγροτικό προϊόν και βιομηχανική πρώτη ύλη και έχει σπουδαία επίδραση στο γεωργικό και βιομηχανικό τομέα της παγκόσμιας οικονομίας.

Η βαμβακοκαλλιέργεια στη χώρα μας και ιδιαίτερα στη Θεσσαλία αποτελεί σήμερα μια από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες της Ελληνικής γεωργίας, με πολύ μεγάλη σημασία για την αγροτική και Εθνική οικονομία γιατί:

- Καλλιεργείται σήμερα σε 4.200.000 στρέμματα σε όλη την χώρα και καταλαμβάνει το 15% της συνολικά καλλιεργούμενης γης,
- Εξασφαλίζει βασική απασχόληση και ικανοποιητικό γεωργικό εισόδημα σε 80.000 – 100.000 αγροτικές οικογένειες,
- Παρέχει εργασία και συνθήκες διαβίωσης σε 150.000 αστικές οικογένειες που ασχολούνται στα διάφορα στάδια της παραγωγικής και μεταποιητικής βιομηχανίας του βαμβακιού (π.χ. διακίνηση, εμπόριο, βαμβακοβιομηχανία κλπ) συμβάλλοντας έτσι θετικά στην αντιμετώπιση της ανεργίας,
- Προμηθεύει με πρώτη ύλη την Ελληνική βαμβακοβιομηχανία,
- Είναι σημαντική συναλλαγματοφόρος πηγή για την Εθνική μας οικονομία (Ανώνυμος 2000).

1.2. Το Βαμβάκι

1.2.1. Προέλευση και διάδοση του βαμβακιού

Πολλές ενδείξεις μαρτυρούν πως το βαμβάκι κατάγεται από την Ινδία. Η χώρα αυτή με τον πανάρχαιο πολιτισμό της, είναι η μόνη που καλλιέργησε βαμβάκι πριν από πέντε χιλιάδες χρόνια. Από τα παλιά χρόνια φημιζόταν για τα βαμβακερά της. Εκλεκτά βαμβακερά υφάσματα φτιαγμένα στην Ινδία διοχετευόταν σε γειτονικές ή μακρινές χώρες. Ο Ηρόδοτος γύρω στα 455 π. Χ. έγραφε: «Στην Ινδία φυτρώνουν άγρια δένδρα

που παράγουν μαλλί πιο ωραίο και πιο εκλεκτό από το μαλλί του προβάτου και από τα δένδρα αυτά οι Ινδοί εξασφαλίζουν τα ρούχα τους». Το βαμβάκι που χρησιμοποιούσαν στην Ινδία ήταν το δενδρώδες που ανήκει στο είδος *Gossypium arboreum*. Και άλλοι αρχαίοι συγγραφείς όπως ο Αριστόβουλος, ο Αρριανός και ο Θεόφραστος αναφέρουν για το βαμβάκι της Ινδίας. Ο Ηρόδοτος ονομάζει το βαμβάκι «είρια από ξύλου» ενώ άλλοι αρχαίοι συγγραφείς το ονομάζουν «βύσσο ή κάρπασο». Βαμβακερό, ίσως ήταν και το φυτίλι που όπως γράφει ο Πausανίας, χρησιμοποιούνταν στην Ακρόπολη για το λυχνάρι, μπροστά στο άγαλμα της Αθηνάς. (Τόλης 1986)

Στα Ελληνικά η λέξη βάμβαξ καθιερώθηκε οπωσδήποτε από τον 10ο αιώνα αφού έτσι αναφέρεται στο λεξικό του Σουΐδα που γράφτηκε την εποχή εκείνη.

Εκτός από την Ινδία από πολύ παλιά αναπτύχθηκε η καλλιέργεια του βαμβακιού στην Κεντρική και Νότια Αμερική. Ο Κολόμβος, στο πρώτο του ταξίδι στο Νέο Κόσμο αναφέρει ότι στο πρώτο νησί του συμπλέγματος Μπαχάμες οι ιθαγενείς του έδωσαν μαζί με άλλα δώρα και κουβάρια από βαμβακερό νήμα. Ο κατακτητής Κορτέζ, όταν στα 1519 κατέλαβε το Μεξικό, βρήκε τους ιθαγενείς να χρησιμοποιούν βαμβακερά υφάσματα. Το ίδιο παρατήρησε ο Μαγγελάνος στη Βραζιλία και ο Πιζάρο στα 1530 στο Περού. Σε ανασκαφές στο Περού βρέθηκαν υφάσματα που πρέπει να έγιναν 2500 χρόνια π. Χ. ενώ στο Μεξικό βρήκαν υπολείμματα βαμβακιού που ανήκουν στο είδος *Gossypium hirsutum* και ανάγονται όπως αποδείχτηκε με τη μέθοδο του ραδιενεργού άνθρακα στο 5800 π. Χ.. Έτσι, το βαμβάκι πρωτοεμφανίστηκε και καλλιεργήθηκε πριν χιλιάδες χρόνια στην Ινδία και στην Αμερική (Τόλης 1986).

Από την Ινδία το βαμβάκι διαδόθηκε σιγά σιγά σε διάφορες χώρες του Παλαιού Κόσμου. Οι αρχαίοι συγγραφείς δεν αναφέρουν ότι το βαμβάκι καλλιεργούνταν στην κλασική εποχή. Ο Πausανίας που ταξίδευε σε όλη την Ελλάδα αναφέρει ότι στην Ηλεία καλλιεργούσαν τη «βύσσο» (βαμβάκι) και από αυτή έκαναν μαντίλια για το κεφάλι και φορέματα. Η χρήση του βαμβακιού και η καλλιέργεια αργότερα του φυτού φαίνεται ότι διαδόθηκαν από τη Συρία και την Κύπρο και στις χώρες αυτές από την Περσία. Από την Ελλάδα διαδόθηκε στη Νότια Ιταλία. Ο Μ. Αλέξανδρος δημιούργησε εμπορικούς δρόμους από τους οποίους πήγαιναν και τα προϊόντα του βαμβακιού μεταξύ Ανατολής και Δύσης. Μετά τον Μ. Αλέξανδρο οι Πτολεμαίοι Φαραώ έκαναν την Αλεξάνδρεια το κύριο εμπορικό κέντρο της Ανατολικής Μεσογείου για εμπορεύματα προς την Ανατολή (Τόλης 1986) .

Στην Κίνα, αναφέρονται για πρώτη φορά τα βαμβακερά υφάσματα το 502 π. Χ.. Επέκταση του βαμβακιού έγινε μετά την κατάκτησή τους από τους Μογγόλους το 1280.

Στη χώρα αυτή που έβγαζε μετάξι, ο πληθυσμός θεωρούσε το βαμβάκι σαν έναν επικίνδυνο νεωτερισμό που έθιγε τις συνήθειες, τα δικαιώματα και τα συμφέροντά τους (Τόλης 1986).

Στο Μεσαίωνα σημειώνεται σημαντική πρόοδος τόσο στη χρήση των βαμβακερών προϊόντων όσο και στη διάδοση της καλλιέργειας του βαμβακιού. Μέχρι τον 14^ο αιώνα η επεξεργασία του βαμβακιού γινόταν στην Ανατολή. Από εκεί συνήθως έρχονταν τα βαμβακερά υφάσματα που ήταν όμως πανάκριβα. Από το τέλος του αιώνα αυτού η επεξεργασία του βαμβακιού άρχισε και στην Ευρώπη. Στο μεταξύ το εμπόριο με την Ανατολή δεν γίνεται πια από την Μεσόγειο αλλά μέσω του Ατλαντικού περιπλέοντας την Αφρική. Άμεσο αποτέλεσμα ήταν η σημαντική πτώση στις τιμές των Ινδικών προϊόντων. Έτσι η διάδοση των βαμβακερών γενικεύεται (Τόλης 1986).

1.2.2. Εξέλιξη της καλλιέργειας

Παρόλη την εξέλιξη της εκκόκκισης και βιομηχανοποίησης του βαμβακιού κατά τον 18^ο αιώνα με τις ανακαλύψεις των νέων μηχανημάτων (λανάρες, κλωστήρια, υφαντήρια και εκκοκκιστικές μηχανές), η τεχνική της καλλιέργειας σημείωσε πολύ μικρή πρόοδο. Η σπορά γινόταν με τα ζώα και η καταστροφή των αγριόχορτων με το χέρι ή το ιπποσκαλιστήρι, ενώ η λίπανση ήταν πολύ περιορισμένη. Από το 1935 και μετά αυξάνεται η χρήση των λιπασμάτων και η ποτιστική καλλιέργεια, ενώ αρχίζει, έστω και στοιχειωδώς, η καταπολέμηση των εχθρών. Σαν συνέπεια αυτών ήταν η προοδευτική αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων. Λίγο πριν το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο αρχίζουν οι πρώτες προσπάθειες για την εκμηχάνιση της καλλιέργειας. Μετά τον πόλεμο, προχωρεί γρήγορα και σε μερικές χώρες είναι πλήρης. Η σπορά γίνεται με σπορείς ακριβείας, τα ζιζάνια καταπολεμούνται με ζιζανιοκτόνα, τα έντομα και τα ακάρεα με εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα προϊόντα αντίστοιχα και η συγκομιδή γίνεται με συλλεκτικές μηχανές. Εξάλλου, η έρευνα για τη δημιουργία νέων ποικιλιών με καλύτερα γεωργικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά εντατικοποιείται σε όλο τον κόσμο (Τόλης 1986). Η τελευταία εξέλιξη στον τομέα της καλλιέργειας του βαμβακιού αφορά στην υιοθέτηση γενετικώς τροποποιημένων φυτών (στην Αμερικανική Ήπειρο κυρίως). Για την Ευρωπαϊκή Ένωση συγκεκριμένα, το γενετικά τροποποιημένο βαμβάκι που και θεσμοθετημένα κυκλοφορεί στα πλαίσια της αγοράς από την εταιρεία Monsanto και είναι εγκεκριμένο για βαμβακέλαιο και έτοιμα φαγητά (τηγανισμένα ή ψημένα) ή διάφορα σνακ με βαμβακέλαιο είναι τα παρακάτω:

- με τροποποίηση (event) 1445 για ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα, με ημερομηνία έγκρισης 19/12/2002 (Καν. 258/97 άρθρο 2)
- με τροποποίηση (event) 531 για προστασία από έντομα με ημερομηνία έγκρισης 19/12/2002 (Καν. 258/97 άρθρο 5) (Γιαννοπολίτης 2004).

Σήμερα το βαμβάκι καλλιεργείται κυρίως στις τροπικές περιοχές και μέχρι βόρειο γεωγραφικό πλάτος 43° στη Σοβιετική Ένωση και 45° στην Κίνα. Στο νότιο ημισφαίριο φτάνει στη Ν. Αμερική και στην Αυστραλία σε 32° περίπου νότιο γεωγραφικό πλάτος.

Το σύσπορο βαμβάκι αποτελείται από ίνες και σπόρο σε ποσοστά 36 – 41% και 58 – 62% αντίστοιχα. Η χρησιμοποίηση των ινών για την κατασκευή υφασμάτων είναι γνωστή από την αρχαιότητα ενώ του σπόρου για την παραγωγή λαδιού, ζωοτροφών και άλλων προϊόντων δεν ξεπερνά τα 150 χρόνια (Τόλης 1986).

1.2.3. Είδη και ποικιλίες. Ταξινομική Θέση

Το βαμβάκι ανήκει στο γένος *Gossypium* της οικογένειας Malvaceae. Το γένος περιλαμβάνει συνολικά 23 είδη βαμβακιού. Από αυτά τα 19 βρίσκονται σε άγρια ή αυτοφυή κατάσταση και τα 4 καλλιεργούνται. Τα άγρια είδη δεν έχουν βιομηχανοποιήσιμες ίνες αλλά έχουν πρακτικό ενδιαφέρον επειδή μερικά από αυτά είναι ανθεκτικά σε ορισμένους εχθρούς. Όλα τα είδη αυτά εκτός από το *Gossypium tomentosum* έχουν 13 απλοειδή χρωματοσώματα. Τα είδη που καλλιεργούνται είναι το *Gossypium herbaceum* L., το *Gossypium arboreum* L., το *Gossypium hirsutum* L. και το *Gossypium barbadense* L.. Τα δύο πρώτα έχουν απλοειδή αριθμό χρωματοσωμάτων, $n=13$, κατάγονται από την κοιλάδα του Ινδού ποταμού και καλλιεργούνταν στον Παλιό Κόσμο. Τα άλλα δύο έχουν διπλοειδή αριθμό χρωματοσωμάτων, $n=26$, και καλλιεργούνται στο Νέο Κόσμο από όπου και κατάγονται. Το *G. hirsutum* από την Κεντρική και το *G. barbadense* από τη Νότια Αμερική.

Στο *G. hirsutum* (χνοώδες βαμβάκι) ανήκουν όλα τα αμερικάνικα βαμβάκια που είναι γνωστά με το όνομα Upland. Είναι διαδεδομένο σε όλο τον κόσμο και το μόνο που καλλιεργείται στη χώρα μας. Από αυτό προέρχεται το 90% της παγκόσμιας παραγωγής βαμβακιού. Τα φυτά είναι ετήσιοι θάμνοι, εκτός από μερικές ποικιλίες που σχηματίζουν πολυετείς θάμνους ή δένδρα. Τα φύλλα σχηματίζουν 3 – 5 λοβούς, το σχήμα των βρακτίων φύλλων είναι τριγωνικό και τα καρύδια στρογγυλά ή επιμήκη με 3 – 5 χώρους. Τα καλλιεργούμενα βαμβάκια του είδους αυτού ανήκουν στη βοτανική ποικιλία *Latifolium* που διακρίνεται για την προσαρμοστικότητά της στις υποτροπικές περιοχές (Τόλης 1986).

Οι ποικιλίες βαμβακιού που καλλιεργούνται σήμερα στον κόσμο υπολογίζονται σε εκατοντάδες. Μερικές από αυτές καλλιεργούνται σε διάφορες περιοχές που κάποτε βρίσκονται πολύ μακριά η μία από την άλλη.

1.2.4. Εχθροί και Ασθένειες

Σε όλο τον κόσμο έχει βρεθεί να τρέφονται στο βαμβάκι 1326 είδη εντόμων που ανήκουν σε 700 γένη. Από αυτά σχετικά λίγα είδη μπορούν να θεωρηθούν ως πραγματικοί εχθροί του βαμβακιού με μεγάλη ή μεγαλύτερη σημασία για την καλλιέργεια. Τα περισσότερα είναι μικρής ή καθόλου οικονομικής σημασίας για το βαμβάκι. Ένα σημαντικό ποσοστό που βρίσκεται σε πολλές άλλες καλλιέργειες, δεν μπορούν να θεωρηθούν ειδικά εχθροί του βαμβακιού και το προσβάλλουν σποραδικά. Άλλα έντομα δεν συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο στο βαμβάκι ενώ μερικά είναι δευτερογενείς εχθροί δηλαδή, έλκονται και τρέφονται στα προϊόντα της ζύμωσης που είναι επακόλουθα της προσβολής στο βαμβάκι άλλων εντόμων ή ασθενειών. Λίγα προσβάλλουν τον αποθηκευμένο σπόρο (Τόλης 1986).

Οι κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας και πιο συγκεκριμένα η θερμοκρασία, καθορίζουν λίγο έως πολύ και τους εχθρούς του βαμβακιού που αναπτύσσονται σε αυτές και αποβαίνουν καίριας σημασίας.

Έτσι λοιπόν, στη βορειοανατολική ζώνη, (Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη) οι επικρατέστεροι εχθροί είναι το πράσινο σκουλήκι, ο θρίπας, ο αλευρώδης, οι αφίδες και ο τετράνυχος. Όσον αφορά στο ρόδινο σκουλήκι, αυτό ενδημεί σε συγκεκριμένες περιοχές της ζώνης όπως Αλμυρός, Λάρισα, Γιαννιτσά και Θεσσαλονίκη που οι κλιματικές συνθήκες το ευνοούν (Τόλης 1986).

Στη Δυτική ζώνη (Ηλεία, Μεσολόγγι, Πρέβεζα) οι επικρατέστεροι εχθροί είναι το ρόδινο σκουλήκι, το πράσινο σκουλήκι, οι θρίπες, οι αφίδες, ο αλευρώδης και ο τετράνυχος. Σημαντικά προβλήματα σ' αυτή τη ζώνη εμφανίζονται εξαιτίας του ρόδινου σκουληκιού (Τόλης 1986).

Τέλος, στη Νοτιοανατολική ζώνη (Βοιωτία, Φθιώτιδα, Σκάλα Λακωνίας) οι σημαντικότεροι εχθροί είναι το ρόδινο και το πράσινο σκουλήκι, οι θρίπες, ο αλευρώδης και ο τετράνυχος. Σε κάποιες περιπτώσεις ενδιαφέρον παρουσίασε και η παρουσία ειδών της οικογένειας Jassidae (Τόλης 1986).

1.3. *Aphis gossypii* Glover, 1877

1.3.1. Περιγραφή – Διάγνωση

Η αφίδα του βαμβακιού (*A. gossypii*) (Εικόνα 2) είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος ευρέως διαδεδομένο σε τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές. Έχει αποικήσει πλέον όλες τις ζώνες με ήπιους χειμώνες και παραμένει σε περιοχές με πιο βαρείς εξαιτίας των θερμοκηπίων στα οποία είναι ένας σημαντικός εχθρός για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Ικανότητα διαχείμασης και στο στάδιο του ωού έχει αναφερθεί από αρκετούς συγγραφείς. Η *A. gossypii* είναι παρούσα σε όλες τις περιοχές του κόσμου όπου καλλιεργείται το βαμβάκι.

Πιο παλιά, είχε θεωρηθεί ήσσονος σημασίας εχθρός στο βαμβάκι και μόνο όταν οι συνθήκες για την ανάπτυξη του φυτού ήταν δυσμενείς, τώρα όμως εμφανίζεται να προκαλεί σοβαρά προβλήματα σε πολλές παραγωγικές περιοχές. Μείζονος σημασίας ζημιές προκαλούνταν από την αφίδα κυρίως σε κηπευτικά (Leclant & Deguine 1994).

Η αφίδα ποικίλει αρκετά σε χρώμα (Εικόνα 1) και οι αποικίες της σχηματίζονται συνήθως από ανεξάρτητα άτομα διαφορετικών χρωματισμών: σκούρο πράσινο, γκριζοπράσινο, φαιοπράσινο και κάποιες φορές πολύ σκούρο καφέ. Έχουν επίσης παρατηρηθεί χρωματισμοί σε διάφορες αποχρώσεις του κίτρινου αλλά και κάποια άτομα λευκά (πολύ μικρά).



Εικόνα 1. Διαφορετικοί μεταχρωματισμοί της *A. gossypii*

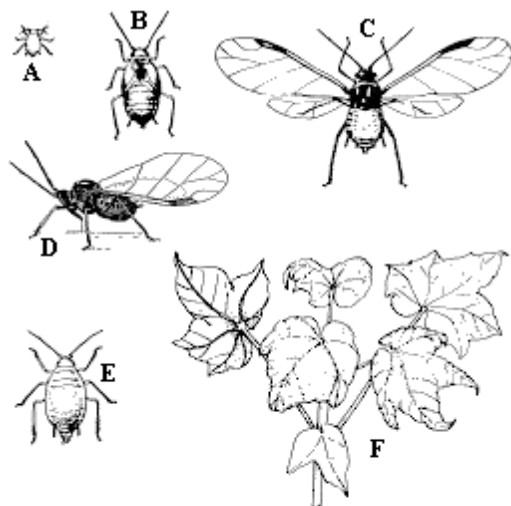
(Πηγή: <http://ipm.ncsu.edu/cotton/insectcorner/photos/aphid.htm>)

Το μέγεθος επίσης ποικίλει σημαντικά (άπτερα από 0,9 έως 1,8 mm, πτερωτά από 1,1 έως 1,8 mm). Αυτό εξηγεί το γιατί το συγκεκριμένο είδος έχει περιγραφεί με διαφορετικά ονόματα. Περίπου σαράντα συνώνυμα έχουν καταμετρηθεί (Eastop & Hille Ris Lambers 1976).

Άπτερα: Οι κεραίες γενικά έχουν έξι τμήματα και είναι ωχρές εκτός των βασικών τμημάτων I και II και των δύο ακραίων τμημάτων. Οι κνήμες είναι επίσης ωχρές και γίνονται σκουρότερες προς την άκρη τους. Οι тарσοί είναι σκούροι. Τα σιφώνια είναι μαύρα και διπλασίου μήκους της ουράς, η οποία έχει πέντε έως επτά τρίχες. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η μορφή των ατόμων σχετίζεται με το χρώμα. Τα ανοιχτόχρωμα άτομα είναι γενικά μικρά ($1 < \text{mm}$) και με σιφώνια ωχρά, καφετιά μόνο στην κορυφή και σε αυτή την περίπτωση δεν είναι μακρύτερα κατά 1,5 φορές από την ουρά η οποία είναι επίσης ωχρή. Τέτοια άτομα παρατηρούνται κυρίως κάτω από θερμές συνθήκες και σε μεγάλους πληθυσμούς.

Η ραχιαία περιοχή του εξωσκελετού είναι μεμβρανώδης και άχρωμη. Μόνο η κεφαλή είναι σκουρόχρωμη. Τα σιφώνια είναι σκούρα και πάντα μεγαλύτερα από την ουρίτσα. Οι κεραιές σε μήκος είναι λίγο μακρύτερες από το μισό του μήκους του σώματος. Το τελευταίο τμήμα του τελευταίου άρθρου των κεραιών είναι δύο με τρεις φορές μακρύτερο της βάσης. Τα σιφώνια είναι κωνικά στο κάτω μισό και γίνονται κυλινδρικά όσο πλησιάζουν την κορυφή.

Πτερωτές μορφές (Εικόνα 3, 4): Η κεφαλή και ο θώρακας είναι σκούρες όπως και οι κεραιές. Οι τελευταίες πάντα αποτελούνται από 6 τμήματα και αποτελούν σημείο διακρίσεως μεταξύ των *A. gossypii* και *Aphis kachkouli* Remaudière. Τα 2 σιφώνια είναι μαύρα και 1,5 έως 2 φορές το μέγεθος της ουρίτσας η οποία έχει 5 έως 7 τρίχες. Το χρώμα τους είναι καπνώδες και στα μεγαλύτερα είναι μαύρο. Η κοιλία είναι καλά ανεπτυγμένη όπως και οι σκληρίτες μετά τα σιφώνια. Υπάρχει μια καλά χρωματισμένη λεπτή γραμμή στο 8^ο κοιλιακό τμήμα. Οι κεραιές είναι τα 2/3 ή τα 3/4 του μήκους του σώματος και το τελευταίο τμήμα του 2,5 έως 3 φορές το μήκος της βάσης. Εκτός της μορφολογικής ποικιλομορφίας η αφίδα του βαμβακιού παρουσιάζει και βιολογικές διακυμάνσεις, οι οποίες προκάλεσαν πολλές δυσκολίες στους ταξινομητές εντομολόγους (Leclant & Deguine 1994).



A-B: νύμφες C-E: ενήλικα F: ζημιές

Εικόνα 2. *Aphis gossypii*

Πηγή: (<http://ipm.ncsu.edu/AG271/cotton/aphids.html>)



Εικόνα 3. Ενήλικα της αφίδας του βαμβακιού

(Πηγή: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/A/I-HO-AGOS-AD.009.html>)



Εικόνα 4. Πτερωτή μορφή της αφίδας

(Πηγή: <http://ipm.ncsu.edu/cotton/insectcorner/photos/aphid.htm>)

1.3.2. Ταξινομική Θέση

Το λιγότερο που μπορεί να πει κανείς για την *A. gossypii*, όσον αφορά την ταξινόμησή της παγκοσμίως, είναι ότι παρουσιάζει πολλά προβλήματα, παρεξηγήσεις και δυσκολίες. Η παρακολούθηση και η ερμηνεία των διαφόρων βιολογικών δεδομένων στη βιβλιογραφία είναι πραγματικά πολύ δύσκολη (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Η αφίδα του βαμβακιού σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής της

(Πηγή:<http://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1233045>)

Οι Leclant & Deguine (1994) κάνουν μια πολύ διεξοδική ανάλυση των προβλημάτων που προκύπτουν για την ταξινομική θέση της *A. gossypii*. Πιο συγκεκριμένα, για τους Ευρωπαίους συγγραφείς η «πραγματική» *A. gossypii* είναι ένα πολυφάγο ανολοκυκλικό, συγγενές με τα Ευρωπαϊκά είδη *Aphis capsellae* Kaltentbach, *Aphis beccabungae* Koch και θεωρήθηκε υποείδος του *Aphis frangulae* Kaltentbach. Όμως, τα παραπάνω είδη είναι ολοκυκλικά με πολλούς ξενιστές και με κύριο ξενιστή το *Frangula alnus*, που δείχνει καταγωγή από την παλαιοαρκτική ζώνη. Το *Aphis testacea* Thomas, ένα άλλο υποείδος

της συγκεκριμένης ομάδας είναι μονοφάγο και ολοκυκλικό στο *F. alnus* στη Γερμανία (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Πολυπλοκότητα του *A. frangulae* και των υποειδών του: βιολογικά και χρωματικά χαρακτηριστικά

ΣΩΣΤΟ ΟΝΟΜΑ (ΟΜΑΔΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ)	ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΓΕΝΕΩΝ	ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΟ ΧΡΩΜΑ	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΞΕΝΙΣΤΗ		
			ΠΑΤΑΤΑ	ΚΟΛΟΚΥΝΘΟΕΙΔΗ	ΒΑΜΒΑΚΙ
<i>Aphis frangulae</i> Kaltenbach, 1845	Ικανότητα εναλλαγής ξενιστών με κύριο το <i>Frangula alnus</i>	Σκούρο γαλαζωπό πράσινο έως ελαφρά μαύρο	KAMIA	KAMIA	KAMIA
<i>A. frangulae</i> <i>beccabungae</i> Koch, 1855		Σκούρο κίτρινο έως πρασινωπό κίτρινο	KΑΛΗ	KAMIA	KAMIA
<i>A. frangulae</i> <i>testacea</i> Thomas, 1968	Κυρίως στο <i>F.</i> <i>alnus</i>	Κιτρινωπό καφέ	KAMIA	KAMIA	KAMIA
<i>A. frangulae</i> <i>capselae</i> Kaltenbach, 1843	Υποχρεωτικά εναλλαγή ξενιστή για να διατραφεί στο <i>F. alnus</i>	Πράσινο προς το σκούρο γαλαζωπό πράσινο	KΑΛΗ	KAMIA	KAMIA
<i>A. frangulae</i> <i>gossypii</i> Glover, 1877*	Ανολοκυκλικό Ολοκυκλικό	Ποικίλο: ελαφρύ κίτρινο έως πολύ σκούρο πράσινο	KΑΛΗ ΜΕΤΑΒΛ ΗΤΗ	ΑΡΙΣΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΑΡΙΣΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗ ΤΗ

* Κάποιοι κλώνοι προερχόμενοι από βαμβάκι δε στάθηκε δυνατό να εγκατασταθούν σε κολοκυνθοειδή και το αντίθετο.

Πηγή: (Leclant & Deguine 1994)

Αντίθετα, στην Αμερική, Ιαπωνία, Κίνα και Κορέα η *A. gossypii* θεωρείται ως ολοκυκλικό πολυφάγο είδος. Για παράδειγμα στο Κονέκτικατ των ΗΠΑ, αναφέρθηκε ολοκυκλική ανάπτυξη με διαχείμαση στο στάδιο του αυγού στα *Catalpa bignonioides* και *Hibiscus syriacus*. Σύμφωνα με τον Stroyan (1984) αυτό το είδος πιθανότατα είναι το *A. catalpae*, το οποίο αναφέρθηκε στην πρώην ΕΣΣΔ και διαφέρει από το *A. gossypii* λόγω της παρουσίας δύο έως τεσσάρων δευτερευόντων αισθητήριων στο άρθρο IV των κεραιών των πτερωτών μορφών.

Παρόλο που το είδος είναι γενικά ανολοκυκλικό στις νότιες ΗΠΑ, πολύ μικρός αριθμός ωστόκων θηλυκών έχει παρατηρηθεί στο βαμβάκι στο τέλος Νοεμβρίου στις πολιτείες του Mississippi και της Louisiana. Αυτό αποδεικνύει την ικανότητα του είδους να διαχειμάζει ως ενήλικο στις νότιες περιοχές, όπως συμβαίνει και σε πιο βόρειες.

Στην Ιαπωνία, από τον Inaizumi (1981) αναφέρθηκαν οι διαφορές μεταξύ τεσσάρων βιότυπων της *A. gossypii*.

- Δύο πολυφάγων ολοκυκλικών τύπων: ο πρώτος με κύριο ξενιστή το *H. syriacus* και με αρκετά ποώδη φυτά ως δευτερεύοντες, και ο δεύτερος με ερμαφρόδιτη γενιά είναι

στο *Rhamnus* και *Celestria* ως πρωτεύοντες ξενιστές και που οι καλοκαιρινές γενιές του βρίσκονταν σε πάρα πολλούς ξενιστές.

- Ένας βιότυπος, μονοφάγος ανολοκυκλικός με άπτερα αρσενικά τα οποία βρέθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς σε *Rubia*.
- Τέλος, ένας ανολοκυκλικός βιότυπος με συνεχόμενη ανάπτυξη παρθενογενετικών θηλυκών σε πατάτα και διάφορα άλλα φυτά χωρίς σεξουαλικά άτομα το φθινόπωρο.

Αργότερα ο Takada (1988) επιβεβαίωσε τις παραπάνω παρατηρήσεις και πρόσθεσε έναν ανδροκυκλικό βιότυπο, όπως είναι γνωστό και για τη *Myzus persicae* Sulzer, ενώ ο Komazaki (1982) ανέφερε πιθανότητα διαχείμασης στο στάδιο του ωού σε *Citrus*.

Οι Zhang & Zhong (1990) ανέφεραν ότι αυτές οι τρεις κύριες κατηγορίες που διαχωρίζονται με βάση τον κύκλο των αφίδων παρατηρούνται στην Κίνα. Οι απόψεις τους βασίστηκαν σε ένα μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων και πειραμάτων διαφορετικών κλώνων αλλά και διαφορετικών ξενιστών κάτω από διάφορες μικροκλιματικές συνθήκες. Αμφισβήτησαν δε τη θεωρία του Mordvilko (1928) σύμφωνα με την οποία, η συχνότητα με την οποία παρατηρούνται ανολοκυκλικές μορφές είναι συνάρτηση του μακροκλίματος.

Οι ίδιοι συγγραφείς συνοψίζοντας τα συμπεράσματά τους αναφέρουν για τις μορφές της αφίδας:

- Υπάρχει μια ανολοκυκλική μορφή η οποία έχει ως κύριους ξενιστές φυτά της οικογένειας Cucurbitaceae. Η συγκεκριμένη μορφή παρουσιάζει δύο τύπους:
 - ο Ο πρώτος, μπορεί να αναπτυχθεί μόνο στα Cucurbitaceae και δεν επιβιώνει στο βαμβάκι. Αποτελείται κυρίως από άπτερα άτομα, τα περισσότερα των οποίων είναι πράσινα.
 - ο Ο δεύτερος, αποτελείται κυρίως από κίτρινου χρώματος άτομα και που μπορεί να επιβιώσει τόσο σε Cucurbitaceae όσο και σε βαμβάκι, με ένα σχετικό βαθμό δυσκολίας. Αλλαγές προς το βαμβάκι είναι ευκολότερες για άτομα που έχουν τραφεί σε *Cucurbita pepo*.
- Μια ετερόοικη μορφή, η οποία είναι ολοκυκλική και που έχει ως κύριους ξενιστές τα *Zanthoxylum simulans* (Rutaceae), *Rhamnus* spp. και *Punica granatum*. Δευτερεύοντες ξενιστές έχει το βαμβάκι, το *C. pepo* και μερικά ακόμα είδη.
- Τέλος, μια μονοφάγα ολοκυκλική μορφή η οποία αναπτύσσεται σε *Hibiscus syriacus*, *Gossypium* spp. κτλ. Αυτή αναπτύσσεται παρθενογενετικά και η γενεά με τα σεξουαλικά άτομα εμφανίζεται στον ίδιο ξενιστή.

Οι παραπάνω ερευνητές θεώρησαν ότι τα φυτά του γένους *Rhamnus*, των οποίων η βλαστική ανάπτυξη είναι πιο αργή αυτής του *Zanthoxylum* είναι πιθανότατα δευτερεύων ξενιστής για την *A. gossypii* και πρέπει να μετεξελιχθηκε βαθμιαία σε πρωτεύοντα κατά τη διαδικασία της εξέλιξης. Διασταυρώσεις μεταξύ των *A. gossypii* και *Aphis glycines* έχουν παρατηρηθεί τόσο στην ύπαιθρο όσο και στο εργαστήριο αλλά με μικρή επιτυχία στη δεύτερη περίπτωση. Η *A. glycines* είναι ένα πολυφάγο ολοκυκλικό είδος στην Κίνα και διαφέρει αρκετά από το *A. gossypii*. Παρόλα αυτά μοιράζονται τον ίδιο κύριο ξενιστή, είδη του γένους *Rhamnus*. Ο δευτερεύων ξενιστής είναι η σόγια.

Αυτές οι αντικρουόμενες παρατηρήσεις οδήγησαν στις δύο εναλλακτικές ερμηνείες: Ή διαφορετικά νεαρκτικά και παλαιοαρκτικά είδη μπερδεύτηκαν κάτω από ένα κοινό όνομα ή, το πιθανότερο, η *A. gossypii* επικράτησε με τον ολοκυκλικό τύπο στη Βόρεια Αμερική και στην Ανατολή χρησιμοποιώντας νέους κύριους ξενιστές που παρουσιάστηκαν με την εξέλιξη. Αυτό είναι παρόμοιο, τηρουμένων των αναλογιών, με τη συμπεριφορά του *Therioaphis trifolii* f. *maculata* Buckton, η οποία ήταν ανολοκυκλική όταν εισήχθη στις ανατολικές ΗΠΑ (1953) και είχε την ικανότητα να γεννά σεξουαλικές μορφές και τελείως ανολοκυκλικές μορφές όταν εξαπλώθηκε σε άλλες περιοχές, πιο βόρεια (Leclant & Deguine 1994).

Συνοψίζοντας, η *A. gossypii* είναι ένα κοσμοπολίτικο έντομο με πολύ μεγάλο εύρος ξενιστών και μπορεί να χαρακτηριστεί ωστόσο. Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά σχετιζόμενα με την προσαρμοστικότητα προκαλούν μεγάλη παραλλακτικότητα και σημαντικά προβλήματα ταξινόμησης. Στην ομάδα της *frangulae* τα υποείδη *gossypii* από μόνα τους δημιουργούν ένα «μωσαϊκό» από υπομονάδες, οι οποίες δεν έχουν ακόμη καταγραφεί. Στην Ευρώπη, Αφρική και γενικά στις ανατολικές ΗΠΑ το είδος παρουσιάζει ανολοκυκλική συμπεριφορά με παρθενογενετική αναπαραγωγή από νυμφοτόκα θηλυκά κατά τη διάρκεια του έτους. Όμως, ολοκυκλικοί πληθυσμοί οι οποίοι διαχειμάζουν σε Rhamnaceae είναι πιθανότατα Ευρωπαϊκής καταγωγής. Αυτοί οι πληθυσμοί που διαχειμάζουν σε άλλους ξενιστές είναι πιθανότατα καταγωγής Βορείου Αμερικής (Leclant & Deguine 1994).

Στην Ελλάδα, από πειράματα που διενήργησε το Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας βρέθηκαν τα παρακάτω αποτελέσματα: Μελετήθηκαν 55 κλώνοι για να εξεταστεί η κατηγορία βιολογικού τους κύκλου. Οι περιοχές από τις οποίες προέρχονταν οι υπό

εξέταση κλώνοι ήταν:Καρδίτσα, Κατερίνη, Βόλος, Βελεστίνο, Μελίκη Ημαθίας. Τα έτη στα οποία πραγματοποιήθηκε το πείραμα ήταν: 2002-2004, και οι ξενιστές ήταν:Βαμβάκι, κολοκύθι, μπάμια, ιβίσκος, καρπούζι, χρυσάνθεμο, ντάλια και ζωχός. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι 54 κλώνοι ήταν ανολοκυκλικοί (μόνο παρθενογενετική αναπαραγωγή) ενώ 1 κλώνος (Κατερίνη, Βαμβάκι, 2002) ήταν ενδιάμεσος (μικρό ποσοστό σεξουαλικής αναπαραγωγής) (Ζάρπας & Τσιτσιπής αδημοσίευτα στοιχεία).

Η συμβολή των μεθόδων της μοριακής βιολογίας θα βοηθήσουν στην καλύτερη γνώση και κατανόηση των ιδιομορφιών της αφίδας του βαμβακιού και των ταξινομικών της διαφορών με συγγενή είδη.

1.3.3. Βιολογία

1.3.3.1. Ξενιστές

Η *A. gossypii* έχει κοινό όνομα το «αφίδα του βαμβακιού» (cotton aphid) ή «αφίδα του πεπονιού» (melon aphid). Έχει μεγάλο εύρος ξενιστών και είναι παμφάγο. Στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν καταγραφεί από τον Essig (1947) 350 ξενιστές και από τους Leonard, Walker & Enari (1971) 250 ξενιστές. Ο Eastop (1958) αναφέρει, ότι βρέθηκε σε περίπου 15 οικογένειες στην Ανατολική Αφρική και περίπου σε 60 είδη στη Δυτική Αφρική. Στην Ασία, οι Roy & Behura (1983) βρήκαν την αφίδα του βαμβακιού σε 200 είδη, τα οποία ανήκαν σε 46 οικογένειες (30 Solanaceae, 17 Malvaceae, 19 Cucurbitaceae, 22 Asteraceae). Τέλος, οι Higuchi & Miyazaki (1969) στην Ιαπωνία το αναφέρουν ως ξενιστή σε φυτά που ανήκουν σε πάνω από 100 οικογένειες και στην Αυστραλία ο Cottier (1953) την αναφέρει σε περίπου 20 οικογένειες φυτών. Παγκοσμίως έχουν αναφερθεί πάνω από 900 ξενιστές.

Οι πιο συχνές καλλιέργειες – στόχοι που έχουν αναφερθεί είναι το βαμβάκι και τα κολοκυνθοειδή και στη συνέχεια τα εσπεριδοειδή, καφές, κακάο, πιπεριά, μελιτζάνα, πατάτα, μπάμια, *Vigna sinensis*, και φιστικιά. Επίσης, έχει αναφερθεί και σε μια σειρά από καλλωπιστικά φυτά όπως *Lantana*, *Hibiscus*, *Lagerstroemia*, *Bougainvillea*, *Chrysanthemum* κλπ (Leclant & Deguine 1994).

Παρόλο που η *A. gossypii* είναι πολυφάγο έντομο, δε σημαίνει ότι όλα τα φυτά έχουν την ίδια θρεπτική αξία. Μερικοί ξενιστές μπορεί να προκαλέσουν μεγαλύτερη γονιμότητα από άλλους (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Γονιμότητα της *A. gossypii* σε διάφορους ξενιστές

Ξενιστής	Οικογένεια	Μέση γονιμότητα σε 24 h*	Μέγεθος Προσβολής
<i>Abelmoschus esculentus</i> Μπάμια	Malvaceae	5,16a†	+++
<i>Gossypium hirsutum</i> Βαμβάκι	Malvaceae	4,76a	+++
<i>Hibiscus cannabinus</i> Κενάφ	Malvaceae	3,30b	+++
<i>Citrulus vulgaris</i> Πεπόνι	Cucurbitaceae	2,88bc	++
<i>Hibiscus sabdarifa</i> Λάπαθο	Malvaceae	2,66bc	++
<i>Urena sp.</i>	Malvaceae	2,20cd	+
<i>Sida sp.</i>	Malvaceae	1,44de	+
<i>Arachis hypogea</i> Αραχίδα	Leguminosae	0,64e	+

*Θερμοκρασία 25±1°C.

†Μέσοι με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά

(Πηγή: Ekucole (1990))

Στη βιβλιογραφία επίσης αναφέρεται η παρουσία πολλών ανολοκυκλικών κλώνων με ειδικές σχέσεις με συγκεκριμένους ξενιστές. Ο Eastop (1958) παρατήρησε στην Ανατολική Αφρική μια σκούρα πράσινη και μια μαύρη μορφή σε ψυχανθή, οι οποίες αναπαράγονται πιο αργά από άλλες μορφές όταν μεταφέρονται σε *Hibiscus* και δεν δίνουν μικρά ωχρού χρώματος άτομα. Ο συγκεκριμένος βιότυπος έχει πιο μικρά σιφώνια από άτομα του ίδιου μεγέθους, που όμως αναπτύσσονται σε άλλα φυτά. Οι Furk, Powell & Heyd (1980) δίνουν ένα διαφορετικό παράδειγμα: Οι αφίδες των θερμοκηπίων χρυσανθέμων της Μ. Βρετανίας δεν αποικίζουν τα Cucurbitaceae και το αντίστροφο. Επιπροσθέτως, αυτοί οι δύο βιότυποι δεν μπορούν να αναπτυχθούν στο βαμβάκι. Η μορφή που παρατηρείται στο χρυσάνθεμο παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε καρβαμιδικά και οργανοφωσφορικά σκευάσματα ενώ οι αφίδες των Cucurbitaceae δεν παρουσιάζουν αυτό το χαρακτηριστικό. Ασυμβατότητα ξενιστών αναφέρθηκε και από τους Paddock (1919) και Isely (1946) μεταξύ μελιτζάνας και βαμβακιού αλλά και στο Καμερούν και το Τσαντ όπου πρόσφατα συλλεγμένοι κλώνοι από βαμβάκι δεν μπόρεσαν να αποικήσουν πεπόνι ή μελιτζάνα.

1.3.3.2. Ο ρόλος των αβιοτικών παραγόντων στην ανάπτυξη

Κάτω από άριστες συνθήκες θερμοκρασίας (25 – 30 °C) η ανάπτυξη διαρκεί 4 – 6 ημέρες και η μέση ημερήσια γονιμότητα είναι 2,3 – 3 νύμφες. (Πίνακες 3 και 4 αντίστοιχα):

Πίνακας 3: Χρόνος ανάπτυξης της *A. gossypii* από νεογέννητη νύμφη έως ενήλικο σε φυτάρια βαμβακιού

Θερμοκρασία (°C)	Αριθμός αφίδων	Ημέρες ± σφάλμα μέσου όρου
10,0	97	24,6 ± 0,25
12,5	90	21,1 ± 0,19
15,0	70	13,8 ± 0,22
17,5	83	10,8 ± 0,14
20,0	158	8,1 ± 0,09
22,5	34	6,9 ± 0,22
25,0	165	5,7 ± 0,08
27,5 ^a	79	5,0 ± 0,07
30,0	30	5,4 ± 0,09
32,5	92	5,9 ± 0,09

^a Άριστη θερμοκρασία
Πηγή: (Akey & Butler 1989)

Πίνακας 4: Γονιμότητα της *A. gossypii* σε φυτάρια βαμβακιού

Θερμοκρασία (°C)	Αριθμός αφίδων	Νύμφες / ημέρα ± σφάλμα μέσου όρου
15,0	22	0,39 ± 0,12
17,5	15	0,50 ± 0,15
20,0	16	0,75 ± 0,24
22,5	19	1,83 ± 0,32
25,0	20	2,85 ± 0,43
27,5 ^a	19	2,61 ± 0,26
30,0	24	2,71 ± 0,34
32,5	15	1,05 ± 0,20

^a Άριστη θερμοκρασία
Πηγή: (Akey & Butler 1989)

Σύμφωνα με τους Liu & Perng (1987), όπως αναφέρθηκε από τους Leclant & Deguine (1994), η άριστη θερμοκρασία νυμφικής ανάπτυξης είναι οι 27 °C. Σ' αυτή τη θερμοκρασία ο πραγματικός ρυθμός ανάπτυξης είναι 0,541 και ο τελικός ρυθμός 1,718. Μια γενιά αναπτύσσεται κατά μέσο όρο σε 7-9 ημέρες. Το θηλυκό θεωρείται ότι έχει την δυνατότητα να παράγει πάνω από 80 νύμφες κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου, η οποία διαρκεί περίπου 2 εβδομάδες. Η μέση διάρκεια ζωής είναι 28 ημέρες. Σε μια καλλιεργητική περίοδο βαμβακιού ο Paddock μέτρησε 57 γενιές (Paddock 1919).

Η διάρκεια της ανάπτυξης και της αναπαραγωγικής περιόδου αναφέρεται στην βιβλιογραφία μεταβαλλόμενη (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Σύγκριση της άριστης ανάπτυξης και γονιμότητας στη βιβλιογραφία

	Isely (1946)	Komazaki (1982)	Akey & Butler (1989)
Ξενιστής	Βαμβάκι	Εσπεριδοειδή	Βαμβάκι
Άριστη θερμοκρασία σε ανώριμο στάδιο	28°C	29,7°C	27,5°C
Μέρες ανάπτυξης	5,18	6,17	5
Άριστη θερμοκρασία αναπαραγωγής	20°C	19,8°C	25°C
Σχετική περίοδος γονιμότητας	2,69	1,01	2,85

(Πηγή: (Leclant & Deguine 1994))

Τα αποτελέσματα θα πρέπει να εξεταστούν με προσοχή ειδικά όταν τα δεδομένα ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν για μοντέλα επιδημιών. Πράγματι, κλώνοι διαφορετικής καταγωγής μπορεί να αντιδρούν διαφορετικά σε κλιματολογικές συνθήκες λόγω της πίεσης επιλογής που ασκήθηκαν στα έντομα στον τόπο καταγωγής τους από το κανονικό περιβάλλον τους. Για παράδειγμα, η άριστη θερμοκρασία μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την καταγωγή. Επιπροσθέτως, όπως και σε άλλα είδη αφίδων, ο ρυθμός ανάπτυξης και αναπαραγωγής και η διάρκεια ζωής μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των άπτερων και πτερωτών μορφών κάτω από τις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας. Η εμφάνιση του φαινομένου αυτού είναι μάλλον σπανιότερη. Ο Isely (1946) υπολόγισε τη μέγιστη πιθανή αναπαραγωγή του απτέρων του *A. gossypii*, η οποία είναι $63,73 \pm 1,77$ προνύμφες στους 19 °C. Αυτή είναι και η θερμοκρασία στην οποία παρουσιάζεται η μεγαλύτερη χρονικά αναπαραγωγική περίοδος με ημερήσιο αναπαραγωγικό ρυθμό $2,45 \pm 0,1$ προνύμφες. Η σύγκριση των παραπάνω δεδομένων με αυτά του Nassar (1962) και των Khalifa & Sharaf El-Din (1964) στην Αίγυπτο αλλά και εκείνων του Vaissayre (1970) στη δημοκρατία της Κεντρικής Αφρικής (επίσης σε άπτερα) δείχνουν ότι η άριστη θερμοκρασία για τις Αφρικάνικες «φυλές» είναι υψηλότερη από ότι των αμερικάνικων αλλά πολύ κοντά στην Αμερικάνικη που περιγράφηκε από τους Akey & Butler (1989), και η οποία βρέθηκε σε ξηρές περιοχές των νοτιοδυτικών ΗΠΑ.

Οι ισχυρές βροχοπτώσεις μειώνουν τους πληθυσμούς με το να τους αποπλένουν κατ' ευθείαν από το φύλλωμα. Βροχόπτωση ύψους 4 χιλιοστών για 4 ώρες μπορεί να μειώσει τους πληθυσμούς κατά 20 με 40%. Οι γεωργοί μάλιστα πιστεύουν ότι μια καλή

βροχόπτωση είναι τόσο καλή όσο και ένας ψεκασμός. Σε αντίθεση, έντονη ξηρασία βοηθά την εμφάνιση εντομοπαθογενετικών μυκήτων (*Neozygites fresensii* Nowakowski και *Cladosporium sp.*) (Leclant & Deguine 1994).

Οι υδατικές συνθήκες (άρδευση) στις οποίες υπόκεινται τα φυτά έχουν μια απ' ευθείας επίδραση στη φυσιολογική κατάσταση (πυκνότητα φυλλώματος, σπαργή). Κάθε αλλαγή στις υδατικές συνθήκες προκαλεί άμεσες αλλαγές στην ποιότητα και ποσότητα της τροφής των αφίδων. Αυτοί οι παράγοντες έχουν μια διακριτή επίδραση στη διάρκεια της ανάπτυξης των εντόμων την διάρκεια ζωής και στη γονιμότητα, και στην εμφάνιση των πτερωτών, όπως παρουσιάζονται και από άλλους συγγραφείς. Μείωση στην αζωτούχο και καλιούχο λίπανση προκαλεί μείωση στον πληθυσμό των αφίδων, ενώ μείωση μόνο στο κάλιο προκαλεί αύξηση στον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού (Leclant & Deguine 1994). Ο Vaissayre (1970) υπολόγισε το μέγιστο αριθμό αφίδων στο ανώτερο τμήμα του φυτού την περίοδο της άνθησης από την ποσότητα αζώτου στη συγκεκριμένη περιοχή του φυτού.

Η κυστεΐνη και η μεθειονίνη είναι απαραίτητα τόσο για την *A. gossypii* όσο και για την *M. persicae*. Η σουκρόζη είναι ένα απαραίτητο φαγοδιεγερτικό για την επιτυχία της εκτροφής της αφίδας του βαμβακιού σε συνθετικό μέσο. Πρέπει μάλιστα να είναι σε επαρκείς ποσότητες και σε συγκεκριμένη αναλογία σε σχέση με τη μαλτόζη έτσι ώστε να έχουμε υψηλούς ρυθμούς επιβίωσης (Leclant & Deguine 1994).

Ένα αλκαλικό μέσο ανάπτυξης (pH από 7-7,8) βοηθά στην αναπαραγωγή. Το pH του φλοιού είναι επίσης αλκαλικό. Αυτά τα στοιχεία βρίσκονται στα φύλλα του βαμβακιού αλλά διάφορες φυσιολογικές διαδικασίες μπορεί να αλλάξουν τα επίπεδα και έτσι να έχουμε αλλαγές και στον πληθυσμό. Γενικότερα για τα έντομα αλλά και πιο ειδικά για τις αφίδες, φλαβονόλες αλλά και φλαβανόλες μπορεί να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους. Το ίδιο συμβαίνει και για συστατικά που βρίσκονται ειδικότερα στο βαμβάκι όπως είναι η γκοσσυπόλη ή η χρυσανθεμίνη. Τα δύο αυτά συστατικά μάλιστα παίζουν σημαντικό ρόλο και στην ανθεκτικότητα που παρουσιάζει το βαμβάκι, σε συγκεκριμένα Λεπιδόπτερα και Κολεόπτερα (Leclant & Deguine 1994) .

Τέλος, διάφορες μέθοδοι χημικού ερεθισμού έχει βρεθεί ότι μπορεί να επηρεάζουν τη λήψη τροφής την αναπαραγωγή και τη διασπορά στα αρθρόποδα. Έμμεσος ερεθισμός σε πληθυσμούς αφίδων αλλά και ακάρεων από συγκεκριμένα μικροβιοκτόνα (τροφοβίωση) έχει αναφερθεί (Leclant & Deguine 1994).

1.3.3.3. Ο ρόλος των βιοτικών παραγόντων

Οι διαθέσιμες πληροφορίες που υπάρχουν για τους φυσικούς εχθρούς της *A. gossypii* στις διάφορες περιοχές καλλιέργειας βαμβακιού αποτελούνται κυρίως από λίστες και καταγραφές με μερικές κατά προσέγγιση αποτιμήσεις. Λίγες σε βάθος και σοβαρές έρευνες έχουν γίνει για την επίδραση των φυσικών εχθρών στον πληθυσμό των αφίδων. Είναι ωστόσο από παλιά γνωστό ότι νέες προσβολές μπορεί να παρουσιαστούν μετά από εφαρμογή εντομοκτόνου για την καταπολέμηση άλλων εντόμων. Αυτή είναι μια έμμεση απόδειξη για την αποτελεσματικότητα των ωφέλιμων εντόμων. Για παράδειγμα, 300 με 600 είδη παρασίτων και εχθρών έχουν καταγραφεί στις ΗΠΑ ανάλογα των κλιματικών συνθηκών χωρίς να υπολογιστούν τα σπονδυλωτά και τα εντομοπαθογόνα. Όλοι οι συγγραφείς πάντως, συμφωνούν ότι οι θηρευτές είναι περισσότερο συχνοί και πιο αποτελεσματικοί από τα παρασιτοειδή. Παρατηρήσεις εντομοπαθογόνων είναι σπάνιες (Leclant & Deguine 1994).

1.3.3.4. Αρπακτικά

Οι πιο συχνοί θηρευτές της αφίδας του βαμβακιού είναι είδη της οικογένειας Coccinellidae (Εικόνα 6), τα οποία αναφέρονται και πιο συχνά στην βιβλιογραφία. Ο θεμελιώδης ρόλος τους στη ρύθμιση των πληθυσμών είναι αναγνωρισμένος (Agarwala & Ghosh 1988). Μετά από αυτά επίσης σημαντικά είναι είδη των οικογενειών Hemerobiidae και Chrysopidae αλλά και Syrphidae. Αμέσως μετά, από απόψεως σημαντικότητας, έρχονται είδη των οικογενειών Anthocoridae. Ένα κοινό χαρακτηριστικό είναι η υστέρηση μεταξύ των πληθυσμών του θηράματος και του θηρευτή. Τα παραπάνω είναι εξαρτώμενα από την πυκνότητα του πληθυσμού των αφίδων και οι πληθυσμοί τους αυξάνουν όταν οι αποικίες των αφίδων είναι ελκυστικές και ήδη μεγάλες. Αυτό σημαίνει ότι συχνά είναι πολύ αργά για να διατηρήσουν τους πληθυσμούς της *A. gossypii* σε χαμηλά επίπεδα και έτσι είναι αναπόφευκτη η χημική καταπολέμηση, ώστε να μείνουν οι πληθυσμοί σε ανεκτά επίπεδα (Leclant & Deguine 1994). Απαιτείται στενή παρακολούθηση της σχέσης πληθυσμού αφίδων και αρπακτικών και μόνο αν ο ρυθμός του πληθυσμού των αφίδων είναι βραδύς και μπορεί να προκληθούν ζημιές, είναι απαραίτητο να ληφθούν κατασταλτικά μέτρα.



Εικόνα 6: Νύμφες της Αφίδας του βαμβακιού με προνύμφη *Coccinella septempunctata*

(Πηγή:<http://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1435138>)

1.3.3.5. Παρασιτοειδή

Τα παρασιτοειδή δεν είναι αποτελεσματικά συνήθως στις ΗΠΑ και στην Ασία και πρακτικά δεν υπάρχουν στην περιοχή της Αιθιοπίας. Στην Αφρική, οι αφίδες και κατά συνέπεια και τα παράσιτά τους, δεν μπορούν να αντέξουν τις υψηλές θερμοκρασίες αλλά και την παρατεταμένη ξηρασία κυρίως λόγω της επίδρασης που έχουν αυτοί οι παράγοντες στην κατάσταση του φυτού. Στη ζώνη του Σουδάν, όπου έχουμε μια πολύ μεγάλη ξηρή περίοδο, οι αφίδες πρακτικά εξαφανίζονται για μια περίοδο του χρόνου όταν η βλάστηση μειώνεται ή όταν υπάρχουν πυρκαγιές. Αυτές οι συγκεκριμένες συνθήκες είναι μάλλον υπεύθυνες για την αδυναμία επιβίωσης των παρασιτοειδών των οικογενειών Aphidiidae και Aphelinidae, εκτός ίσως από περιοχές γύρω από κατοικίες και σε ελώδεις εκτάσεις. Οι πληθυσμοί των αφίδων και οι φυσικοί εχθροί τους βρίσκονται σε μόνιμη βάση στην κεντρική Ανατολική και Νότια Αφρική, όπου στις ορεινές περιοχές οι θερμοκρασίες προσεγγίζουν τα επίπεδα των εύκρατων περιοχών και η ξηρή περίοδος είναι μικρή. Μόνο κάτω από αυτές τις συνθήκες βρέθηκε το παρασιτοειδές *Aphidius colemani* Viereck, ένα παγκοσμίως διαδεδομένο πολυφάγο είδος (Περιοχή Μεσογείου, Κεντρική Ασία, τροπική ζώνη της Ινδίας, Αφρική, Νότια Αμερική και Ασία), σε βαμβάκι και σε υψόμετρο από 800 έως 1200 μέτρα στο Burundi (Stary *et al.* 1985). Στις ΗΠΑ, το

Lysiphlebus testaceipes Cresson μπορεί σε μερικά χρόνια να περιορίζει τους πληθυσμούς τοπικά (Kerns & Gaylor 1992).

Διάφορες περιπτώσεις παρασιτισμού από Υμενόπτερα είδη της οικογένειας Aphelinidae (*Aphelinus albipodus* Hayat, *A. gossypii* Timberlake) έχουν επίσης παρατηρηθεί, αλλά αυτά τα είδη δεν έχουν πρακτικά καμία επίδραση καθώς εμφανίζονται πολύ αργά και οι αριθμοί τους πιθανότατα παραμένουν πολύ χαμηλοί. Ο Vaissayre (1970) ανέφερε για παράδειγμα, ότι οι πρώτες μούμιες εμφανίζονται μετά την 40η ημέρα από την πρώτη εμφάνιση της προσβολής. Έτσι, η περιορισμένη επίδραση του παρασιτοειδούς μπορεί να βρεθεί σε παραμένοντες πληθυσμούς που δεν αναπτύσσονται.

Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι σε συνδυασμό με την παρασιτική τους δράση τα Aphelinidae έχουν και δράση αρπακτικού καθώς νεκρώνουν πολλές αφίδες τρυπώντας τις για να τραφούν (Jervis & Kidd 1986).

1.3.3.6. Μικροβιακοί παράγοντες

Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες εντομοπαθογόνα, ειδικά μύκητες της τάξης Entomophthorales αποτελούν μια αρκετά ενδιαφέρουσα ομάδα ωφέλιμων οργανισμών κι αυτό λόγω κυρίως της επιβίωσής τους και σε περίπτωση απουσίας του ξενιστή. Πέντε κύρια γένη έχουν βρεθεί στις αφίδες (*Conidiobolus*, *Entomophthora*, *Erynia*, *Neozygites*, *Zoophthora*). Ειδικά για την *A. gossypii* στο βαμβάκι έχει αναφερθεί ο παρασιτισμός της από το *Neozygites fresenii* Nowakowski στο Τσαντ και στις ΗΠΑ (Steinkraus *et al.* 1991).

Στη φύση, η προσβολή αρχίζει με την είσοδο του μύκητα στο έντομο μέσω ενός σωλήνα (appressorium) που αναπτύσσεται από ένα κονίδιο πάνω στην cuticula. Το μυκήλιο αναπτύσσεται και εισβάλλει στο αιμοκοίλο του ξενιστή που το οδηγεί στο θάνατο μετά από μερικές μέρες. Αν οι συνθήκες το επιτρέπουν (η υγρασία θεωρείται απαραίτητη) αναπτύσσονται κονιδιοφόροι που σχηματίζουν ένα στρώμα λευκού χρώματος πάνω στο σώμα του εντόμου και σχηματίζονται κονίδια. Αυτά τα κονίδια διασπείρονται σε απόσταση λίγων εκατοστών και μολύνουν υγιή άτομα αφίδων. Ένας νέος κύκλος ζωής του μύκητα λαμβάνει μέρος οδηγώντας έτσι σε επιζωοτία. Σε δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος σχηματίζονται ανθεκτικά σπόρια με παχύ τοίχωμα, τα οποία μπορούν να επιβιώσουν για αρκετούς μήνες έως ότου οι συνθήκες γίνουν κατάλληλες για την παραγωγή κονιδιοφόρων και κατόπιν κονιδίων που θα μολύνουν νέα άτομα (Leclant & Deguine 1994).

1.3.3.7. Μυρμηγκοφιλία

Η σχέση μυρμηγκιών και αφίδων είναι πολύ γνωστή. Τα μυρμήγκια τρέφονται από τα μελιτώδη απεκκρίματα των αφίδων. Κατασκευάζουν ειδικές θήκες και χωμάτινα καλύμματα στο λαιμό των φυτών, κρατούν τις αφίδες και τις μεταφέρουν. Μερικά είδη δεν μπορούν να παραμείνουν χωρίς την παρουσία των μυρμηγκιών ενώ άλλα παρουσιάζουν συγκεκριμένες ανατομικές κατασκευές για την συγκατοίκησή τους με τα μυρμήγκια. Τέλος, τα μυρμήγκια προστατεύουν τις αφίδες από τους εχθρούς τους και μπορούν να μειώσουν σημαντικά τη δράση των παρασίτων και των θηρευτών και να περιορίσουν προσπάθειες βιολογικής καταπολέμησης (Leclant & Deguine 1994).

Έχει αναφερθεί επίσης ότι τα μυρμήγκια μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τη βιολογία και τη δυναμική των πληθυσμών των αφίδων. Ο Schmutterer (1969) παρατήρησε ότι στη Νότια Αφρική τα πιο σοβαρά προσβεβλημένα βαμβακόφυτα ήταν αυτά τα οποία γειτνίαζαν με φωλιές του *Myrmecaria natalensis* Smith. Μια ειδική μορφή διαχείμασης που περιλαμβάνει δύο είδη μυρμηγκιών (*Formica nigricans* Emery και *F. cinerea* Mayr) περιγράφηκε στη Βουλγαρία. Πραγματοποιήθηκε μια σειρά πειραμάτων για πάνω από πέντε χρόνια και για διάφορα πολυετή φυτά προσβεβλημένα από την αφίδα του βαμβακιού το φθινόπωρο. Παρατηρήθηκε η διαχείμαση των παρθενογενετικών θηλυκών της *A. gossypii* και διαπιστώθηκε ότι οι αφίδες δεν μπορούσαν να επιζήσουν σε χαμηλές θερμοκρασίες χειμώνα. Παρόλο όμως αυτό παρατηρήθηκε ότι στο τέλος του κύκλου ζωής του βαμβακιού, πάρα πολλά άτομα σχημάτιζαν ομάδες στη βάση των φυτών κοντά στις φωλιές των μυρμηγκιών. Από εκεί μεταφέρονταν από τα μυρμήγκια μέσα στη φωλιά όταν άρχιζαν οι πρώτες χαμηλές θερμοκρασίες. Προσεκτική παρακολούθηση των περιεχομένων των φωλιών των μυρμηγκιών αποκάλυψε την παρουσία της *A. gossypii* σε όλα τα νυμφικά στάδια, ενήλικα αλλά και άλλα είδη αφίδων όπως *Smynthuroides betae* Westwood (Fordinae). Οι αφίδες μεταφέρονταν εκ νέου στην επιφάνεια την άνοιξη και ήταν έτοιμες να περπατήσουν ως το κοντινότερο φυτό (Leclant & Deguine 1994). Πάνω σε αυτό το θέμα, της κίνησης δηλαδή της αφίδας, ο Thygesen (1968) κατέγραψε απόσταση 1,8 μέτρα. Πιο συγκεκριμένα παρατήρησε άπτερες μορφές αφίδας μαρκαρισμένες με ³²P.

1.3.3.8. Σχέσεις με άλλους οργανισμούς

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα ανταγωνισμού μεταξύ διαφόρων οργανισμών ειδικά για ενδισαιτήματα. Η αφίδα *Rhopalosiphum padi* L. βαθμιαία μειώνει τους πληθυσμούς

όλων των άλλων ειδών αφίδων (*Schizaphis graminum*, *Sitobion avenae*, F. και *Metopolophium dirhodum* Walker) όταν τα είδη αυτά απαντώνται σε δημητριακά. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η *A. gossypii* γενικά επικρατεί της *A. spiraeola* Patch σε εσπεριδοειδή. Επίσης, ισχυρή προσβολή σε βαμβάκι από *B. tabaci* μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη αποικιών της *A. gossypii* (Hector & Hodkinson 1989).

Η *Spodoptera littoralis* Boisduval στην προνυμφική της μορφή εμφανίζει δυσκολίες στο να προσβάλλει βαμβακόφυτα, τα οποία εμφανίζουν έντονη προσβολή από *A. gossypii*. Αντίθετα, συνεστραμμένα φύλλα εξαιτίας προσβολής από *Syllepte derogata* F. εμποδίζει την αφίδα. Τέλος, τα εκκρίματα των αφίδων φαίνεται να έλκουν το *Helicoverpa zea* Bodie καθώς είναι τροφή του. Τα συνήθη αρπακτικά των νεαρών προνυμφών των *Heliothis* προτιμούν τις αφίδες, οι οποίες τείνουν να μειώσουν την αποτελεσματικότητά τους στον έλεγχο των πληθυσμών των Λεπιδοπτέρων (Ables, Jones & McCommas 1978).

Παρόλα αυτά, οι διαφορετικές συμπεριφορές που αναφέρθηκαν δεν προκαλούν σημαντικές ζημιές στη δυναμική πληθυσμών των αφίδων.

1.3.4. Δυναμική πληθυσμών αφίδων

Ο πληθυσμός των αφίδων μπορεί να γίνει πολύ μεγάλος, ειδικά σε καλλιεργούμενες εκτάσεις. Για παράδειγμα σε ένα εκτάριο φασολιών μπορούν να υπάρξουν 4000 εκατομμύρια ενήλικα άτομα της *Aphis fabae*, ενώ η *M. dirhodum* μπορεί να φτάσει σε πυκνότητα πληθυσμού έως και 1000 εκατομμύρια ανά εκτάριο σιταριού. Παρόλο που οι αφίδες είναι μικρές αυτός ο αριθμός είναι αντίστοιχος σε μάζα με μια αγελάδα. Αλλά και τα αρπακτικά των εντόμων μπορούν να φτάσουν σε μεγάλους πληθυσμούς. Στην Αγγλία το 1976, 280000 άτομα *Coccinella septempunctata* βρέθηκαν ανά εκτάριο σιταριού και τρέφονταν πάνω σε *Sitobion avenae* η οποία άγγιζε τα 200 εκατομμύρια ανά εκτάριο (Dixon 1997).

Οι πληθυσμοί έχουν μελετηθεί είτε σε μερικά φυτά σε μια σχετικά μικρή έκταση είτε και σε όλη την Ευρώπη γενικά. Οι συχνές λεπτομερείς μελέτες των αφίδων στα φυτά καλύπτουν μόνο μια στιγμιαία κατάσταση του πληθυσμού και τις διαδρομές των πολύ κινητικών αυτών εντόμων. Παρόλα αυτά, συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των δύο παραπάνω προσεγγίσεων είναι πιθανό να επεκταθεί η γνώση του τι καθορίζει τον πληθυσμό των αφίδων σε μερικά φυτά και σε μεγαλύτερες περιοχές και να βγουν συμπεράσματα για τη χωρική τους κατανομή (Dixon 1997).

1.3.4.1. Δυναμική των ιπτάμενων πληθυσμών

Σε πειράματα που έγιναν στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Δυτική Ευρώπη, χρησιμοποιήθηκαν αναρροφητικές παγίδες οι οποίες τοποθετήθηκαν 12,5 μέτρα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Με τη βοήθεια των παγίδων αυτών λοιπόν, συλλέχθηκαν αφίδες για 24 ώρες την ημέρα σε μερικές περιοχές για πάνω από 30 χρόνια. Ο σκοπός για τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν οι παγίδες ήταν να παρακολουθήσουν και να προβλέψουν οι ερευνητές την αύξηση του πληθυσμού των αφίδων. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε αγροτικές περιοχές και αρκετά ψηλά πάνω από το έδαφος ώστε να παγιδεύουν αντιπροσωπευτικό εύρος ειδών αλλά και πληθυσμών αφίδων της περιοχής. Το πολύ μεγάλο μέγεθος των δεδομένων που συλλέχθηκαν και που είναι τώρα διαθέσιμο, δεν αποδείχθηκε χρήσιμο μόνο για την παρακολούθηση των ειδών αφίδων αλλά και για τους οικολόγους που ενδιαφέρθηκαν για την ρύθμιση του πληθυσμού αλλά και για εξελικτικά πρότυπα (Dixon 1997).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται πολλές αναλύσεις αυτών των πολυετών απογραφών με σκοπό τη διαπίστωση καθοριστικών δυναμικών συμπεριφορών στη φύση. Την ώθηση γι' αυτές τις αναλύσεις έδωσε το συμπέρασμα από πίνακες θνησιμότητας ότι ο καθορισμός των πληθυσμών των αφίδων που έχει να κάνει με την πυκνότητα είναι σπάνια στα έντομα. Υπήρχε δηλαδή μια αντίφαση μεταξύ των θεωρητικών δεδομένων και των αποτελεσμάτων των πειραμάτων. Μια λύση στο πρόβλημα έδωσε ο Turchin (1990) μέσα από μια σειρά πειραμάτων που έδειξαν ότι γενικά, άμεση εξάρτηση των πληθυσμών από την πυκνότητα δεν ήταν εύκολο να αναγνωριστούν από δεδομένα που παίρνονται από πληθυσμούς που χαρακτηρίζονται από συμπτώματα καθυστερημένης αντίδρασης και προβλήματα δυναμικής συμπεριφοράς.

Εξαιτίας των πολύ υψηλών αναπαραγωγικών ρυθμών και των επικαλυπτόμενων γενεών οι αφίδες πάρα πολύ συχνά εμφανίζουν τεράστιους πληθυσμούς. Η επικάλυψη των γενεών και οι ετήσιες διακυμάνσεις έχουν δείξει ότι αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για την ανάλυση της δυναμικής των πληθυσμών των αφίδων (Dixon, 1990).

Σε μια προσπάθεια να αποφύγουν αυτά τα εμπόδια αρκετοί ερευνητές προσπάθησαν να χρησιμοποιήσουν δεδομένα από ετήσιες συλλήψεις αναρροφητικών παγίδων. Πιο συγκεκριμένα οι Turchin & Taylor (1992) πειραματίστηκαν με δύο είδη αφίδας (*Drepanosiphum platanoidis* και *Phyllaphis fagi*) και ανέλυσαν ετήσια δεδομένα πληθυσμού των. Η πρώτη κατηγοριοποιήθηκε ως μια περίπτωση διετούς περιορισμένου κύκλου ενώ η δεύτερη θεωρήθηκε ότι έχει χασοτική δυναμική. Επόμενες πιο λεπτομερείς

μελέτες όμως, με δεδομένα περισσότερων ετών για τη δεύτερη αφίδα, απέδειξαν ότι το είδος έχει ένα σταθερό κύκλο παρά χασοτική, ενδογενή δυναμική (Perry, *et al.* 1993).

Η δυναμική των πληθυσμών των αφίδων με τις επικαλυπτόμενες γενιές και τις ασταθείς ηλικιακές δομές δεν είναι εύκολο να μελετηθεί χρησιμοποιώντας ως μοντέλα ανάλυσης σαφείς μαθηματικές σχέσεις. Οι περισσότερες αναλύσεις για το συγκεκριμένο θέμα έχουν ως βάση λεπτομερή, συχνά μεγάλα, μοντέλα προσομοίωσης που αποτελούνται από εξειδικευμένες ακολουθίες αριθμητικών πράξεων. Παρόλο που λίγα είδη έχουν μελετηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και για τέτοιου είδους αναλύσεις, οι μελέτες αυτές δείχνουν κάποια αποτελέσματα και πρότυπα στις αλλαγές του πληθυσμού από χρόνο σε χρόνο αλλά επίσης έχουμε και κάποια κατανόηση στη διαδικασία που ακολουθείται. Παρόλα αυτά, τα καλύτερα αποτελέσματα για καθαρά πρακτικούς λόγους και συνέχεια στο χρόνο τα παίρνουμε από πληθυσμούς που προσβάλλουν δένδρα (Dixon 1997).

Σε φυσικούς πληθυσμούς, όπου η πυκνότητά τους μπορεί να επηρεάζεται από περιβαλλοντικές διαταραχές, η παρουσία τους σε μεγάλες χρονικές περιόδους μπορεί να σημαίνει κάποια μορφή ρύθμισης (Royama 1977, 1981). Θεωρητικά, η εξάρτηση των πληθυσμών από την πυκνότητα είναι η μόνη μορφή ρύθμισης που μπορεί να εξηγήσει σταθερά και μεγάλης χρονικής διάρκειας πρότυπα διακυμάνσεων πληθυσμών. Καθορισμένες σχέσεις μεταξύ πυκνότητας και πληθυσμού που παρατηρούνται σε δεδομένα πειραμάτων δεν είναι από μόνα τους αποδείξεις για σχέσεις στη φύση. Η τελική απόδειξη πρέπει να έρχεται μέσα από πειράματα (Dixon 1997).

Οι μηχανισμοί ρύθμισης, οι οποίοι εμφανίζονται σε διάφορα είδη αφίδων καθορίστηκαν μετά από μελέτη πληθυσμών στο εργαστήριο, από πειράματα στον αγρό και από μοντέλα προσομοίωσης.

Υπάρχουν πολλές μελέτες πάνω σε πολλά είδη αφίδων που δείχνουν ότι υπάρχει μια αύξηση στους πληθυσμούς την άνοιξη, η οποία ακολουθούταν από μια μείωση το φθινόπωρο. Αυτό το φαινόμενο καθορίζεται από μια αθροιστική επίδραση της πυκνότητας. Οι τρόποι με τους οποίους επηρεάζει μπορεί να είναι είτε με την επίδραση στην ποιότητα του ξενιστή, είτε στην ίδια την αφίδα, είτε και στα δύο. Υψηλοί πληθυσμοί της αφίδας του πεκάν σε πρώιμο στάδιο επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του πεκάν σαν τροφή για την αφίδα προς το τέλος της περιόδου. Στην περίπτωση της αφίδας του πλατάνου έχουμε υψηλούς πληθυσμούς στην αρχή της περιόδου, οι οποίοι επιδρούν αρνητικά και στο τέλος της περιόδου παρουσιάζονται χαμηλοί αναπαραγωγικοί ρυθμοί.

Τέλος, στην αφίδα των εσπεριδοειδών παρουσιάζεται μια διπλή επίδραση τόσο στην ποιότητα του ξενιστή, όσο και στην ίδια την αφίδα. Υπάρχουν δηλαδή μηχανισμοί οι οποίοι μεταφέρουν πληροφορίες από την άνοιξη στο φθινόπωρο και από το φθινόπωρο στην επόμενη άνοιξη. Αυτό γίνεται διότι οι αριθμοί των σεξουαλικά ενεργών το φθινόπωρο είναι στενά συνδεδεμένοι με τον πληθυσμό των αφίδων την επόμενη άνοιξη. Επιπροσθέτως, η επιρροή της πυκνότητας πληθυσμού στη μετανάστευση, το μέγεθος σώματος και την αναπαραγωγή τείνει να φέρει τον πληθυσμό στους τοπικούς ετήσιους μέσους όρους (Dixon 1997).

1.3.4.2. Φυσιικοί Εχθροί

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι φυσικοί εχθροί μπορούν να μειώσουν το ρυθμό της αύξησης των αφίδων, πολλές φορές σε σημαντικό βαθμό. Η χρήση υμενοπτέρων παρασιτοειδών αλλά και κολεοπτέρων αρπακτικών στο βιολογικό έλεγχο των εντόμων και ειδικότερα των αφίδων, έχει αποδειχθεί επιτυχής. Η πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια βιολογικής καταπολέμησης εντόμων ήταν με τη χρήση της *Rodolia cardinalis* εναντίον του *Icerya purchasi*. Αυτό οδήγησε σε μια γενική θεώρηση και προσδοκία ότι ο πληθυσμός των οργανισμών μπορεί να ελεγχθεί από τους φυσικούς του εχθρούς (Dixon 1997).

Σε αντίθεση με την πρώιμη επιτυχία της *Rodolia cardinalis*, τα Coccinelidae δεν αποδείχθηκαν αποτελεσματικά στο βιολογικό έλεγχο των αφίδων (Hodek 1973). Η αιτία για αυτή την αποτυχία έχει να κάνει με τη δυναμική της αλληλεπίδρασης των αφίδων και των κολεοπτέρων και στις συνέπειες για τους πληθυσμούς των αρπακτικών (Kindlmann & Dixon 1993). Αυτά τα αρπακτικά, εκμεταλλεύονται αποικίες αφίδων οι οποίες είναι ανομοιόμορφα διασκορπισμένες και σε σχέση με την διάρκεια ζωής των προνυμφών, πολύ μικρής χρονικής διάρκειας. Ο κίνδυνος να πεινάσουν οι προνύμφες είναι μεγαλύτερος όταν ο πληθυσμός των αφίδων των αποικιών που βρίσκονται τα αρπακτικά, μειωθεί σε χαμηλά επίπεδα πριν προλάβουν να ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους. Η περίοδος για την οποία ένα τμήμα αγρού μπορεί να αντέξει προνύμφες εξαρτάται από τον αριθμό των προνυμφών. Αυτό σημαίνει ότι όταν εναποθεθούν πολλά αυγά ή εναποθεθούν πολύ αργά – για παράδειγμα όταν οι αφίδες είναι έτοιμες για να εξαπλωθούν - τότε η επιβίωση των προνυμφών είναι μικρή. Συγχρόνως, το μέγεθος των αρπακτικών είναι μικρό και εξαιτίας αυτού έχουμε αντίστροφη επίδραση στην επιβίωσή τους κατά τη διάρκεια της διάπαυσής τους και στη γονιμότητα (Dixon & Guo 1993).

Τα υπόλοιπα αρπακτικά των αφίδων συμπεριφέρονται λίγο πολύ το ίδιο στον αγρό. Οι μελέτες του Kan (, Kan 1988a, 1988b, 1989a, 1989b, Kan & Sasakawa 1986) επισημαίνουν ότι κάποια Syrphidae αποφεύγουν να ωτοκήσουν σε θέσεις από όπου ετοιμάζονται να φύγουν οι αφίδες. Άλλα αποφεύγουν να εναποθέτουν αυγά σε θέσεις όπου ήδη υπάρχουν προνύμφες Syrphidae (Hemptinne *et al.* 1993). Στην περίπτωση των *Chrysopa*, όπως και στα Coccinellidae, τα ενήλικα είναι απρόθυμα να ωτοκήσουν σε θέσεις όπου έχουν μολυνθεί από χημικές ουσίες που υποδηλώνουν την παρουσία προνυμφών (Ruzicka 1994).

Τα υμενόπτερα παρασιτοειδή μπορούν να ωριμάσουν πάνω σε ένα άτομο και για το λόγο αυτό φαίνεται να είναι θεωρητικά πιο κοντά στο να ελέγχουν πληθυσμούς αφίδων. Αυτή τους η επίδραση όμως μειώνεται από δύο κυρίως παράγοντες. Ο πρώτος είναι η μεγαλύτερη περίοδος ανάπτυξης σε σχέση με τους ξενιστές τους και ο δεύτερος είναι η δράση των υπερπαρασιτοειδών και των αρπακτικών που σε πολλές περιπτώσεις είναι λιγότερο εκλεκτικά από τα κύρια παράσιτα (Hamilton 1973, Mackauer & Volkl 1993). Επίσης, εξαιτίας του κινδύνου του υπερπαρασιτισμού, πολλά κύρια παράσιτα αποφεύγουν να ωτοκοούν σε αφίδες που είναι ήδη παρασιτισμένες. Υψηλά επίπεδα παρασιτισμού σε αποικίες τις κάνει ελκυστικές στα υπερπαρασιτοειδή. Συνεχίζοντας να ωτοκεί ένα κύριο παράσιτο σε θέσεις, όπου έχουμε ήδη υψηλό παρασιτισμό, δημιουργεί πρόβλημα στην ίδια του την επιβίωση (Ayal & Green 1993).

Συνοψίζοντας, υπάρχει αρκετή και αυξανόμενη πειραματική απόδειξη στη θεωρητική πρόγνωση ότι τα αφιδοφάγα αρπακτικά ακόμα και αν εναποθέσουν αυγά στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης μιας αποικίας, δύσκολα γίνονται ρυθμιστές των πληθυσμών αφίδων. Παρόμοια, η αναποτελεσματικότητα των πρωτεύοντων παρασίτων υμενοπτέρων πιθανότατα οφείλεται στην επίδραση υπερπαρασιτοειδών τους και η πίεση επιλογής ευνοεί εκείνα τα πρωτεύοντα παράσιτα που αποφεύγουν να ωτοκήσουν σε αποικίες αφίδων που είναι ήδη παρασιτισμένες και υπάρχει ο κίνδυνος των υπερπαρασιτοειδών (Dixon 1997).

1.3.4.3. Διαφορές μεταξύ ειδών και πληθυσμών

Η ισορροπία της πυκνότητας πληθυσμού ενός είδους φαίνεται ότι είναι αποτέλεσμα μιας αλληλεπίδρασης μεταξύ του ρυθμού αύξησής του και της δύναμης που ασκεί στον πληθυσμό η πυκνότητά του. Οι φυσικοί εχθροί δεν φαίνεται να παίζουν κάποιο σημαντικό

ρόλο στον έλεγχο του πληθυσμού ειδικά σε αφίδες που τρέφονται σε φυλλοβόλα δένδρα.

Δεν υπάρχει επίσης καμιά απόδειξη ότι η δραστηριότητα των φυσικών εχθρών διαφέρει από είδος σε είδος. Για το λόγο αυτό διαφορές μεταξύ ειδών αφίδων στον πραγματικό ρυθμό αύξησης, R , θεωρούνται οι πιο συνηθισμένες αιτίες για τις διαφορές στους πληθυσμούς μεταξύ ειδών. Το θεωρητικό υπόβαθρο για τα παραπάνω παρουσιάζεται από τον Dixon (1990):

Η ανάλυση των εμπειρικών δεδομένων για αφίδες που προσβάλλουν δενδρώδεις καλλιέργειες έχει δώσει την παρακάτω σχέση για τη δυναμική των πληθυσμών σε διαδοχικές χρονιές:

$$\log X_{t+1} = \log X_t + \log R - M \log X_t$$

όπου X_t και X_{t+1} είναι οι μέγιστοι αριθμοί την άνοιξη το χρόνο t και $t+1$. R είναι ο πραγματικός ρυθμός αύξησης και M είναι ο παράγοντας που εξαρτάται από την πυκνότητα.

Η συνέχεια της εξίσωσης δίνει:

$$X_{t+1} = R X_t^{1-M}$$

Η πυκνότητα ισορροπίας $X^* = R^{1/M}$

Οι Dixon *et al.* (1987) διαφώνησαν ότι ένας τέτοιος παράγοντας είναι η πιθανότητα να βρεθεί ένα φυτό ξενιστής [$P(C)$] υποθέτοντας ότι οι αφίδες εξαπλώνονται κανονικά. Γι' αυτό ο πραγματικός ρυθμός αύξησης, R , ο οποίος εμπεριέχει τις απώλειες λόγω εξαπλώσεως είναι:

$$R = r_m P(C)$$

Δεδομένου ότι η πιθανότητα να βρεθεί ένα φυτό ξενιστής, μετά τις δοκιμές D είναι:

$$P(C) = 1 - (1 - C)^D$$

Τότε η πυκνότητα ισορροπίας δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$X^* = \{r_m(1 - C^D)\}^{1/M}$$

Αυτό σημαίνει ότι με όλους τους άλλους παράγοντες να είναι σταθεροί η κάλυψη, αναλογικά, ενός ξενιστή μέσω της επίδρασής του στο πραγματικό r_m μπορεί να επηρεάσει αξιοπρόσεκτα τον πληθυσμό των αφίδων.

Οι εγχώριες αφίδες φυλλοβόλων δένδρων στη Βρετανία ανήκουν όλες στην ίδια οικογένεια, τα Drepanosiphidae. Μπορεί να έχουν μεγάλη εξειδίκευση ή να ζουν το πολύ έως δύο είδη σε ένα συγκεκριμένο γένος δένδρου. Η θετική σχέση μεταξύ των ποιοτικών εκτιμήσεων των συγγενών ειδών αφίδων και των ξενιστών οδηγεί στην ιδέα ότι ο

πληθυσμός των δένδρων είναι ένας μέγιστος παράγοντας που καθορίζει τον πληθυσμό των αφίδων (Dixon 1997).

1.3.4.4. Αύξηση της θερμοκρασίας στην Γη και πληθυσμοί

Οι συνεχείς αυξήσεις του επιπέδου της θερμοκρασίας στη Γη έχουν μια θετική επίδραση στο ρυθμό ανάπτυξης αλλά και αναπαραγωγής στους ποικιλόθερμους οργανισμούς όπως τα έντομα και ειδικότερα οι αφίδες. Στην Αρκτική, σε πειράματα που έγιναν με *Acyrtosiphon svalbardicum* και *Acyrtosiphon brevicoryne* που τρεφόταν σε *Dryas actopetala*, αναφέρθηκαν υψηλότερα ανώτατα όρια πληθυσμών όσο αυξανόταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Strathdee *et al.* 1995). Όμως, αυτό το πείραμα αγνοεί όλους τους άλλους παράγοντες που έχουν δείξει ότι επηρεάζουν τους πληθυσμούς των αφίδων. Η ένσταση έγκειται στο γεγονός ότι έξω από το πείραμα και προς την πλευρά της Σουηδικής Λαπωνίας ενώ η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν χαμηλότερη, παρατηρήθηκαν υψηλότεροι πληθυσμοί *Acyrtosiphon brevicoryne*.

Σε άλλα είδη που διαχειμάζουν ως ενήλικα και όχι ως ωά, οι χειμερινές θερμοκρασίες μπορεί να έχουν μια πολύ σημαντική επίδραση στην επιβίωση και προκαλούν αξιοσημείωτες διακυμάνσεις πληθυσμών από χρόνο σε χρόνο (Dixon 1997).

1.3.4.5. Πρόγνωση εξάρσεων πληθυσμών αφίδων

Στο τέλος του 1960 και στις αρχές του 1970 το ενδιαφέρον για τις προληπτικές εφαρμογές εντομοκτόνων οδήγησε στο γεγονός ότι οι κυβερνήσεις στην Ευρώπη θα έπρεπε να υιοθετήσουν συστήματα πρόγνωσης εντόμων για τις χώρες τους (Dixon 1997). Τριάντα χρόνια μετά οι προληπτικοί ψεκασμοί ακόμη χρησιμοποιούνται και δυστυχώς, λίγα συστήματα προγνώσεων εξάρσεων πληθυσμών εντόμων χρησιμοποιούνται. Στην πραγματικότητα, η συλλογή δεδομένων και στοιχείων για μεγάλο χρονικό διάστημα, που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη σωστών προγνωστικών συστημάτων, δεν ενθαρρύνεται και για παράδειγμα, πολλές παγίδες του Rothamsted Insect Survey δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Επομένως, παρόλο που είναι πιθανή μια τέτοια ανάπτυξη σωστών προγνωστικών μοντέλων, αυτό δεν είναι επί του παρόντος τουλάχιστον πολιτικά ή οικονομικά επιθυμητό (Dixon 1997). Όμως, αν το κόστος της εντομοκτονίας αντιστοιχισθεί όχι μόνο με το κόστος της παραγωγής εντομοκτόνων αλλά και με τη ζημιά που προκαλείται στο περιβάλλον, τότε σίγουρα οι διαθέσεις θα άλλαζαν.

1.3.5. Δυναμική πληθυσμών της *Aphis gossypii* – Διασπορά και διανομή στο φυτό

1.3.5.1. Μεθοδολογικές Θεωρήσεις

Οι μελέτες σχετικά με τη δυναμική των πληθυσμών της αφίδας του βαμβακιού απαιτούν δειγματοληψίες αλλά και μετρήσεις κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Αυτές είναι απολύτως απαραίτητες για την αναγνώριση οικονομικών ορίων και για την εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές και μεθοδολογίες αναλόγως του είδους της αφίδας, τον τύπο του φυτού ξενιστή και φυσικά το διαθέσιμο χρόνο και εργασία. Η παγίδευση των ενηλίκων κατ' αρχήν δίνει πληροφορίες για τη σύνθεση της πανίδας των αφίδων και το μέσο ετήσιο ρυθμό της δραστηριότητας ιπτάμενων μορφών του κάθε είδους. Επίσης, είναι εφικτό κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες να παρατηρηθούν ένα ή περισσότερα είδη στο χρόνο. Κάποιες παγίδες μπορούν να δώσουν μια απόλυτη εκτίμηση συγκεκριμένης εναέριας πυκνότητας ή το ρυθμό με τον οποίο οι αφίδες προσεγγίζουν τα φυτά.

Διάφορες άλλες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί με σκοπό τον υπολογισμό και την παρακολούθηση των πληθυσμών των αφίδων. Πιο συγκεκριμένα:

- Υπολογισμός ανάλογα με την κατηγορία προσβολής. Οι αριθμοί χωρίζονται σε κλάσεις και χρησιμοποιείται μία λογαριθμική, γραμμική ή γεωμετρική κλίμακα.
- Ακριβείς μετρήσεις όλων των ξεχωριστών ατόμων.
- Υπολογισμός του ποσοστού των προσβεβλημένων οργάνων του φυτού (Leclant & Deguine 1994).

Ο αριθμός των δειγμάτων που έχουν συλλεχθεί ή που έχουν παρατηρηθεί, ο αριθμός των φυτών που χρησιμοποιούνται αλλά και το μέρος του φυτού ξενιστή που χρησιμοποιείται για παρατήρηση μπορεί να αλλάζουν ανάλογα της περίπτωσης. Οι Cauquil & Follin (1983) βασίζονται στα αποτελέσματα του Denechere (1981) υπολόγισαν τον αριθμό των φύλλων που έχουν προσβληθεί από τουλάχιστον μία αφίδα «χρησιμοποιώντας» για το πείραμά του μόνο τα πέντε πλήρως ανεπτυγμένα τελευταία φύλλα από 20 καλώς ανεπτυγμένα φυτά. Η τεχνική η οποία αναπτύχθηκε από τον Denechere χρησιμοποιήθηκε για να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα ενεργώς αφιδοκτόνων συστατικών και βασίστηκε σε πολύ λεπτομερείς στατιστικές θεωρήσεις. Το να χρησιμοποιηθούν φύλλα από το πάνω μέρος των φυτών μπορεί να βοηθά στην παρατήρηση αλλά επιδέχεται κριτικής και εισάγει ένα στατιστικό λάθος στο όλο πείραμα

καθώς η *A. gossypii* προτιμά τα κάτω φύλλα (O' Brien, Leonard & Graves 1991). Στην πραγματικότητα, και από πρακτικής πλευράς, η ύπαρξη μιας σημαντικής συσχέτισης μεταξύ του μέσου υπολογισμένου πληθυσμού των τελευταίων έξι φύλλων και αυτού ολόκληρου του φυτού καθιστά σωστή τη χρησιμοποίηση της μεθόδου. Πάρα πολύ καλή συσχέτιση μεταξύ του λογαρίθμου του πληθυσμού και του ποσοστού των προσβεβλημένων φύλλων έχει επίσης παρατηρηθεί. Άλλοι συγγραφείς χρησιμοποιούν το ποσοστό των φυτών που έχουν προσβληθεί παρατηρώντας ολόκληρο το φυτό ή μέρος αυτού. Αξίζει να σημειωθεί ότι ανάλογα με τις ανάγκες της μελέτης οι μετρήσεις μπορεί να γίνουν είτε στον αγρό είτε στο εργαστήριο, με τη χρήση μικροσκοπίου, ή με ειδική επεξεργασία των φύλλων με διάφορες τεχνικές (Heathcote 1972, Burris *et al.* 1990).

Είναι πολύ δύσκολο να σχεδιαστεί μοντέλο προσβολής λόγω των πολλών παραγόντων που την επηρεάζουν. Παρόλα αυτά, έχουν γίνει δύο προσπάθειες που αξίζει να σημειωθούν. Η πρώτη έγινε στην από τους Xia & Sterling (1987) στην Κίνα που εφαρμόστηκε ένα δυναμικό μοντέλο προσδιορισμού το οποίο χρησιμοποιείται για να προβλέπει την εξέλιξη των πληθυσμών της *A. gossypii* στον αγρό. Οι μεταβλητές είναι ο ρυθμός ανάπτυξης του πληθυσμού, οι φυσικοί εχθροί και η φαινολογία του φυτού. Το μοντέλο ικανοποιεί τους συγγραφείς του παρά τα ανεπαρκή δεδομένα για τα αρπακτικά και τα ενήλικα (Leclant & Deguine 1994). Το δεύτερο μοντέλο αναπτύχθηκε πάλι στην Κίνα από τους Zhang & Zhong (1990) και παρουσίασε ένα δυναμικό μοντέλο προσομοίωσης για την ανάλυση του ελέγχου των αφίδων από άτομα *Coccinella septempunctata* και για τον προσδιορισμό του αρίστου λόγου *Coccinella* / αφίδες.

1.3.5.2. Πρακτικές Θεωρήσεις

Στην Κεντρική Ασία, η αφίδα του βαμβακιού διαχειμάζει ως παρθενογενετικό θηλυκό σε διάφορα ζιζάνια και αυτοφυή φυτά. Μπορεί να επιβιώσει σε θερμοκρασίες έως και -9°C. Τα ενήλικα εμφανίζονται τον Απρίλιο και διασπείρονται μεταξύ όλων των διαθέσιμων ξενιστών – συμπεριλαμβανομένων και του βαμβακιού και διαφόρων Cucurbitaceae, τα οποία αποικούνται και προσβάλλονται γύρω στο δεύτερο μισό του Μαΐου. Συχνά αναφέρεται μείωση πληθυσμού τον Ιούλιο και Αύγουστο με μια μικρή άνοδο το Σεπτέμβριο. Επίσης αναφέρεται πως υπάρχουν πάνω από είκοσι γενεές σε μια καλλιεργητική περίοδο βαμβακιού. Κάθε γενιά αναπτύσσεται σε πέντε με δώδεκα μέρες ανάλογα με την επίδραση του καιρού. Ο μέσος ρυθμός αναπαραγωγής είναι 40 με 50 νύμφες ανά θηλυκό (Leclant & Deguine 1994).

Η *A. gossypii* μπορεί να παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου στην Αίγυπτο αλλά σε μεγαλύτερους πληθυσμούς την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι. Οι προσβολές είναι πιο νωρίς στην περιοχή του Καΐρου παρά αρκετά βορειότερα προς το δέλτα του ποταμού Νείλου (Leclant & Deguine 1994).

Υπό τις συνθήκες της Βόρειας Αιγύπτου όπου καλλιεργείται αρδευόμενο βαμβάκι ταυτοποιήθηκαν τέσσερις φάσεις στον κύκλο ζωής της αφίδας του βαμβακιού με σημαντικές αλλαγές στον αριθμό των προσβεβλημένων φυτών και στη δομή αλλά και στην πυκνότητα των πληθυσμών των αφίδων καθώς και στη διασπορά τους στα φυτά. Πιο συγκεκριμένα:

Φάση 1^η: Όλες οι φάσεις της ανάπτυξης παρατηρούνται στην αρχή της αύξησης του φυτού σε ελαφρώς χαμηλές θερμοκρασίες και σε υψηλή σχετική υγρασία.

Φάση 2^η: Οι θερμοκρασίες αρχίζουν να ανεβαίνουν ενώ είναι η ξηρότερη περίοδος και το φυτό του βαμβακιού αναπτύσσεται και αρχίζει να διακλαδίζεται. Η ποσότητα της φυτικής μάζας είναι ακόμη μικρή, το έδαφος δεν είναι πλήρως σκιασμένο και τα φύλλα που έχουν προσβληθεί από αφίδες είναι κάτω από σχετικά υψηλές θερμοκρασίες αλλά και χαμηλή σχετική υγρασία. Αυτό έχει ως συνέπεια, οι αφίδες να χάνουν ένα μεγάλο μέρος της υγρασίας τους από την εφίδρωση και καθώς η πίεση των κυττάρων των φύλλων είναι χαμηλή δεν μπορούν να αναπληρώσουν το χαμένο νερό μέσω διατροφής. Εξωγενή πτερωτά παρατηρούνται μαζί με λίγες νύμφες οι οποίες μπορούν να συνεχίσουν να αναπτύσσονται εφ' όσον το φυτό αρδεύεται.

Φάση 3^η: Μετά τις δύο πρώτες φάσεις, οι οποίες διαρκούν περίπου ένα μήνα η καθεμία, τα φυτά έχουν αναπτυχθεί ικανοποιητικά και ο αριθμός των φύλλων είναι αρκετός για να σκιαστεί το έδαφος αρκετά. Ο αριθμός των αφίδων αυξάνει. Η άρδευση βοηθά στην ανάπτυξη των απτέρων μορφών αλλά και μεγάλου αριθμού προνυμφών σε όλα τα στάδια με μόνη εξαίρεση αυτής των πτερόμορφων. Η φάση αυτή διαρκεί έως την άνθηση. Ο αριθμός των φυτών που έχουν προσβληθεί αλλά και η πυκνότητα του πληθυσμού είναι στενά συνδεδεμένα με τα ποτίσματα. Ο Vaissayre (1970) θεώρησε ότι η έλλειψη νερού προκαλεί μια αύξηση στα θρεπτικά συστατικά του χυμού, αυξάνει τον πολλαπλασιασμό των αφίδων, αλλά επίσης προκαλεί και ένα ανταγωνιστικό φαινόμενο με την αύξηση της οσμωτικής πίεσης. Το αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού των δύο παραπάνω φαινομένων είναι να παρατηρείται μια μείωση στο δυναμικό πολλαπλασιασμό των εντόμων μετά από τρεις μέρες.

Φάση 4^η: Τελικά, στην τέταρτη φάση τα φυτά γειτονικών γραμμών επικαλύπτονται και το 40% με 95% της εδαφικής επιφάνειας σκιάζεται. Ο πληθυσμός των αφίδων και ο αριθμός των προσβεβλημένων φυτών αυξάνονται ραγδαία ειδικά με την άρδευση. Σε αυτό το στάδιο, το 30% με 90% των φύλλων σε κάθε φυτό μπορεί να έχει αφίδες με πολλές πτερόμορφες οι οποίες διασπείρονται σε άλλα φυτά όταν φτάσουν στο ενήλικο στάδιο (Leclant & Deguine 1994).

Μετά από μια σειρά παρατηρήσεων στις πολιτείες Louisiana και στο Mississippi, οι O'Brien, Leonard & Graves (1991) περιέγραψαν τρεις φάσεις στην εξέλιξη του πληθυσμού. Ο αριθμός των αφίδων είναι σχετικά μικρός πριν την εμφάνιση των πρώτων λουλουδιών. Αυτή η φάση ακολουθείται από μια μεγάλη απότομη αύξηση τον Ιούλιο αλλά γρήγορα υπάρχει μια μείωση. Μια μέτρια αύξηση παρατηρήθηκε στο δεύτερο μισό του Αυγούστου και ο πληθυσμός έπεσε στα αρχικά του επίπεδα γύρω στο τέλος Σεπτεμβρίου. Οι ίδιοι συγγραφείς παρατήρησαν ότι η κάθετη διασπορά των αφίδων σε διαφορετικό φυτό ποίκιλε ανάλογα με την εποχή, τις τεχνικές καλλιέργειας, την ποικιλία και τα ύψος των φυτών. Επισήμαναν επίσης τον κίνδυνο της εφαρμογής ενός απλού σχεδίου δειγματοληψίας, την ακαταλληλότητα της δειγματοληψίας με δείγματα μόνο από την κορυφή των φυτών και τη μη σημαντική διασπορά μικρών πληθυσμών στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας, επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα των Parker & Huffman (1991).

Στη Δυτική και Κεντρική Αφρική όπου το βαμβάκι είναι ξηρικό, την περίοδο των βροχών η αποίκιση των αφίδων ξεκινά πρακτικά με την εμφάνισή τους. Πολλά ενήλικα είναι ήδη έτοιμα και διαθέσιμα από τα πολλά ζιζάνια – ξενιστές τα οποία επιτρέπουν στις αφίδες να διαβιώσουν κατά την ξηρή περίοδο. Έχει αποδειχθεί ότι πάνω από 300 είδη μπορεί να φιλοξενήσουν την *A. gossypii* την περίοδο μεταξύ των δύο καλλιεργητικών περιόδων, συχνά σε πολύ μικρούς πληθυσμούς. Οι πτερόμορφες νύμφες εμφανίζονται στα φυτά γύρω από την καλλιέργεια, λίγο μετά την εμφάνιση των πρώτων κοτυληδόνων των νέων φυτών. Τότε γίνονται και οι πρώτες συλλήψεις των ενηλίκων που είναι υπεύθυνα για τις πρώιμες προσβολές. Οι κοτυληδόνες είναι δεκτικές και μπορούν να γίνουν νέες προσβολές κατά τις τοπικές πτήσεις των ενηλίκων. Παρόμοιες παρατηρήσεις αλλά κάτω από διαφορετικές οικολογικές συνθήκες παρατηρήθηκαν σε προσβολές πεπονιού στη νοτιοανατολική Γαλλία (Leclant & Deguine 1994).

Μετά την πρώτη προσβολή νέα φυτά αποικούνται από άπτερα άτομα. Αυτά είναι κατά κανόνα σκουρόχρωμα και μεγάλα και είναι οι πρόγονοι των εξωγενών ενηλίκων. Οι πρώτες δύο γενεές, οι οποίες αναπτύσσονται στο βαμβάκι, αποτελούνται κυρίως από

άπτερες μορφές, οι οποίες εξαπλώνονται με την προσβολή γειτονικών φυτών. Αυτός ο τύπος προσβολής είναι ο πιο σημαντικός και επικίνδυνος στο επίπεδο του αγρού. Σύμφωνα με τον Thygesen (1968), τα άπτερα βρίσκονται συνήθως σε μια διάμετρο 1,8 μέτρων από το αρχικό σημείο. Πρέπει να σημειωθεί ότι πολύ συχνά έχουμε και κάθετες κινήσεις των εντόμων, οι οποίες δίνουν πιο σύνθετη αποίκιση. Τέτοιες κινήσεις μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με την ώρα της ημέρας και μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα της δειγματοληψίας και των μετρήσεων. Τελικά, περίπου δύο εβδομάδες μετά την πρώτη εμφάνιση των εξωγενών ενηλίκων στην καλλιέργεια, η ποσότητα των πτερόμορφων προνυμφών αυξάνει σημαντικά (τρίτες και τέταρτες γενιές) και ακολούθως έχουμε την εμφάνιση ενηλίκων, τα οποία προκαλούν δευτερεύουσες προσβολές και νέα ξεσπάσματα.

Αυτοί οι τρεις τύποι προσβολών (εξωγενή ενήλικα, άπτερες μορφές και ενδογενή ενήλικα) είναι υπεύθυνες για το 90% των προσβολών στα βαμβακόφυτα κατά την 3^η εβδομάδα μετά την εμφάνιση των πρώτων ενηλίκων και προκαλούν άμεσες ζημιές (συστρεφόμενα φύλλα) αλλά και έμμεσες ζημιές (μελιτώδη εκκρίματα) με αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού αύξησης των φυτών. Κατόπιν, το μέγεθος της προσβολής μειώνεται και σταθεροποιείται από την άνθηση και μετά εξαιτίας της ισορροπίας που επιτυγχάνεται μεταξύ των φυσικών εχθρών, των αφίδων και των φυτών. Έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση στον πληθυσμό αφίδων 50 με 60 μέρες μετά την αρχική προσβολή σαν αποτέλεσμα παρουσίας Entomophthorales (κυρίως *Neozygites fresenii*) και θηρευτών (*Cheilomenes sulphurea* Olivier και *Exochomus* spp.) Κατά τη διάρκεια της ωρίμασης των καρυδιών οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί βρίσκονται στο κάτω μέρος του φυτού κυρίως στα κάτω φύλλα και κοντά στο στέλεχος (Leclant & Deguine 1994).

Η χωροταξική κατανομή έχει μελετηθεί για πολλά είδη αφίδων (π.χ. Taylor 1970, Asante *et al.* 1993). Για την *A. gossypii* οι Karatos *et al.* (1994-1998) δίδουν πληροφορίες σχετικά με το παραπάνω θέμα ειδικότερα στην περιοχή της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα, σε φυτεία βαμβακιού μελετήθηκε η χωροταξική κατανομή χρησιμοποιώντας τρεις δείκτες, το νόμο του Taylor, την παράμετρο k της αρνητικής διωνυμικής κατανομής και το δείκτη διασποράς του Morisita (I_5). Εκφράστηκαν απόψεις σχετικά με την πιθανή σχέση των αλλαγών στη χωρική κατανομή του πληθυσμού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και σε σχέση με την πυκνότητα και τη δράση της φυσικής θνησιμότητας. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής δείχνουν ότι η διασπορά των ατόμων της *A. gossypii* σε αγρούς βαμβακιού στις περισσότερες των περιπτώσεων, ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με κλασματικές τιμές του k να διαφέρουν ανάλογα με τη μέση

πυκνότητα πληθυσμού. Αυτό επιβεβαιώνει την χρήση του k για να περιγράψει τις αλλαγές στην χωροταξική κατανομή του *A. gossypii*. Η σχέση μεταξύ του k και της μέσης πυκνότητας του πληθυσμού ήταν καμπύλη. Όμως, το τμήμα της καμπύλης πάνω από μια συγκεκριμένη πυκνότητα πληθυσμού ανά φύλλο (1 άτομο ανά φύλλο), που αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό των δειγματοληπτικών περιπτώσεων δείχνει να είναι γραμμική και μόνο πέντε περιπτώσεις με υψηλότερη πυκνότητα πληθυσμού παρουσίασε καμπύλη. Η τελική μορφή της καμπύλης καθορίστηκε από τρεις δειγματοληψίες με μέσες πυκνότητες υψηλότερες από 3 άτομα ανά φύλλο σε μία εκ των οποίων δεν παρατηρήθηκε συμφωνία με την αρνητική διωνυμική κατανομή. Γι' αυτό, επιφυλάξεις μπορεί να εκφραστούν για το ακριβές σχήμα της καμπύλης αλλά ωστόσο, αυτή η σχέση δείχνει μια μείωση στον βαθμό συνάθροισης καθώς η πυκνότητα πληθυσμού αυξάνει από πολύ χαμηλές τιμές έως περίπου 2 άτομα ανά φύλλο. Σε υψηλότερες πυκνότητες ο βαθμός συνάθροισης αυξάνει σημαντικά. Έτσι, η ένταση συνάθροισης ήταν μικρότερος σε μέσες πυκνότητες από ότι σε χαμηλές και υψηλές. Εξαιτίας της ισχυρής αλληλοσυσχέτισης μεταξύ του k και της μέσης πυκνότητας ο υπολογισμός ενός «κοινού» k (k_c) δεν μπορεί να γίνει, όπως σε άλλες περιπτώσεις (Taylor 1984).

Η βιολογική ερμηνεία της χωροταξικής κατανομής ενός είδους σε συνθήκες αγρού είναι πάντα δύσκολη εξαιτίας των παραγόντων, περιβαλλοντικών και συμπεριφοράς, οι οποίοι δεν είναι μετρήσιμοι αλλά μόνον περιγράφουν την κατάσταση ενός πληθυσμού. Οι διαφορές στην πυκνότητα έως ένα συγκεκριμένο όριο (δύο άτομα ανά φύλλο) είναι κυρίως εξαιτίας των διαφορετικών μεγεθών αποικισμού των φύλλων από ιπτάμενα άτομα άλλων αγρών αλλά πιθανότατα, τα υψηλά ποσοστά θνησιμότητας κρατούν χαμηλό τον πληθυσμό στα προσβεβλημένα φύλλα. Αυτό εξηγεί και την μείωση στο βαθμό συνάθροισης όταν παρουσιάζονται υψηλές πυκνότητες. Σε μερικές περιόδους (π.χ. στο ξεκίνημα της περιόδου και στα μισά του Αυγούστου), όμως, οι συνθήκες για την ανάπτυξη ενός πληθυσμού είναι ιδανικές (για παράδειγμα, έχουμε χαμηλούς ρυθμούς θνησιμότητας). Αυτό ευνοεί τη δημιουργία αποικιών σε ήδη προσβεβλημένα φύλλα και εξαιτίας της «διάχυσης» της προσβολής δεν είναι αξιοπρόσεκτες εκτός και αν οι αποικίες γίνουν πολύ μεγάλες, δηλαδή έχουμε σύγχρονη αύξηση και του μεγέθους του πληθυσμού και του βαθμού συνάθροισης. Οι παραπάνω προτάσεις επιβεβαιώνονται από αδημοσίευτα στοιχεία των Karatos *et al.* (1994 – 1998) που μελετούν τη δημογραφία της *Aphis gossypii*, και που δείχνουν καθαρά ότι οι ρυθμοί θνησιμότητας σε περιόδους με

υψηλές συχνότητες είναι πολύ χαμηλότερες σε σχέση με άλλες εποχές όπου η πυκνότητα είναι χαμηλή (Karatos *et al.* 1994-1998).

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων των Karatos *et al.* (1994 - 1998) δίνουν μια πρώτη ένδειξη ότι κάτω από συνθήκες μη χημικής καταπολέμησης η περιβαλλοντική πίεση πάνω στην αφίδα του βαμβακιού είναι πολύ μεγάλη και για το μεγαλύτερο μέρος του βιολογικού του κύκλου δεν επιτρέπει τη δημιουργία αποικιών.

Στο τέλος του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού, όταν η προστασία απέναντι σε εχθρούς του καρυδιού παύει και η καλλιέργεια είναι ασφαλής, υπάρχει γενικά μια ανανέωση στον πληθυσμό των αφίδων που προκαλείται από παραμένοντες πληθυσμούς κάτω από τα φύλλα στο κάτω και το μεσαίο μέρος, εκεί όπου η θρεπτική αξία μειώνεται. Τα έντομα μεταναστεύουν προς τα άκρα και τα φύλλα όπου βρίσκουν ικανοποιητικής θρεπτικής αξίας χυμούς. Έτσι όμως προκαλούν σημαντική ζημιά στις ίνες εξαιτίας των μελιτωδών εκκριμάτων που αφήνουν (Leclant & Deguine 1994).

Η κατανομή της *A. gossypii* πάνω σε ένα φυτό δεν είναι τυχαία όσον αφορά το ύψος, αλλά δεν παρατηρήθηκε και κάποια σταθερή σχέση του εντόμου με κάποιο συγκεκριμένο μέρος του φυτού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Στα μέσα του καλοκαιριού (Ιούλιος – Αύγουστος), όταν η θερμοκρασία είναι συνήθως υψηλή, το χαμηλότερο τμήμα του φυτού είναι πιο πολύ προσβεβλημένο από το πάνω μέρος. Σε άλλες όμως περιόδους και ειδικότερα στο ξεκίνημα της καλλιεργητικής περιόδου (αργά το Μάιο ή αρχές Ιουνίου) η ανάπτυξη των πληθυσμών της *A. gossypii* γίνεται κυρίως στα πολύ μικρά φύλλα του πάνω μέρους των φυτών. Πολλοί παράγοντες θα μπορούσαν να είναι υπεύθυνοι γι' αυτό το φαινόμενο, όπως για παράδειγμα διαφορετικοί ρυθμοί επιβίωσης, αναπαραγωγής ή αποικισμού, αλλά όποιοι και αν είναι αυτοί, η εφαρμογή για τη στρατηγική δειγματοληψίας είναι η ίδια. Τα δείγματα, ή οι μετρήσεις λαμβανόντουσαν αναλογικά με το ύψος του φυτού (Karatos *et al.* 1996).

Από τα διάφορα μεγέθη των δειγματοληπτικών μονάδων, αυτή των 10 φύλλων ελαχιστοποιεί την διακύμανση στις περισσότερες των περιπτώσεων. Ο γενικός κανόνας είναι όσο μικρότερη είναι η δειγματοληπτική μονάδα τόσο πιο υψηλή είναι η ακρίβεια για την ίδια τιμή (Southwood 1978). Φαίνεται όμως ότι αυτός ο κανόνας δεν ισχύει σε αυτή την περίπτωση πιθανότατα επειδή με πολύ μικρό δείγμα (π.χ. τέσσερα φύλλα) ο αριθμός των δειγματοληπτικών μονάδων με κανένα άτομο αφίδας αυξάνει, και μαζί αυξάνει και η διακύμανση. Στην αρχή της περιόδου, για παράδειγμα, όταν ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι πολύ μικρός, όμως, μια μικρότερη δειγματοληπτική μονάδα μπορεί να

υιοθετηθεί ή ακόμα καλύτερα ολόκληρο το φυτό να θεωρηθεί δειγματοληπτική μονάδα όπως στο RSP (Regular Sampling Programme) (Karatos *et al.* 1996).

Οι παράμετροι που καθορίζουν τον βέλτιστο αριθμό δειγμάτων είναι ο μέσος και η διακύμανση της πυκνότητας πληθυσμού οποιαδήποτε μέθοδος και αν ακολουθηθεί (Karandinos 1976).

1.3.6. Ζημιές – Οικονομική σημασία

1.3.6.1. Ζημιές

Τα έντομα που μυζούν χυμούς γενικά αλλά και οι αφίδες ειδικότερα είναι υπεύθυνα για δύο μείζονος σημασίας τύπους ζημιών στα φυτά που αποικούν ή μερικές φορές σε αυτά που απλά εμφανίζονται χωρίς να τρώνε:

- **Άμεση ζημιά**, ως αποτέλεσμα της λήψης τροφής που προκαλεί παραμόρφωση του φυτού



Εικόνα 7: Συστροφή φύλλων εξαιτίας προσβολής από *A. gossypii*

(Πηγή: <http://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1858079>)



Εικόνα 8: Έντονη προσβολή φύλλων βαμβακιού

(Πηγή: <http://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1858077>)

- **Έμμεση ζημιά**, ως αποτέλεσμα των μελιτωδών απεκκριμάτων που αφήνουν στα φυτά ή από τη μεταφορά και διάδοση διαφόρων φυτοπαθογόνων ιών που προκαλούν σημαντικές ζημιές με συγκεκριμένη συμπτωματολογία.

Η *A. gossypii* είναι ένα ειδικό βλαβερό έντομο που προκαλεί ζημιά όχι μόνο ποσοτικά αλλά και ποιοτικά με την υποβάθμιση της ποιότητας των ινών του βαμβακιού λόγω των μελιτωδών απεκκριμάτων.

Άμεση ζημιά: Ο μηχανισμός λήψης τροφής της *A. gossypii* στα φύλλα του βαμβακιού μελετήθηκε λεπτομερέστερα από τον Pollard (1958, 1973). Περιέγραψε τον τρόπο με το οποίο το στιλέτο εισέρχεται στους διαφορετικούς ιστούς. Ο φλοιός, ο οποίος αποτελεί ουσιαστικά το κύριο μέσο τροφής του εντόμου επιτυγχάνεται μέσα από μια διακυτταρική δίοδο μέσω της επιδερμίδας και του μεσόφυλλου. Η αφίδα του βαμβακιού δεν προκαλεί προφανή μηχανική ζημιά στους ιστούς εξαιτίας πληγών, ή βιοχημικής υφής ζημιά με τη διασπορά σιέλου ή πλασμόλυση, όπως σε άλλες αφίδες (Miridae, Jassidae) (Brzezina *et al.* 1986). Η μόνη περίπτωση που παρουσιάζονται κυρτώσεις φύλλων χαρακτηριστικές προσβολής αφίδων είναι όταν υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί και τρέφονται για μεγάλο χρονικό διάστημα, ειδικότερα σε ποικιλίες βαμβακιού με τρίχες (Εικόνες 7 – 8 - 10).

Έμμεση ζημιά: Μελιτώδη εκκρίματα – κολλώδεις ίνες (Εικόνα 9 - 10): Υπάρχουν αρκετές αιτίες για τη συγκεκριμένη εμφάνιση των ινών. Μία από αυτές είναι φυσιολογική, ως αποτέλεσμα εμφάνισης προδρόμων κυτταρίνης και πρόσθετη ανθική

έκκριση νέκταρ. Η πιο σημαντική όμως αιτία είναι εντομολογική με 80 – 90% των περιπτώσεων εξαιτίας των μελιτωδών απεκκριμάτων που προέρχονται από διάφορα μυζητικά έντομα κατά τη διάρκεια προσβολών στο τέλος του βιολογικού κύκλου του βαμβακιού. Το βασικό είδος που θεωρείται υπεύθυνο γι' αυτή τη εμφάνιση είναι το *Bemisia tabaci* αλλά και η *A. gossypii* παίζει σημαντικό ρόλο. Σε μικρότερο βαθμό ρόλο παίζουν επίσης έντομα όπως το *Ferrisia virgata* Cockerell ή *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. Οι χυμοί του φλοιού οι οποίοι γενικά έχουν αρκετά μεγάλο ποσοστό σακχάρων και μικρό ποσοστό αμινοξέων, λαμβάνονται σε μεγάλες ποσότητες από τα έντομα ώστε να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις σε αμινοξέα. Τα εκκρίματα επομένως περιέχουν την περίσσεια των σακχάρων που έχουν ληφθεί (σουκρόζη) ή που έχουν σχηματισθεί δευτερογενώς (μελεζιτόζη) και αποβάλλονται από το έντομο στο φυτικό ιστό του ξενιστή με τη μορφή σταγόνων (Leclant & Deguine 1994).

Τα μελιτώδη απεκκρίματα αποτελούν ένα άριστο υλικό για τους διάφορους σαπροφυτικούς μύκητες που προκαλούν καπνιά και εμποδίζουν το σχηματισμό χλωροφύλλης λόγω της αδυναμίας απορρόφησης φωτός. Με τον τρόπο αυτό επηρεάζουν την αναπνοή του φυτού. Επιπροσθέτως, δημιουργείται πρόβλημα με τους σπόρους του βαμβακιού σε ανοιχτά καρύδια υποβαθμίζοντας την ποιότητα, αλλά πάνω από όλα οι σταγόνες των εκκριμάτων (συχνά κρυσταλλοποιημένες) δεν φεύγουν με την εκκόκκιση. Δημιουργούνται έτσι κολλημένες ίνες, και πολύ σημαντικά προβλήματα κατά την επεξεργασία των ινών από το λανάρισμα έως την περιστροφή της ίνας. Αυτές οι δυσκολίες έχουν αυξηθεί σημαντικά από την περασμένη δεκαετία με την εξέλιξη των τεχνικών ύφανσης και τη χρήση υψηλής τεχνολογίας μηχανημάτων με υψηλές ταχύτητες περιστροφής (Hector & Hodkinson 1989).

Σε συνδυασμό με τη χημική καταπολέμηση, η οποία πολλές φορές είναι και αναποτελεσματική στις μέρες μας, διάφορα μέτρα, όπως ειδικές καλλιεργητικές τεχνικές, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να μειωθούν ή ακόμα και να εξαλειφθούν τέτοιου είδους προβλήματα. Παραδείγματα τέτοιων τεχνικών είναι η αποφυγή όψιμων λιπάνσεων, η πρώιμη σπορά, πρώιμη συγκομιδή και η χρήση αποφυλλωτικών.



Εικόνα 9: Προσβολή σε ίνες βαμβακιού (καπνιά)

(Πηγή: <http://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=4387011>)



Εικόνα 10: Μειωμένη ανάπτυξη φύλλων βαμβακιού και μελιτώδη απεκκρίματα

(Πηγή: <http://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1858078>)

1.3.6.2. Διάδοση ιών

Παρόλο που οι ασθένειες που μεταδίδονται μέσω της αφίδας του βαμβακιού είναι λιγότερο σημαντικές από αυτές που μεταδίδει η *Bemisia tabaci*, έχουν αναφερθεί πολλές περιπτώσεις σε όλο τον κόσμο και κυρίως στην γαλλόφωνη Αφρική και στη Νότια Αμερική. Η αφίδα του βαμβακιού είναι φορέας για περίπου 60 ιούς, κυρίως μη έμμονους

σε ένα μεγάλο εύρος ξενιστών (Eastop 1983). Μαζί με τη *Myzus persicae* είναι η πιο συχνά απαντώμενη αφίδα φορέας στην βιβλιογραφία, κυρίως επειδή είναι πολυφάγο και κοσμοπολίτικο είδος.

Στην Κεντρική Αφρική η αφίδα του βαμβακιού είναι ο φορέας της «Μπλε ασθένειας του βαμβακιού», που προκαλείται από έναν μη έμμονο ιό με χαρακτηριστικά τη θαμνοποίηση, το χαμηλό ρυθμό αύξησης του φυτού και τα κοντά μεσογονάτια. Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί επιναστία. Τα φύλλα είναι γενικά παχιά, εύθραυστα και σκουρότερα του κανονικού. Όπως συμβαίνει με τις περισσότερες ιώσεις, όσο πιο νωρίς εμφανίζονται τόσο πιο σοβαρές είναι. Η συγκεκριμένη ασθένεια βρέθηκε στη Δημοκρατία της Κεντρικής Αφρικής, όπου και περιγράφηκε πρώτη φορά το 1949. Επεκτάθηκε στο Ζαΐρ, το Καμερούν, το Τσάντ και σε άλλες χώρες. Πρώιμη χημική αντιμετώπιση βελτιώνει την κατάσταση και βοηθά στο να έχουμε ικανοποιητικές αποδόσεις. Επίσης έχουν αναπτυχθεί ανθεκτικές ποικιλίες (Leclant & Deguine 1994).

Παρόμοια συμπτώματα με την παραπάνω ασθένεια έχουν περιγραφεί στις Φιλιππίνες (Nour 1960), επίσης διαδιδόμενη με την *A. gossypii*. Η αφίδα του βαμβακιού, μαζί με την *Aphis craccinora* και τη *M. persicae* θεωρούνται υπεύθυνες για τη διάδοση μιας ασθένειας με συμπτώματα κυρτών φύλλων και λαμπερών εύθρυπτων και χοντρών φύλλων (Tarr 1964). Επίσης, στην Βραζιλία έχει παρατηρηθεί μια άλλη επιδημιολογική μορφή μιας ασθένειας, που θεωρείται ότι έχει ως φορέα την *A. gossypii*. Ονομάζεται Purple wilt ή «Murcha vermelha» και η ποικιλία βαμβακιού Reba P 279 είναι πολύ ευαίσθητη. Τα συμπτώματα είναι απότομος μαρασμός και φυλλόπτωση και είναι παρόμοια με την ανθοκυάνωση που περιγράφηκε στη Βραζιλία το 1956 από τον Costa και η οποία επίσης διαδίδεται από την *A. gossypii* (Costa 1956). Τα συμπτώματα στο φύλλο είναι χαρακτηριστικά και εμφανίζονται όταν τα φυτά έχουν δύο ή τέσσερα πραγματικά φύλλα. Είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας στη Βραζιλία όπου το 10% της παραγωγής κατά μέσο όρο χάνεται εξαιτίας της ασθένειας (Costa 1956).

Στην Ελλάδα δεν έχουν ακόμη παρατηρηθεί και περιγραφεί περιπτώσεις ιώσεων στο βαμβάκι από την αφίδα του βαμβακιού.

1.3.6.3. Οικονομική σημασία

Η αφίδα του βαμβακιού θεωρούνταν μη σημαντικός εχθρός του βαμβακιού αλλά μετά την προηγούμενη δεκαετία άρχισε να θεωρείται ένα από τα κύρια προβλήματα σε πολλές περιοχές που καλλιεργείται το βαμβάκι. Τέτοιες περιπτώσεις είναι το Ιράκ, το Ισραήλ,

όπου το 80% των εντομοκτόνων χρησιμοποιούνται για την καταπολέμησή της, η Τουρκία, η Κίνα και η Συρία. Στην Τουρκία η *A. gossypii* συνοδεύεται από την *Acyrtosiphon gossypii* και τη *Macrosiphum euphorbiae* κατά την διάρκεια των πρώτων φάσεων της ανάπτυξης του βαμβακιού αλλά την κυριότερη επίδραση στην απόδοση την έχει κατά την ωρίμαση των καρυδιών. Στην Κίνα, το πρόβλημα παρουσιάζεται κυρίως στην αρχή της καλλιέργειας έως την περίοδο του σχηματισμού των καρυδιών και είναι πιο έντονο στη βόρεια Κίνα και στην κοιλάδα του Κίτρινου Ποταμού (Leclant & Deguine 1994).

Στην Κεντρική Ασία οι ζημιές αρχίζουν να εμφανίζονται γύρω στο Μάιο λίγο μετά την εμφάνιση των φυταρίων και είναι κυρίως παραμορφώσεις. Τα φύλλα κυρτώνουν και εμφανίζονται φυτά με δύο στελέχη. Προσβολές σε μεγαλύτερης ηλικίας φυτά έχουν ως αποτέλεσμα να παρουσιάζεται μια συνολική μη ευρωστία και μείωση του ρυθμού αύξησης. Ο σχηματισμός των ανθέων και των καρυδιών επηρεάζεται, όπως επίσης και η ωρίμαση και το γέμισμα των καρυδιών. Το επίπεδο της ζημιάς εξαρτάται από τη χρονική περίοδο της προσβολής και από τους πληθυσμούς της αφίδας. Μια προσβολή στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των φυτών σε συνδυασμό με πληθυσμό πάνω στα φυτά για περίπου 30 μέρες μπορεί να προκαλέσει μια μείωση στην παραγωγή από 25% έως 50%. Η ποιότητα της ίνας επίσης επηρεάζεται ειδικά σε πολύ έντονα προσβεβλημένα φυτά. Οι πληθυσμοί μειώνονται κατά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο και αρχίζουν να αυξάνουν πάλι το Φθινόπωρο. Όταν οι πληθυσμοί της αφίδας είναι αρκετά υψηλοί κατά τα τελευταία στάδια του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας, τότε έχουμε μειωμένη παραγωγή σπόρων και υποβάθμιση της ποιότητας των ινών λόγω των μελιτωδών απεκκριμάτων (Leclant & Deguine 1994).

Η *A. gossypii* μαζί με το *B. tabaci* είναι σημαντικός εχθρός στην Ινδία, στη Μαδαγασκάρη, στο Σουδάν, στην Αίγυπτο, και στη Δυτική Αφρική, στην Κεντρική Αφρική και στη Ζάμπια (Leclant & Deguine 1994).

Μέχρι το 1940, η *A. gossypii* θεωρούταν ένας από τους πιο σημαντικούς εχθρούς του βαμβακιού στις ΗΠΑ, όπου προκαλούσε μειώσεις παραγωγής έως και 276 κιλά ανά εκτάριο. Αυτή η κατάσταση αποδόθηκε στο παρελθόν στη χρήση του αρσενικικού ασβεστίου για τον έλεγχο του *Anthonomus grandis* και στην εξάλειψη των ωφέλιμων εντόμων. Η εισαγωγή των οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων τη δεκαετία του 1950 κατέστησε εφικτή την αποφυγή σοβαρών επιδημιολογικών φαινομένων και ακολούθησαν τη χρήση του DDT για τον έλεγχο των *Heliothis* (Bottrell & Adkisson 1977). Έτσι οι

πληθυσμοί μειώθηκαν σημαντικά. Η κατάσταση σήμερα έχει αλλάξει. Σύμφωνα με τους Sterling *et al.* (1989) το ποιο αρθρόποδο θα θεωρηθεί ως ο εχθρός «κλειδί» για την κατάρτιση προγραμμάτων ελέγχου του εξαρτάται από την παραγωγική περιοχή. Στην Καλιφόρνια θεωρούνται οι *Lygus* spp. και τα Tetranychidae. Στις Νοτιοδυτικές ξηρικές περιοχές το ρόδινο σκουλήκι και τα *Heliothis* spp. Το *A. grandis* βρίσκεται από το Τέξας έως την ανατολική ακτή. Στο Τέξας επίσης αλλά και στην Οκλαχόμα και στη Λουϊζιάνα κυρίαρχο είδος είναι το *Pseudalomoscelis serriatus*. Τα *Heliothis* είναι πολύ συχνά απαντώμενα σε περιοχές όπου το βαμβάκι καλλιεργείται εντατικά (άρδευση, ζιζανιοκτονία κλπ). Προκαλεί έκπληξη η πολύ μικρή αναφορά του *A. gossypii* ως δευτερεύοντως εχθρού σε εργασία των Frisbie *et al.* (1989). Επιπροσθέτως, καμιά υπηρεσία εφαρμογών δεν προτείνει όρια ανεκτής πυκνότητας για τη συγκεκριμένη αφίδα (Benedict *et al.* 1989). Σε αντίθεση, οι έρευνες του Kan (1988a, 1989a, 1989b) που παρουσιάστηκαν στο Beltwide Cotton Conference το 1986, 1987 και το 1988, αναφέρουν ότι παρουσιάστηκε η αφίδα σε 12 πολιτείες και προκάλεσε σοβαρές ζημιές ειδικά το 1986 και χρειάζονται από 4 έως 7 επεμβάσεις ετησίως. Οι Price *et al.* (1983) αναφέρουν πιθανή μείωση των αποδόσεων εξαιτίας του εντόμου έως και 100 κιλά ανά εκτάριο. Σύμφωνα με τους Bagwell *et al.* (1991) σοβαρά προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα στρεσαρίσματος. Τα φυτά είναι μικρά και με λίγες διακλαδώσεις και η απώλεια της απόδοσης επέρχεται κυρίως λόγω πτώσης των καρυδιών. Εκτός από την αντοχή των φυτών και την παρουσία των ωφέλιμων εντόμων, τυχόν αλλαγές σε βιοκλιματικούς και θρεπτικούς παράγοντες μπορεί να καταστήσουν επικίνδυνο το έντομο, επικίνδυνο ακόμα και αν δεν έχει εμφανιστεί μέχρι τώρα σημαντικό πρόβλημα.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η *A. gossypii* βρίσκεται σχεδόν όλο το χρόνο σε καλλιέργειες βαμβακιού αλλά οι πληθυσμοί μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή και το φαινότυπο. Η τελική ζημιά επίσης ποικίλει και εξαρτάται από την παραγωγική περιοχή (Leclant & Deguine 1994).

1.4. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εξέταση της πληθυσμιακής οικολογίας της αφίδας του βαμβακιού στον αγρό. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν α) τακτικές δειγματοληψίες και β) εντομοπαγίδες. Στην πρώτη περίπτωση επιχειρήθηκε η εξέταση της χωροταξικής κατανομής των πληθυσμών της αφίδας τόσο πάνω στο φυτό αλλά και στον αγρό. Με τη δεύτερη μέθοδο έγινε παρακολούθηση των πτερωτών ατόμων της αφίδας με την χρήση παγίδων νερού. Κατά τη διάρκεια της εργασίας μελετήθηκε η

χωρική κατανομή της αφίδας στον αγρό, η συσχέτιση των συλλήψεων με τα άτομα που συλλέχθηκαν κατά τη δειγματοληψία και η συμπεριφορά της αφίδας πάνω στο φυτό σε σχέση με το χρόνο.

Η όλη εργασία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από επιστημονική άποψη αλλά και από πλευράς εφαρμογής, καθώς η αφίδα του βαμβακιού θεωρείται ένας πολύ σημαντικός εχθρός της βαμβακοκαλλιέργειας. Δεν έχουν επιχειρηθεί αρκετές ερευνητικές προσπάθειες για την πληθυσμιακή οικολογία της *A. gossypii* ειδικότερα στην Ελλάδα εκτός των εργασιών των Karatos *et al.* (1994-1998) και Karatos *et al.* (1996) και γι αυτό το λόγο, η παρούσα εργασία αποτελεί μια καλή αφορμή για περαιτέρω έρευνα.

2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Εισαγωγή

Η αφίδα του βαμβακιού είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος το οποίο στην Ελλάδα θεωρείται εχθρός καθώς έχει εμφανίσει ανθεκτικότητα σε πολλά αφιδοκτόνα (Karatos *et al.* 1994-1998). Στην Ελλάδα (περιοχή Μαγνησίας) έχουν γίνει ορισμένες μελέτες σχετικά με την ανάπτυξη του πληθυσμού της ώστε να αποτελέσουν τη βάση για την ανάπτυξη στρατηγικών ολοκληρωμένης αντιμετώπισης. Αυτές οι μελέτες απαιτούν τεχνικές δειγματοληψίας που θα μειώνουν το κόστος και θα καθιστούν αξιόπιστες τις εκτιμήσεις πληθυσμών (Karatos *et al.* 1994-1998).

Οι δειγματοληψίες των αφίδων παρουσιάζουν μια σειρά από συγκεκριμένα προβλήματα εξαιτίας πολλών παραγόντων. Ένας από αυτούς είναι ο υψηλός βαθμός συνάθροισης και ένας δεύτερος είναι η ασταθής χωρική διασπορά για την οποία και για το μεγαλύτερο εύρος πυκνοτήτων περιγράφεται από το αρνητικό διωνυμικό μοντέλο (Robert *et al.* 1988). Μελέτες σχετικές με την ανάπτυξη προγραμμάτων δειγματοληψίας για αφίδες έχουν γίνει αρκετές και για πολλά είδη και αφορούσαν κυρίως στη χωρική κατανομή και στη διαδοχική δειγματοληψία. Παρόμοιες πληροφορίες για την *A. gossypii* παρόλα αυτά, δεν υπάρχουν πολλές (Karatos *et al.* 1996).

Επίσης, για την *A. gossypii* στην Ελλάδα, σημαντικό πρόβλημα έχει παρουσιαστεί εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης εντομοκτόνων τα οποία έχουν δημιουργήσει βλαβερές συνέπειες στους φυσικούς εχθρούς της και κυρίως είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα κοινά αφιδοκτόνα (Karatos *et al.* 1994-1998).

Οι Karatos *et al.* (1994-1998), έκαναν μια σειρά ερευνών στην Ελλάδα και κυρίως στην περιοχή της Μαγνησίας σχετικά με τους πληθυσμούς της αφίδας και τη δυναμική τους. Σαν πρώτο βήμα θεωρήθηκε χρήσιμο να καθορισθεί στον αγρό χωρίς χημικές επεμβάσεις το μοντέλο της κατανομής στο χώρο και οι πιθανές αλλαγές σ' αυτό το μοντέλο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και τη σχέση του με την πυκνότητα του πληθυσμού. Αυτή η πληροφορία θεωρήθηκε απαραίτητη διότι το χωροταξικό μοντέλο του πληθυσμού καθορίζεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ της συμπεριφοράς των ειδών και των περιβαλλοντικών παραγόντων. Γι' αυτό η γνώση των αλλαγών στο χωροταξικό μοντέλο επιτρέπει προτάσεις σχετικά με την δράση διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων συμπεριλαμβανομένων φυσικών εχθρών και περισσότερο συμβάλλει στην ερμηνεία της δυναμικής των πληθυσμών. Ακόμη, ένα επιτυχημένο δειγματοληπτικό μοντέλο για εντατικές μελέτες πληθυσμού θα έπρεπε να βασιστεί

μεταξύ άλλων και στη χωροταξική κατανομή των συγκεκριμένων ειδών (Elliot 1977, Southwood 1978, Taylor 1984).

Στην παρούσα εργασία τα αποτελέσματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένο μοντέλο για τη χωροταξική κατανομή του πληθυσμού των αφίδων όταν αυτοί βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα όπως συνέβη κατά τη διεξαγωγή του πειράματος. Αντίθετα, η κατανομή τους στον αγρό ήταν τυχαία. Επίσης διαπιστώθηκε πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των πληθυσμών ιπτάμενων ατόμων και των ατόμων των δειγματοληψιών.

2.2. Υλικά και μέθοδοι

2.2.1. Χαρακτηριστικά Αγροκτήματος

Η μελέτη έλαβε χώρα στην Καρδίτσα και συγκεκριμένα στο χωριό Μέλισσα. ο πειραματικός αγρός επιλέχθηκε το πρώτο δεκαπενθήμερο του Απριλίου του 2002 και αποτελούσε μέρος του «Αγροκτήματος Μέλισσα», μιας ευρύτερης ζώνης που γίνονται προσπάθειες να εφαρμοσθεί η ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής. Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στη θέση του αγρού έτσι ώστε να αποτελεί αντιπροσωπευτικό σημείο των αγροτεμαχίων και να είναι ομοιόμορφο. Το συγκεκριμένο αγρόκτημα (κωδικός αναδασμού M70) βρίσκεται στην περιοχή «Γαλατάδες» του συγκεκριμένου χωριού και αποτελεί ένα τμήμα έντεκα γραμμών (σαϊτών) από ένα συνολικό αγροτεμάχιο 25 στρεμμάτων. Το μήκος της κάθε γραμμής είναι 186 μέτρα και το πλάτος μεταξύ των γραμμών 0,96 μέτρα. Δεξιά και αριστερά του πειραματικού τεμαχίου υπήρχαν αγροί βαμβακιού ενώ πάνω και κάτω συνόρευε με αγροτικό δρόμο και κανάλι (Εικόνα 11). Μετά το δρόμο υπήρχαν πάλι αγροί βαμβακιού.

Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε από τον παραγωγό ήταν «ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.» και οι καλλιεργητικές φροντίδες παρόμοιες με το υπόλοιπο κομμάτι του χωραφιού. Δεν ασκήθηκε καμία χημική επέμβαση εναντίον εχθρών ή ασθενειών εκτός της ζιζανιοκτονίας με επέμβαση κατά τη σπορά (προσπαρτικά). Η επέμβαση έγινε με Sonalan 33,3 EC (δραστική ουσία ethalfluralin 33,3%) με δόση: 400 κ. εκ. σκευάσματος /στρέμμα.



Πηγή: Αναπτυξιακή Καρδίτσας Α.Ε. Τμήμα GIS

Εικόνα 11: Σκαρίφημα του πειραματικού αγρού

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που έγιναν στον αγρό είναι οι παρακάτω: Σπορά στις 5 Μαΐου και συγκομιδή στις 5 Νοεμβρίου. Η απόδοση ήταν περίπου 200 κιλά στο στρέμμα. Η λίπανση που εφαρμόστηκε έγινε σε δύο δόσεις. Η πρώτη κατά τη σπορά με 50 κιλά στο στρέμμα 20 – 10 – 10 λιπάσματος και η δεύτερη στο τέλος Ιουνίου με 10 κιλά στο στρέμμα 26,5 – 0 – 0 λιπάσματος. Το χωράφι σκαλίστηκε μηχανικά δύο φορές: Την πρώτη στις αρχές Ιουνίου και τη δεύτερη στο πρώτο πενθήμερο του Ιουλίου. Το πότισμα γινόταν με εκτοξευτήρες (μπεκ) και συνολικά πραγματοποιήθηκαν οκτώ ποτίσματα.

2.2.2. Παρακολούθηση πληθυσμού ιπτάμενων εντόμων

Ο ιπτάμενος πληθυσμός των αφίδων παρακολουθήθηκε με τρεις παγίδες τύπου Moericke. Η παρακολούθηση των παγίδων γινόταν δύο φορές κάθε εβδομάδα (Τρίτη και Παρασκευή) και διήρκεσε – όπως και ολόκληρο το πείραμα – από την 1^η Ιουνίου 2002 έως και τις 13 Σεπτεμβρίου 2002.

Οι παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν παγίδες κίτρινου χρώματος και συγκεκριμένα «giallo melone K7, RAL 1028». Αποτελούνταν από ένα δοχείο κίτρινου χρώματος που στο κέντρο του υπήρχε μια μικρή βαλβίδα (βάνα) και από μια σιδερένια βάση με τέσσερα πόδια ύψους 1 μέτρου. Το μέγεθος των παγίδων ήταν 70 X 70 εκατοστά και το ύψος του δοχείου ήταν 10 εκατοστά. Το δοχείο γεμιζόταν με νερό και τα έντομα που ελκύονταν από το κίτρινο χρώμα του πυθμένα θανατώνονταν λόγω πνιγμού τους στο νερό του δοχείου. Για να συλλεχθούν τα παγιδευμένα άτομα χρησιμοποιούταν εντομολογικό δίχτυ (τούλι) το οποίο στερεωνόταν στην έξοδο της βαλβίδας και συγκρατούσε τα έντομα ενώ το νερό άδειαζε. Τα έντομα φυλάσσονταν σε μικρά δοχεία γεμάτα με αλκοόλη, συντηρούνταν στο ψυγείο και κατόπιν γινόταν ο έλεγχος του είδους στο στερεοσκόπιο για την ταυτοποίηση των παγιδευμένων ατόμων.

Η διάταξη των τριών παγίδων ήταν στις κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου με μήκος πλευράς τα 6 μέτρα. Κάλυπτε δε όλο το πλάτος του τεμαχίου (11 γραμμές) και τοποθετήθηκαν όχι στην άκρη του χωραφιού αλλά 10 μέτρα πιο μέσα από την μία του άκρη.

Να σημειωθεί ότι κατά την περίοδο της άρδευσης και όταν οι εκτοξευτήρες πότιζαν το συγκεκριμένο κομμάτι, οι παγίδες σκεπάζονταν με πλαστικό το οποίο αφαιρούνταν μετά το τέλος του ποτίσματος.

2.2.3. Δειγματοληψίες

Στο συγκεκριμένο πείραμα η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Επιλέχθηκε η μέθοδος της συστηματικής δειγματοληψίας με παρατηρήσεις σε τρία μέρη του φυτού (κάτω, μέση και πάνω). Οι γραμμές που γίνονταν οι παρατηρήσεις ήταν οι μονοί αριθμοί. Δηλαδή η 1^η, η 3^η κοκ έως την 11^η. Ο τρόπος με τον οποίο βρισκόταν το φυτό ήταν ο εξής: θεωρήθηκε ότι ο αριθμός των φυτών στο μέτρο είναι 18. Κάθε γραμμή είχε περίπου 170 μέτρα έτσι το σύνολο των φυτών σε κάθε γραμμή ήταν 3060. Κατόπιν καθορίστηκε ο αριθμός των δειγμάτων που θα παίρνονταν από κάθε γραμμή. Ο καθορισμός έγινε κυρίως από το χρόνο που υπήρχε και από το μέγεθος του αγρού. Έτσι

έναν καλό αριθμό για την δειγματοληψία θεωρήθηκε ότι ήταν τα 100 φυτά στη γραμμή. Για να βρεθεί το διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών φυτών διαιρέθηκε το σύνολο των φυτών σε μια γραμμή (3060 φυτά) με τον αριθμό του δείγματος (100 φυτά). Ο πιο κοντινός ακέραιος που θα βοηθούσε και στις πράξεις ήταν το 30. Έτσι, η παρατήρηση γίνονταν σε κάθε 30^ο φυτό. Για να ξεκινήσει η παρατήρηση για κάθε γραμμή επιλέχθηκε τυχαία ένας αριθμός από το 1 έως το 30 (με λαχούς). Το νούμερο που είχε κληρωθεί ήταν το φυτό που θα ξεκινούσε η παρατήρηση. Έτσι για παράδειγμα η πρώτη σειρά ξεκινούσε με το φυτό 3 και γινόταν παρατηρήσεις στα φυτά 3, 33, 63, 93, κ.ο.κ. Τα φυτά σημάνθηκαν με κορδέλες και αυλάκια στο έδαφος, ώστε να είναι τα ίδια κάθε φορά που γινόταν η δειγματοληψία. Η δειγματοληψία πραγματοποιούνταν μία φορά την εβδομάδα κάθε Παρασκευή.

Η δειγματοληψία αφορούσε στην εξέταση των φύλλων των βαμβακοφύτων για πιθανή εμφάνιση ατόμων της υπό εξέταση αφίδας. Αναλόγως της εποχής το φυτό διαιρούνταν σε τρία μέρη ώστε να γίνει πιο εύκολη η δειγματοληψία. Το κάτω μέρος ήταν πάντα το τελευταίο τμήμα του φυτού πριν το λαιμό και εξετάζονταν τέσσερα φύλλα περιμετρικά του βλαστού ώστε να συμπληρωθεί μια πλήρης περιστροφή. Κατόπιν στη μέση της απόστασης από την κορυφή έως τον τελευταίο κόμπο γινόταν με παρόμοιο τρόπο η δειγματοληψία για το μεσαίο μέρος του φυτού και στην κορυφή για το πάνω μέρος του φυτού.

2.3. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Για την καλύτερη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, οι αριθμοί των ατόμων αφίδας, που βρέθηκαν κατά την δειγματοληψία, χωρίστηκαν σε κλάσεις. Τα μέρη του φυτού δηλαδή, (κάτω, μέση, πάνω) ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων χωρίστηκαν σε κλάση 0 (από 0 έως 10 άτομα) σε κλάση 1 (από 10 έως 20) και σε κλάση 2 (από 20 έως 30). Ο αριθμός των ατόμων ήταν τόσο μικρός που δεν χρειάστηκαν παραπάνω κλάσεις.

Ο στατιστικός έλεγχος των αποτελεσμάτων του πειράματος για την ύπαρξη κάποιου προτύπου στο χώρο έγινε με τον υπολογισμό της μέσης απόστασης μεταξύ των πιο κοντινών προσβεβλημένων φυτών. Η δοκιμή βασίζεται στο μέσο όρο των πιο κοντινών μολυσμένων φυτών. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε δειγματοληψία παίρνουμε κάθε φυτό ξεχωριστά και βρίσκουμε το κοντινότερο προσβεβλημένο φυτό. Μετράμε την απόσταση και συνεχίζουμε για όλα τα προσβεβλημένα φυτά του χωραφιού. Αφού μετρήσουμε όλες τις αποστάσεις βρίσκουμε τον μέσο όρο \bar{x} των αποστάσεων και κατόπιν βρίσκουμε τον δείκτη CV% (coefficient of variance, συντελεστής διακύμανσης ή μεταβλητότητας). Ο

δείκτης αυτός είναι το κλάσμα της τυπικής απόκλισης S_d προς το μέσο όρο των αποστάσεων \bar{x} δηλ. $CV\% = (S_d / \bar{x}) * 100$. Εάν ο δείκτης κυμαίνεται από 0 έως 10 τότε μιλάμε για ομοιόμορφη κατανομή. αν κυμαίνεται μεταξύ 10 και 20 τότε τείνει προς την ομοιόμορφη κατανομή και αν είναι πάνω από 20 τότε έχουμε τυχαία κατανομή.

Για τον έλεγχο της συσχέτισης μεταξύ των αποτελεσμάτων της δειγματοληψίας και των συλλήψεων των παγίδων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του χ^2 .

Τέλος, για την πάνω στο φυτό θέση των πληθυσμών της αφίδας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης συνάφειας.

2.4. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα εστιάστηκαν σε τρεις παραμέτρους και αυτές εξετάστηκαν. Κατ' αρχήν εξετάστηκε η συσχέτιση μεταξύ των ατόμων της αφίδας που βρέθηκαν στα φύλλα του βαμβακιού (δειγματοληψίες) και των ιπτάμενων πληθυσμών (παγίδες νερού). Η δεύτερη εξέταση έχει να κάνει με τη μετακίνηση των αποικιών της αφίδας από τα ανώτερα στρώματα προς τα κατώτερα, μιας και είναι κάτι που αναφέρεται στη βιβλιογραφία (π. χ. O'Brien *et al.* 1991). Τέλος, επιχειρήθηκε η εξέταση της κατανομής της αφίδας στον αγρό και πιο συγκεκριμένα αν ακολουθεί κάποιο πρότυπο ή είναι τυχαία.

Όπως μπορεί κανείς να παρατηρήσει και από τους παρακάτω πίνακες, τόσο οι συλλήψεις των ατόμων της *A. gossypii* στις παγίδες όσο και οι μετρήσεις πάνω στα φύλλα, δείχνουν τον χαμηλό απόλυτο αριθμό των αφίδων του αγρού. Αυτό σημαίνει πως χρειάζεται μεγάλη προσοχή προκειμένου να εξαχθούν οποιαδήποτε συμπεράσματα για μελλοντικές εφαρμογές και παραπέρα διερεύνηση.

Πίνακας 6: Εβδομαδιαίες Συλλήψεις ατόμων *A. gossypii* σε παγίδες Moericke (Α, Β, Γ)

A/A	Ημέρα	Ημερομηνία	Α (αριστερή)	Β (κεφαλή)	Γ (δεξιά)	Σύνολο/ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ
1	ΤΡΙΤΗ	4/6/2002	0	0	0	0
2	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	7/6/2002	0	0	0	0
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 1			0	0	0	0
3	ΤΡΙΤΗ	11/6/2002	0	1	0	1
4	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	14/6/2002	0	0	0	0
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 2			0	1	0	1
5	ΤΡΙΤΗ	18/6/2002	0	0	0	0
6	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	21/6/2002	1	0	0	1
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 3			1	0	0	1
7	ΤΡΙΤΗ	25/6/2002	0	1	0	1
8	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	28/6/2002	0	0	0	0
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 4			0	1	0	1
9	ΤΡΙΤΗ	2/7/2002	0	0	1	1
10	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	5/7/2002	0	0	0	0
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 5			0	0	1	1
11	ΤΡΙΤΗ	9/7/2002	0	0	0	0
12	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	12/7/2002	1	1	0	2
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 6			1	1	0	2
13	ΤΡΙΤΗ	16/7/2002	0	1	0	1
14	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	19/7/2002	0	0	1	1
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 7			0	1	1	2
15	ΤΡΙΤΗ	23/7/2002	0	1	1	2
16	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	26/7/2002	1	0	1	2
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 8			1	1	2	4
17	ΤΡΙΤΗ	30/7/2002	1	1	1	3
18	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	2/8/2002	2	1	1	4
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 9			3	2	2	7
19	ΤΡΙΤΗ	6/8/2002	1	1	1	3
20	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	9/8/2002	1	2	2	5
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 10			2	3	3	8
21	ΤΡΙΤΗ	13/8/2002	1	1	1	3
22	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	16/8/2002	0	0	1	1
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 11			1	1	2	4
23	ΤΡΙΤΗ	20/8/2002	1	0	0	1
24	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	23/8/2002	1	0	0	1
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 12			2	0	0	2
25	ΤΡΙΤΗ	27/8/2002	0	1	1	2
26	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	30/8/2002	0	0	1	1
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 13			0	1	2	3
27	ΤΡΙΤΗ	3/9/2002	0	0	0	0
28	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	6/9/2002	0	0	0	0
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 14			0	0	0	0
29	ΤΡΙΤΗ	10/9/2002	0	0	1	1
30	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	13/9/2002	0	0	0	0
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 15			0	0	1	1
Σύνολο			11	12	14	37

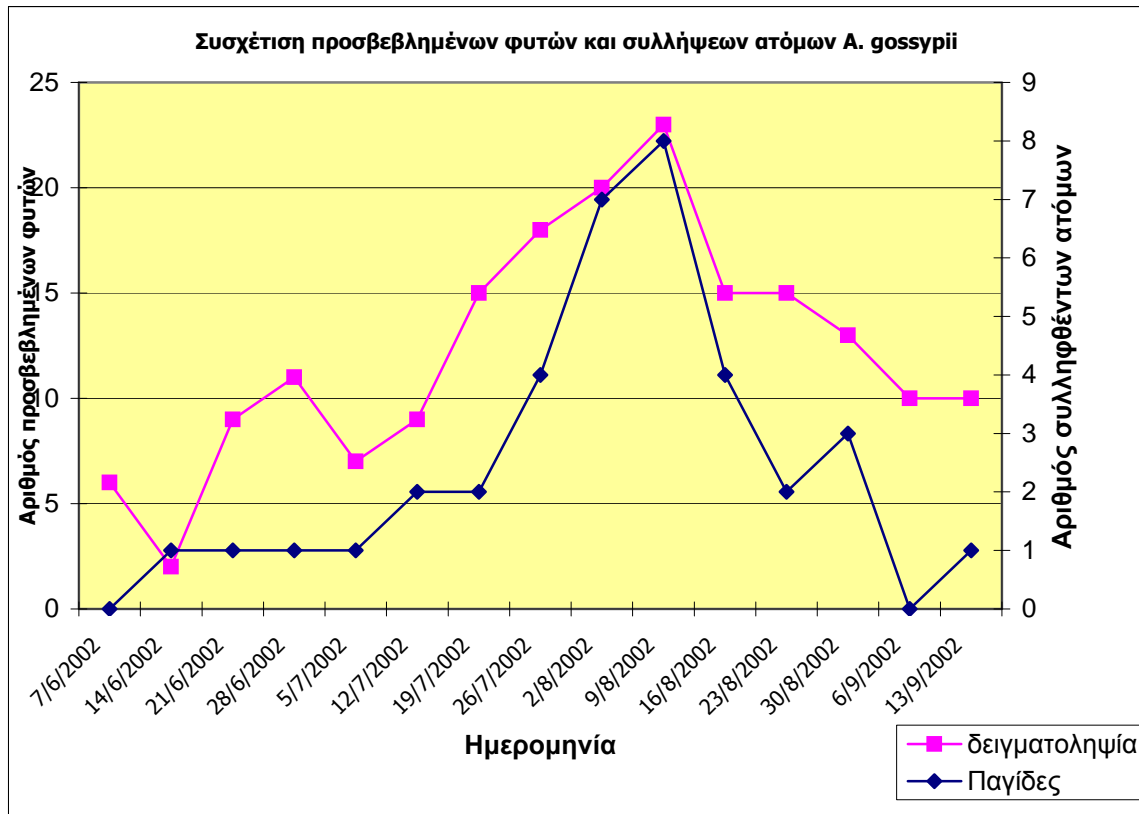
Πίνακας 7: Αριθμός προσβεβλημένων φυτών ανά κλάση πληθυσμού αφίδων *A. Gossypii* και ανά εβδομάδα

Α/Α	ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΚΑΤΩ			ΜΕΣΗ			ΠΑΝΩ			ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕ ΝΩΝ ΦΥΤΩΝ
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	
1	7/6/2002	594	0	0	593	1	0	589	5	0	6
2	14/6/2002	594	0	0	594		0	592	2	0	2
3	21/6/2002	594	0	0	591	3	0	588	6	0	9
4	28/6/2002	594	0	0	592	2	0	584	10	0	11
5	5/7/2002	594	0	0	593	1	0	588	6	0	7
6	12/7/2002	594	0	0	591	3	0	587	7	0	9
7	19/7/2002	594	0	0	591	3	0	580	14	0	15
8	26/7/2002	594	0	0	587	7	0	576	15	3	18
9	2/8/2002	593	1	0	587	7	0	577	14	3	20
10	9/8/2002	590	4	0	586	8	0	583	11	0	23
11	16/8/2002	587	6	1	583	10	1	591	3	0	15
12	23/8/2002	582	11	1	591	2	1	593	1	0	15
13	30/8/2002	583	10	1	592	2	0	593	1	0	13
14	6/9/2002	588	4	2	591	3	0	593	1	0	10
15	13/9/2002	585	9	0	593	1	0	594		0	10
	Σύνολο	8860	45	5	885 5	53	2	8808	96	6	183

(0= 0-10 άτομα, 1= 11-20 άτομα και 2=21-30 άτομα)

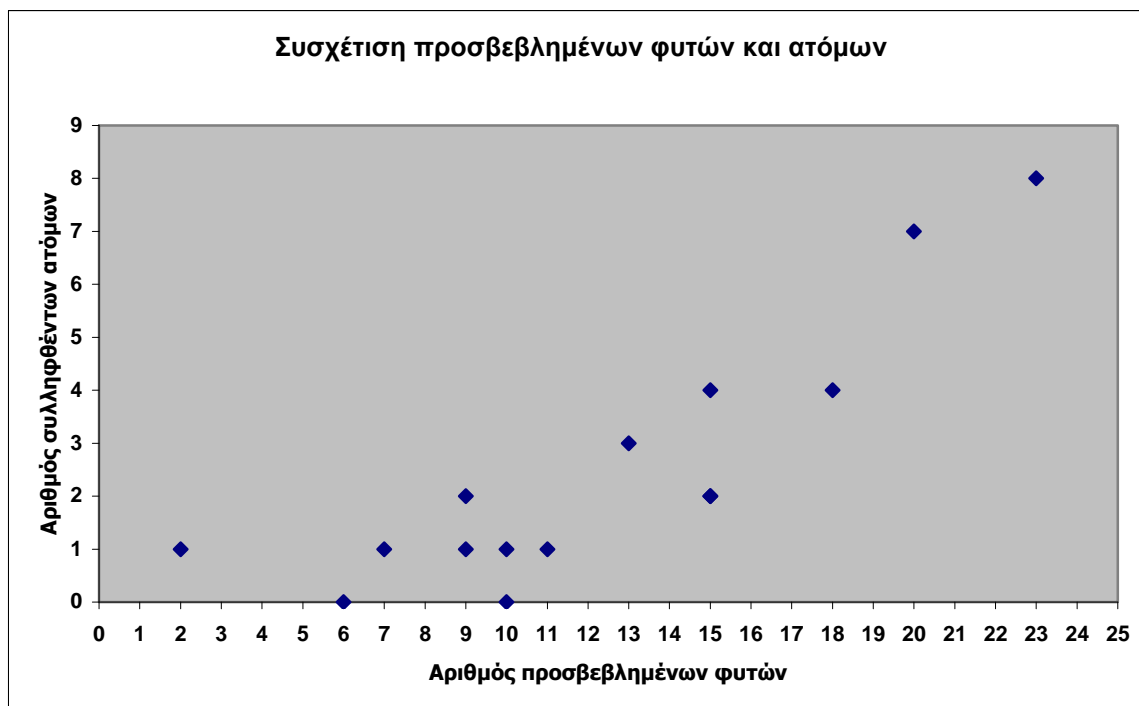
2.4.1. Συσχέτιση παγίδων – δειγματοληψιών

Στο Διάγραμμα 1 εμφανίζονται ταυτόχρονα οι απόλυτοι αριθμοί των συλλήψεων των ατόμων συνολικά στις παγίδες και των φυτών που βρέθηκαν προσβεβλημένα ανεξαρτήτου κλάσης. Στο οριζόντιο άξονα έχουν τοποθετηθεί οι εβδομάδες που διήρκεσε το πείραμα ενώ στον κάθετο άξονα ο αριθμός των προσβεβλημένων φυτών βαμβακιού ασχέτως βαθμού προσβολής (κλάση 1 ή 2). Στο διάγραμμα 2 εμφανίζονται ανά ζεύγη οι παρατηρήσεις ώστε να εξαχθεί ο συντελεστής συσχέτισης.



Διάγραμμα 1: Αντιστοιχία αριθμού συλλήψεων ατόμων αφίδων στις παγίδες και δειγματοληψίας ανά εβδομάδα πειράματος

Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε καθαρά μια συσχέτιση των δύο γραμμών εκτός ίσως από τις πρώτες εβδομάδες. Αυτό γίνεται πιο εμφανές και υποστηρίζεται και στατιστικά από το παρακάτω διάγραμμα και τον πίνακα των δύο παραμέτρων που βοηθούν για την εξαγωγή του συντελεστή συσχέτισης.



Διάγραμμα 2: Συσχέτιση προσβεβλημένων φυτών και συλληφθέντων ατόμων *A. gossypii*

Πίνακας 8: Συλληφθέντα άτομα *A. gossypii* και προσβεβλημένα φυτά ανά παρατήρηση

A/A	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΒΕΒΛΗΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ	ΣΥΛΛΗΦΘΕΝΤΑ ΑΤΟΜΑ ΣΤΙΣ ΠΑΓΙΔΕΣ
1	6	0
2	2	1
3	9	1
4	11	1
5	7	1
6	9	2
7	15	2
8	18	4
9	20	7
10	23	8
11	15	4
12	15	2
13	13	3
14	10	0
15	10	1

Από την επεξεργασία των δεδομένων με τη βοήθεια του Microsoft Excel βρέθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των πληθυσμών με συντελεστή συσχέτισης $r = 0.86$ ή καλύτερα 76%. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ των ατόμων αφίδων που παρατηρήθηκαν στις δειγματοληψίες και των ιπτάμενων ατόμων που

συλλέχθηκαν από τις παγίδες και ένα ποσοστό 76% της διακύμανσης είναι σχετίζεται για τις δύο παραμέτρους (τα συλληφθέντα άτομα και τα προσβεβλημένα φυτά).

2.4.2. Εξέλιξη προσβολής των ατόμων της *A. gossypii* πάνω στο φυτό (άνω, μεσαίο και κάτω τμήμα) σε σχέση με το χρόνο

Για να ελεγχθεί η μετακίνηση αλλά και οι νέες προσβολές ατόμων της αφίδας πάνω στο φυτό επιλέχθηκε να γίνει συσχέτιση του πάνω μέρους του φυτού με το κάτω και μεσαίο (αθροιστικά). Δεν υπάρχουν δεδομένα για το αν πρόκειται για μετακίνηση των ήδη υπαρχόντων πληθυσμών ή για νέες προσβολές κυρίως λόγω της έλλειψης χρόνου για τη διεξαγωγή πιο λεπτομερών παρατηρήσεων που θα αφορούσαν τέτοιου είδους θέματα. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στο χρόνο που εξετάστηκαν τα δύο επιμέρους τμήματα των φυτών. Όπως είναι εμφανές από τους παρακάτω πίνακες, ελέχθησαν στατιστικώς ως προς τη συσχέτισή τους τα πάνω μέρη του φυτού (φυσικά τα άτομα των αφίδων των συγκεκριμένων τμημάτων) την εβδομάδα T και τα άτομα των αφίδων που βρέθηκαν στο κάτω και μεσαίο μέρος του φυτού την εβδομάδα T+3 (μετά δηλαδή από 3 εβδομάδες). Έγινε δηλαδή η υπόθεση ότι άτομα που την εβδομάδα T βρίσκονται στο πάνω μέρος του φυτού χρειάζονται περίπου 3 εβδομάδες ώστε να μετακινηθούν ή να αποικήσουν νέες θέσεις προς τα κατώτερα στρώματα του φυτού. Ένας προβληματισμός που τίθεται στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι κατά πόσον τα άτομα αυτά μετακινήθηκαν ή πρόκειται για τα ίδια άτομα ή απόγονούς τους, τα οποία «επωφελήθηκαν» από την καθ' ύψος αύξηση του φυτού ώστε να βρεθούν στα κάτω μέρη του.

Στους παρακάτω λοιπόν πίνακες μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι απεικονίζονται οι τρεις κλάσεις στις οποίες ομαδοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της δειγματοληψίας (0,1 και 2). Στο πρώτο κελί (για παράδειγμα στο κελί με την τιμή '586' στον Πίνακα 6) αναφέρονται όλες οι παρατηρήσεις που έγιναν για άτομα αφίδων στην κλάση 0 την 7/6/2003 και παράλληλα στην ίδια κλάση τρεις εβδομάδες μετά (28/6/03). Στο κελί με την τιμή '6' επίσης για παράδειγμα και πάλι στον Πίνακα 6 αντιστοιχούν όλα τα φυτά που βρέθηκαν στην κλάση 1 στο πάνω μέρος του φυτού στις 7/6/2003 και στην κλάση 0 στο κάτω (κάτω και μέσο) μέρος του φυτού στις 28/6/03.

Πίνακας 9: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 7/6/2003 και 28/6/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 7/6/2003 ΠΑΝΩ			ΣΥΝΟΛΑ
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	586	6	0	592
28/6/03	1	2	0	0	2
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		588	6	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 10: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 14/6/2003 και 5/7/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 14/6/2003 ΠΑΝΩ			ΣΥΝΟΛΑ
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	591	2	0	593
5/7/2003	1	1	0	0	1
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		592	2	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 11: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 21/6/2003 και 12/7/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 21/6/2003 ΠΑΝΩ			ΣΥΝΟΛΑ
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	585	6	0	591
12/7/2003	1	3	0	0	3
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		588	6	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 12: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 28/6/2003 και 19/7/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 28/6/2003 ΠΑΝΩ			ΣΥΝΟΛΑ
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 19/7/2003	0	581	10	0	591
	1	3	0	0	3
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		584	10	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 13: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 5/5/2003 και 26/7/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 5/7/2003 ΠΑΝΩ			ΣΥΝΟΛΑ
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 26/7/2003	0	581	6	0	587
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	1	7	0	0	7
	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		588	6	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 14: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 12/7/2003 και 2/8/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 12/7/2003 ΠΑΝΩ			ΣΥΝΟΛΑ
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ 2/8/2003	0	579	7	0	586
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	1	8	0	0	8
	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		587	7	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 15: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 19/7/2003 και 16/8/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 19/7/2003			ΣΥΝΟΛΑ
		ΠΑΝΩ			
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	572	13	0	585
16/8/2003	1	7	2	0	9
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		579	15	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 16: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 26/7/2003 και 16/8/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 26/7/2003			ΣΥΝΟΛΑ
		ΠΑΝΩ			
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	558	14	2	574
16/8/2003	1	16	1	1	18
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	2	0	0	2
ΣΥΝΟΛΑ		576	15	3	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 17: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 2/8/2003 και 23/8/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 2/8/2003			ΣΥΝΟΛΑ
		ΠΑΝΩ			
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	575	10	2	587
23/8/2003	1	2	3	0	5
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	0	2	2
ΣΥΝΟΛΑ		577	13	4	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 18: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 9/8/2003 και 30/8/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 9/8/2003			ΣΥΝΟΛΑ
		ΠΑΝΩ			
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	575	6	0	581
30/8/2003	1	9	3	0	12
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	1	0	1
ΣΥΝΟΛΑ		584	10	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 19: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 16/8/2003 και 6/9/2003

		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 16/8/2003			ΣΥΝΟΛΑ
		ΠΑΝΩ			
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	582	3	0	585
6/9/2003	1	7	0	0	7
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	2	0	0	2
ΣΥΝΟΛΑ		591	3	0	594

Για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5% βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική συσχέτιση για τις παραπάνω εβδομάδες.

Πίνακας 20: Συσχέτιση πληθυσμών αφίδων πάνω και κάτω μέρους του φυτού για τις εβδομάδες 23/8/2003 και 13/9/2003

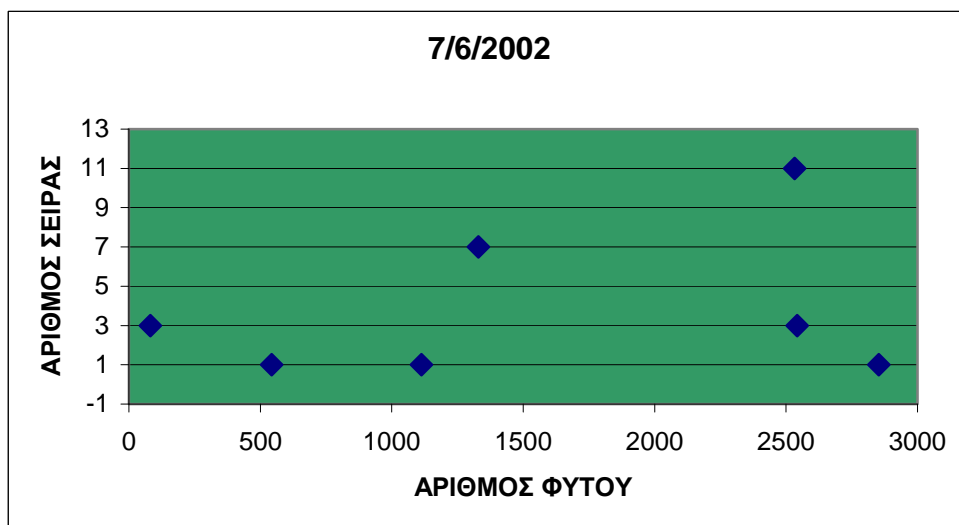
		ΕΒΔΟΜΑΔΑ 23/8/2003			ΣΥΝΟΛΑ
		ΠΑΝΩ			
		0	1	2	
ΕΒΔΟΜΑΔΑ	0	586	1	0	587
13/9/2003	1	7	0	0	7
ΜΕΣΗ ΚΑΤΩ	2	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ		593	1	0	594

Ο στατιστικός έλεγχος έγινε με τη βοήθεια του χ^2 και βρέθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του πάνω μέρους του φυτού και των ατόμων που βρίσκονται στο κάτω μέρος μετά από 3 εβδομάδες (για χ^2 με 4 βαθμούς ελευθερίας και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%).

Όπως μπορεί κανείς να παρατηρήσει υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δύο ημερομηνιών για κάθε ζευγάρι εξέτασης. Πράγμα που σημαίνει ότι όσον αφορά την παρουσία πληθυσμού της *A. gossypii* στα διάφορα υψομετρικά «στρώματα» της φυτείας θα πρέπει να γίνουν πιο λεπτομερή πειράματα για τη μελέτη της συσχέτισης και της ενδεδειγμένης εξέτασης του προφίλ των εν λόγω πληθυσμών για να διαπιστωθεί εάν πρόκειται για άτομα τα οποία προϋπάρχουν, αν πρόκειται για απογόνους τους ή έχουμε να κάνουμε με νέες προσβολές.

2.4.3. Κατανομή των ατόμων της *A. gossypii* στον αγρό σε σχέση με το χρόνο

Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται η κατανομή των παρατηρήσεων ατόμων της *A. gossypii* στον αγρό. Στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζονται οι αριθμοί των φυτών από τους οποίους πάρθηκε η παρατήρηση και στον κάθετο άξονα ο αριθμός κάθε σειράς (σαΐτας). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην συγκεκριμένη απεικόνιση δεν λήφθηκαν υπόψη οι πληθυσμοί των αφίδων όσον αφορά τους απόλυτους αριθμούς δηλαδή παριστάνεται μόνο η θέση κάθε παρατήρησης.

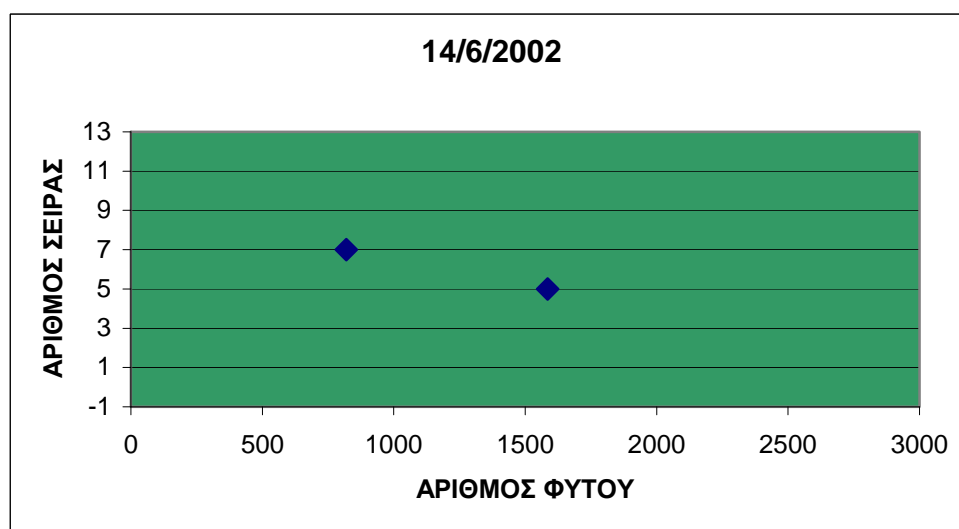


Διάγραμμα 3: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 7/6/2002

Πίνακας 21: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 7/6/2002

7/6/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	1,7
2	1,7
3	1,7
4	1,7
5	2
6	1,3
7	1,3
Σύνολο	11,4
Μέσος όρος	1,63
Τυπική Απόκλιση	0,25
Συντελεστής μεταβλητότητας	15,34
Κατανομή	Τείνει προς την ομοιόμορφη

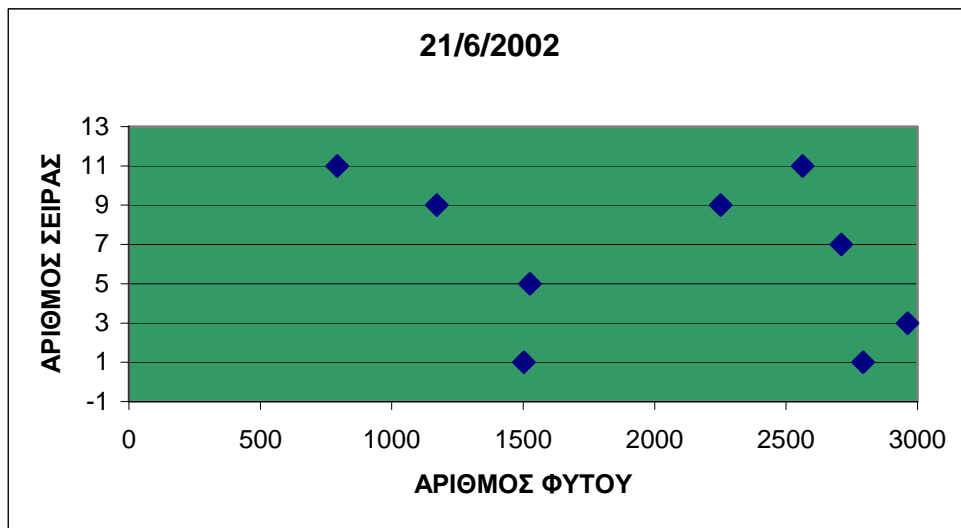
Από το παραπάνω διάγραμμα και μετά τη στατιστική επεξεργασία βρέθηκε ότι $CV\% = 15,34$. Αυτό σημαίνει ότι σύμφωνα με την παραδοχή που δεχτήκαμε για τα όρια του συντελεστή μεταβλητότητας ότι η κατανομή του πληθυσμού τείνει να γίνει ομοιόμορφη. Παρόμοιες επεξεργασίες ακολουθήθηκαν και για τις άλλες ημερομηνίες δειγματοληψίας και βρέθηκε ο συντελεστής μεταβλητότητας για κάθε μία από αυτές. Βάσει αυτού του συντελεστή έγινε η εξέταση για την κατανομή του πληθυσμού της αφίδας στον αγρό.



Διάγραμμα 4: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 14/6/2002

Λόγω του μικρού πληθυσμού δεν υπάρχει στατιστική επεξεργασία για τη παραπάνω ημερομηνία. Το χαρακτηριστικό στη συγκεκριμένη ημερομηνία είναι ο πολύ μικρός πληθυσμός αφίδας. Συγκρίνοντάς το παραπάνω διάγραμμα με το διάγραμμα της

προηγούμενης εβδομάδας (14/6/2002) βλέπουμε πως σε κανένα σημείο δεν υπάρχει παλιά αποικία και μιλάμε μόνο για δύο φυτά τα οποία εμφανίζουν νέες αποικίες. Πιθανό να υπήρξαν αβιοτικοί παράγοντες όπως υπερβολική ζέστη, οι οποίοι να αύξησαν το ποσοστό θνησιμότητας των αποικιών ή να είχαμε μια μεγάλη έξαρση των ωφέλιμων εντόμων. Με δεδομένο ότι οι πληθυσμοί ήταν ούτως ή άλλως χαμηλοί, θα μπορούσε να πεί κανείς πως αυτό λειτούργησε θετικά για τα ωφέλιμα και μπόρεσαν να δράσουν αποτελεσματικά και να ελέγξουν τους πληθυσμούς της αφίδας.



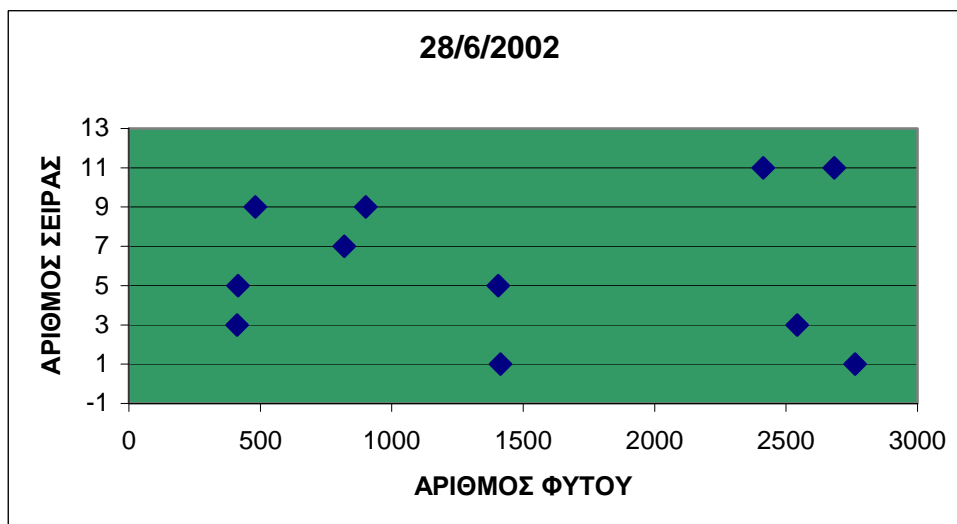
Διάγραμμα 5: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 21/6/2002

Πίνακας 22: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 21/6/2002

21/6/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	1,4
2	1,4
3	1
4	1
5	1,4
6	1,1
7	1,1
8	0,6
9	0,6
Σύνολο	9,6
Μέσος όρος	1,37
Τυπική Απόκλιση	0,19
Συντελεστής μεταβλητότητας	13,96
Κατανομή	Τείνει προς την ομοιόμορφη

Στην παραπάνω εβδομάδα έχουμε ξανά μια αρκετά αυξημένη παρουσία αφίδων που δεν έρχεται σε συμφωνία με την εβδομάδα (14/6/2002). Πιθανότατα και πάλι οι αβιοτικοί

παράγοντες να λειτούργησαν έτσι ώστε να εκκολάφθηκαν αυγά της αφίδας ή να λειτούργησαν ανασταλτικά προς τα ωφέλιμα και να έχουμε τελικά την εικόνα που παρουσιάζεται παραπάνω. Όσον αφορά την κατανομή, τείνει προς την ομοιόμορφη.

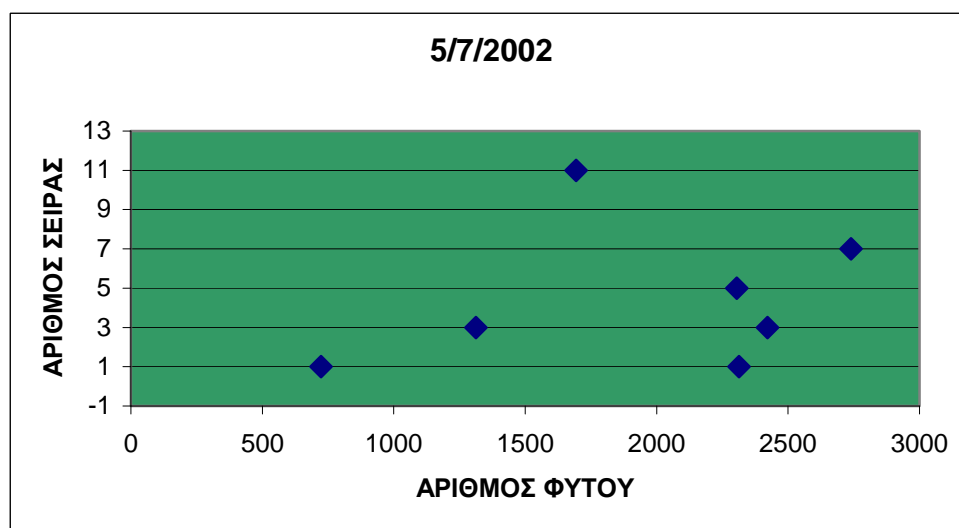


Διάγραμμα 6: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 28/6/2002

Πίνακας 23: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 28/6/2002

28/6/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	1
2	0,5
3	0,5
4	0,6
5	0,6
6	1
7	1
8	1
9	1
10	0,8
11	0,8
Σύνολο	8,8
Μέσος όρος	1,26
Τυπική Απόκλιση	0,24
Συντελεστής μεταβλητότητας	19,41
Κατανομή	Τείνει προς την ομοιόμορφη

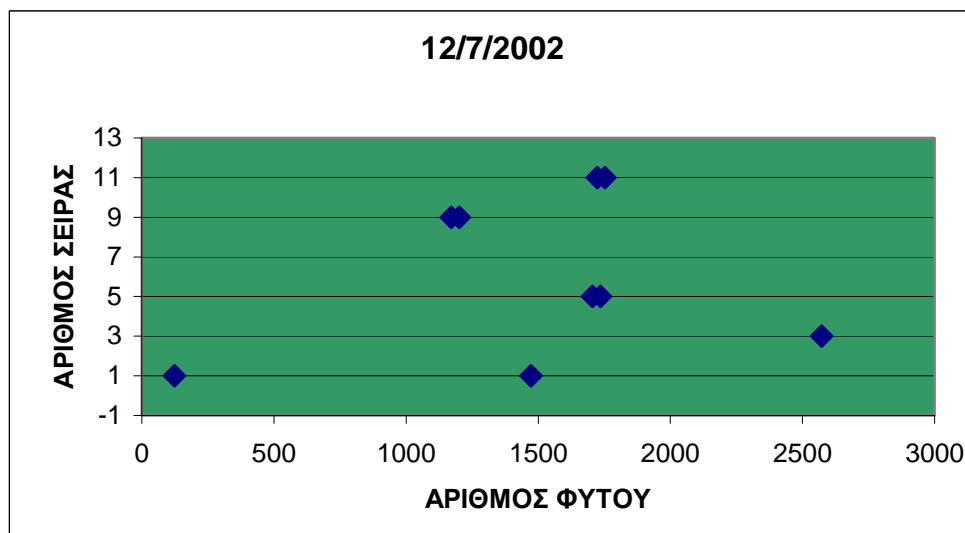
Στην ημερομηνία αυτή, η κατανομή τείνει και πάλι προς την ομοιόμορφη αλλά δεν έχουμε άλλες σημαντικές λεπτομέρειες εκτός του γεγονότος ότι στην πέμπτη σειρά υπάρχει μια συνεχής παρουσία πληθυσμού περίπου στη μέση του χωραφιού (γύρω από το 1500ο φυτό) και για τις τρεις προηγούμενες εβδομάδες.



Διάγραμμα 7: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 5/7/2002

Πίνακας 24: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 5/7/2002

5/7/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	2,1
2	2,1
3	2,4
4	0,6
5	0,6
6	0,6
7	0,6
8	1,5
9	1,5
Σύνολο	12
Μέσος όρος	1,71
Τυπική Απόκλιση	0,86
Συντελεστής μεταβλητότητας	50,23
Κατανομή	Τυχαία

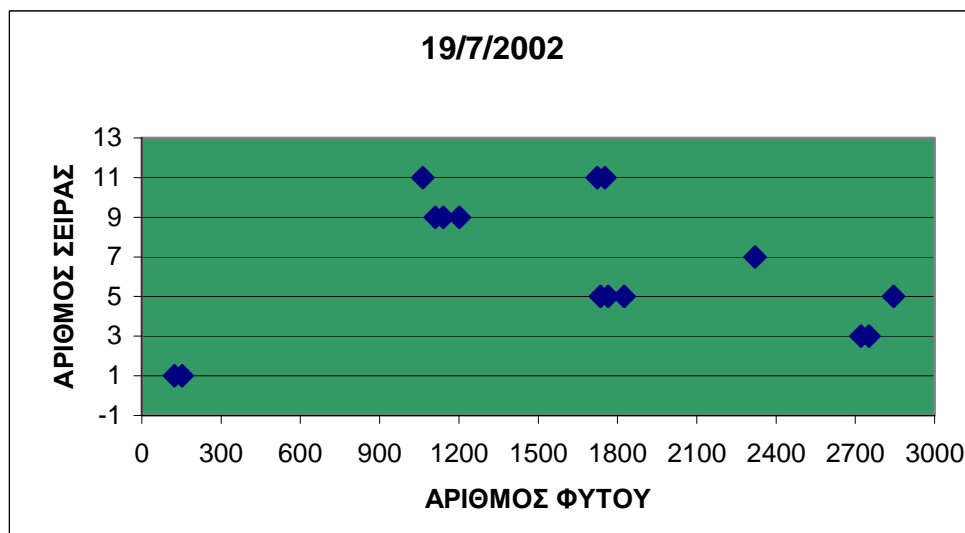


Διάγραμμα 8: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 12/7/2002

Πίνακας 25: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 12/7/2002

12/7/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	4,1
2	0,1
3	0,1
4	1,2
5	0,1
6	0,1
7	0,1
8	0,1
9	3
Σύνολο	8,9
Μέσος όρος	1,27
Τυπική Απόκλιση	1,50
Συντελεστής μεταβλητότητας	117,95
Κατανομή	Τυχαία

Από εδώ και πέρα αρχίζουν να αυξάνονται και οι πληθυσμοί και η κατανομή γίνεται τυχαία (εκτός της ημερομηνίας 19/7/2002). Όπως θα δούμε και σε επόμενα διαγράμματα αρχίζουν να εμφανίζονται αποικίες συνεχόμενα (για πάνω από μία εβδομάδα) και μάλιστα σε κάποια σημεία να παρουσιάζονται και σε διπλανά φυτά.

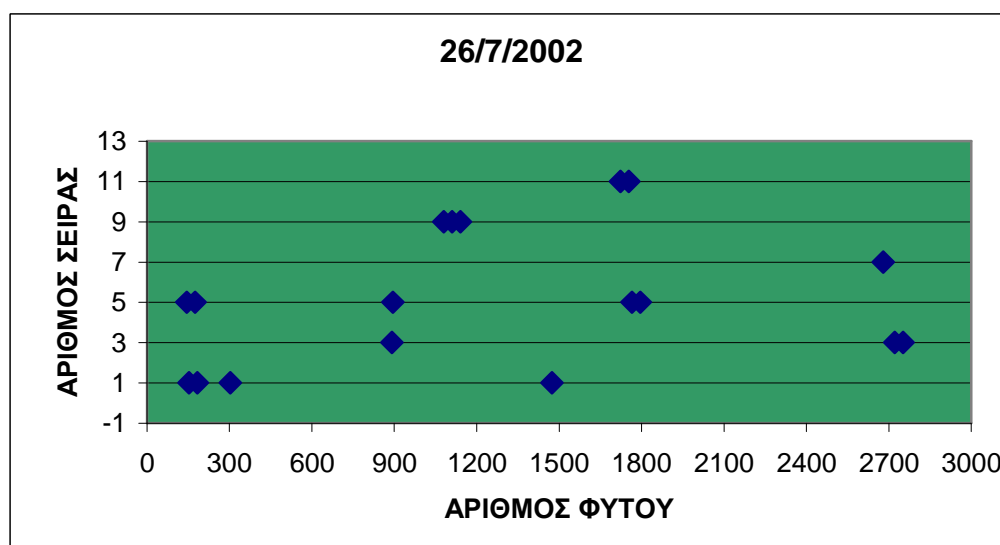


Διάγραμμα 9: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 19/7/2002

Πίνακας 26: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 19/7/2002

19/7/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	0,1
2	0,1
3	0,5
4	0,1
5	0,1
6	0,2
7	0,1
8	0,1
9	0,1
10	0,1
11	0,2
12	1,8
13	1,8
14	0,1
15	0,1
16	0,6
Σύνολο	6,1
Μέσος όρος	0,87
Τυπική Απόκλιση	0,15
Συντελεστής μεταβλητότητας	17,17
Κατανομή	Τείνει προς την ομοιόμορφη

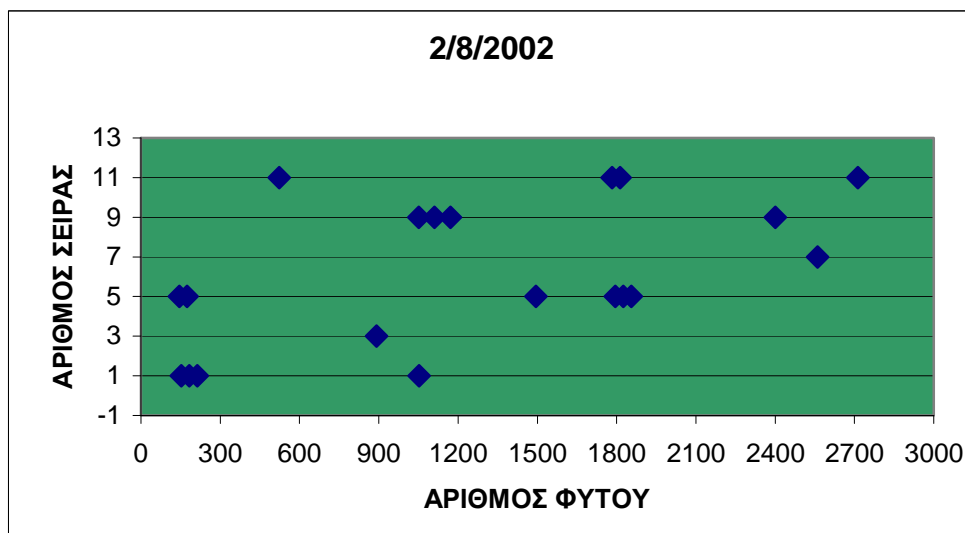
Παρατηρώντας ταυτόχρονα τα διαγράμματα των δύο προηγούμενων εβδομάδων βλέπουμε πως αρχίζουν να υπάρχουν σημεία που παρουσιάζουν συνεχώς πληθυσμούς και μάλιστα αυτοί βρίσκονται και σε διπλανά φυτά. Παράδειγμα στην πρώτη σειρά και μεταξύ πρώτου και τριακοσιοστού φυτού.



Διάγραμμα 10: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 26/7/2002

Πίνακας 27: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 26/7/2002

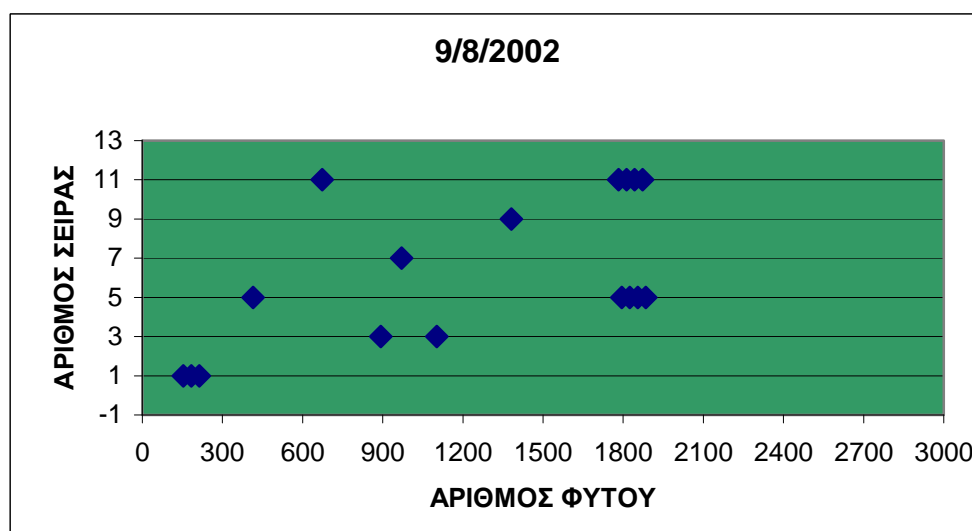
26/7/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	0,1
2	0,1
3	0,1
4	0,1
5	0,4
6	0,5
7	0,5
8	0,1
9	0,1
10	0,1
11	0,1
12	1,4
13	0,1
14	0,1
15	0,1
16	0,1
17	1
18	0,1
19	0,1
Σύνολο	5,2
Μέσος όρος	0,74
Τυπική Απόκλιση	0,20
Συντελεστής μεταβλητότητας Κατανομή	26,76 Τυχαία



Διάγραμμα 11: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 2/8/2002

Πίνακας 28: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 2/8/2002

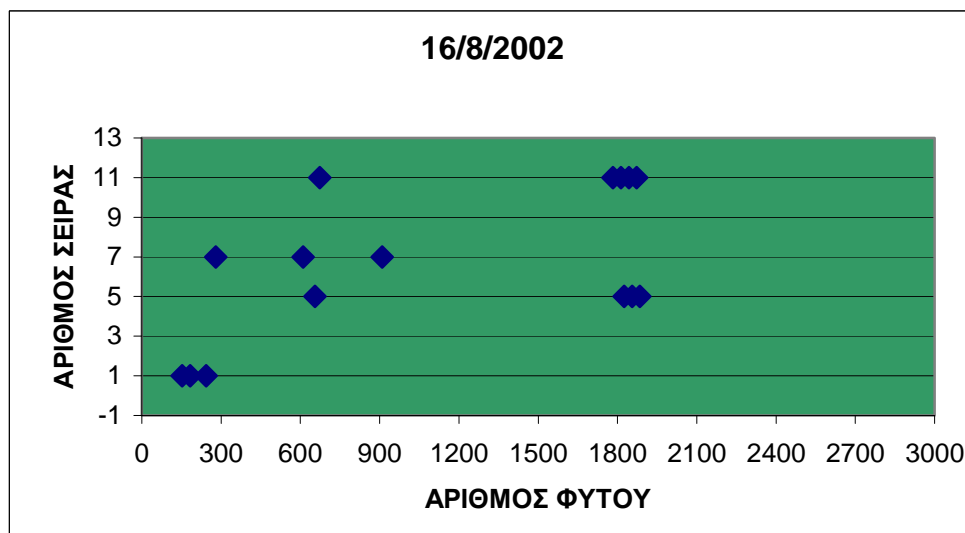
2/8/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	0,1
2	0,1
3	0,1
4	0,1
5	0,1
6	0,1
7	1,9
8	1,9
9	0,8
10	0,8
11	0,2
12	0,2
13	0,2
14	0,2
15	1
16	0,1
17	0,1
18	0,1
19	0,1
20	0,1
21	0,1
22	0,8
23	0,8
24	1,2
25	1,2
Σύνολο	12,4
Μέσος όρος	1,77
Τυπική Απόκλιση	0,68
Συντελεστής μεταβλητότητας Κατανομή	38,41 Τυχαία



Διάγραμμα 12: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 9/8/2002

Πίνακας 29: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 9/8/2002

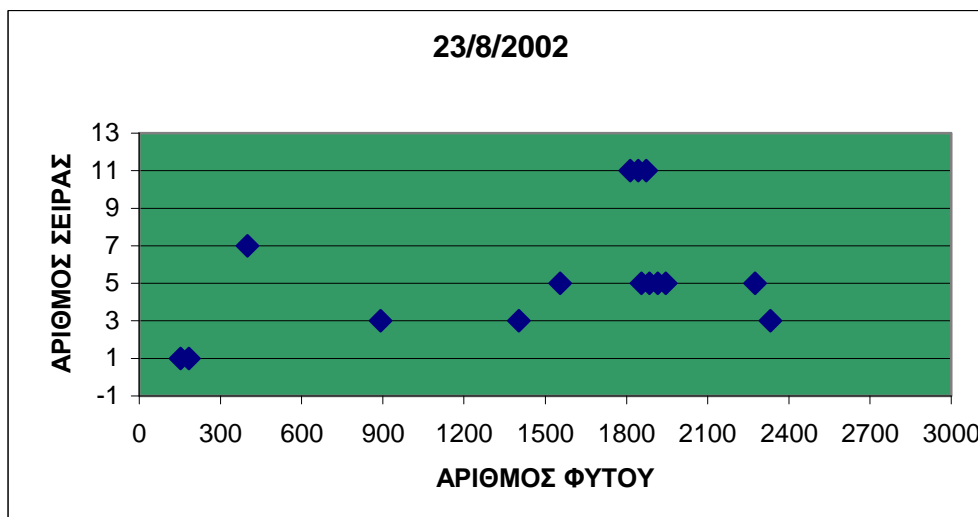
9/8/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	0,1
2	0,1
3	0,1
4	0,1
5	1,2
6	1,4
7	1
8	0,8
9	0,8
10	1,5
11	1,5
12	0,1
13	0,1
14	0,1
15	0,1
16	0,1
17	0,1
18	0,1
19	0,1
20	0,1
21	0,1
22	0,1
23	0,1
Σύνολο	9,8
Μέσος όρος	1,40
Τυπική Απόκλιση	0,60
Συντελεστής μεταβλητότητας Κατανομή	42,80 Τυχαία



Διάγραμμα 13: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 16/8/2002

Πίνακας 30: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 16/8/2002

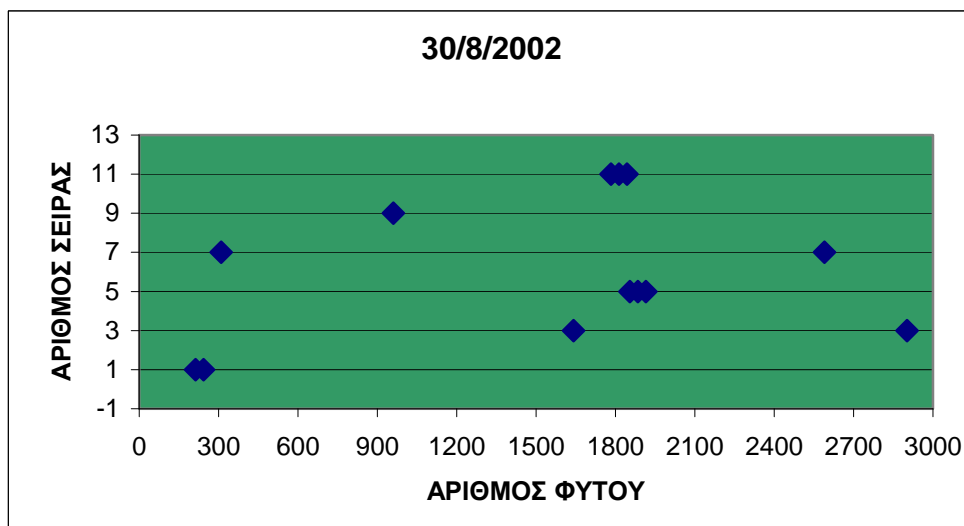
16/8/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	0,1
2	0,1
3	0,1
4	0,1
5	1,2
6	0,5
7	0,5
8	1
9	1
10	0,1
11	0,1
12	0,1
13	0,1
14	0,1
15	0,1
16	0,1
17	0,1
18	0,1
19	0,1
Σύνολο	5,6
Μέσος όρος	0,80
Τυπική Απόκλιση	0,41
Συντελεστής μεταβλητότητας Κατανομή	51,39 Τυχαία



Διάγραμμα 14: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 23/8/2002

Πίνακας 31: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 23/8/2002

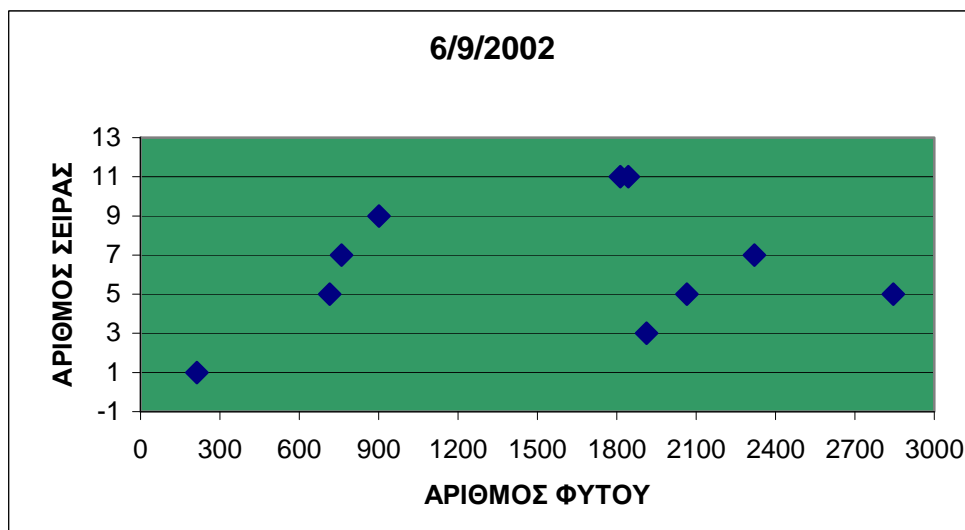
23/8/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	0,1
2	0,1
3	1,6
4	1,8
5	0,7
6	0,7
7	0,1
8	0,1
9	0,1
10	0,1
11	0,1
12	0,1
13	0,1
14	0,1
15	0,1
16	0,1
17	0,5
18	0,5
Σύνολο	7
Μέσος όρος	1,00
Τυπική Απόκλιση	0,72
Συντελεστής μεταβλητότητας Κατανομή	71,81 Τυχαία



Διάγραμμα 15: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 30/8/2002

Πίνακας 32: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 30/8/2002

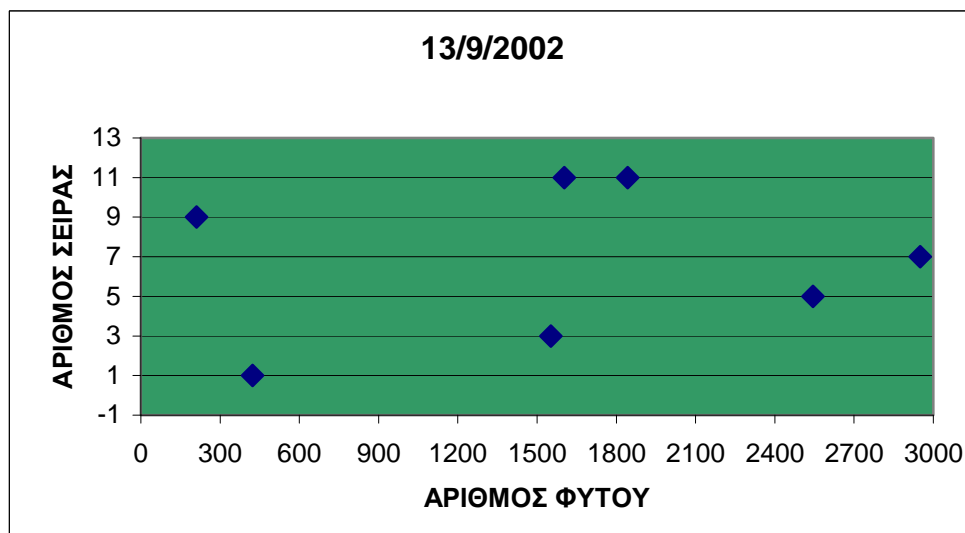
30/8/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	0,1
2	0,1
3	1,5
4	2,4
5	0,8
6	0,1
7	0,1
8	0,1
9	0,1
10	0,1
11	0,1
12	0,1
13	1,5
14	1,5
Σύνολο	8,6
Μέσος όρος	1,23
Τυπική Απόκλιση	0,91
Συντελεστής μεταβλητότητας	74,11
Κατανομή	Τυχαία



Διάγραμμα 16: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 6/9/2002

Πίνακας 33: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 6/9/2002

6/9/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	2
2	0,5
3	0,5
4	0,7
5	0,1
6	0,1
7	0,7
8	0,7
9	1
10	1,8
Σύνολο	8,1
Μέσος όρος	1,16
Τυπική Απόκλιση	0,64
Συντελεστής μεταβλητότητας Κατανομή	55,53 Τυχαία



Διάγραμμα 17: Κατανομή παρατηρηθέντων ατόμων αφίδων στον αγρό στις 13/9/2002

Πίνακας 34: Υπολογισμός συντελεστή μεταβλητότητας για 13/9/2002

13/9/2002	
A/A παρατηρήσεων για τα πιο κοντινά προσβεβλημένα φυτά	Αποστάσεις
1	2
2	2
3	0,8
4	0,8
5	2
6	1,5
7	1,5
Σύνολο	10,6
Μέσος όρος	1,51
Τυπική Απόκλιση	0,54
Συντελεστής μεταβλητότητας Κατανομή	35,45 Τυχαία

Γενικά, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του πειράματος, οι πληθυσμοί των αφίδων παρουσιάζουν ένα μέγιστο περίπου στα μέσα Αυγούστου και συνεχίζουν να υπάρχουν έως και τα μέσα του Σεπτεμβρίου (τουλάχιστον για τα δεδομένα του πειράματος). Ένα επίσης σημαντικό στοιχείο των αποτελεσμάτων είναι ότι σε λίγες περιπτώσεις παρουσιάστηκαν φυτά που εμφάνισαν αποικίες για πάνω από δύο εβδομάδες. Αυτό πιθανότατα έχει να κάνει με τα ωφέλιμα έντομα και τη δράση τους. Δεδομένου ότι, οι πληθυσμοί της αφίδας παρέμειναν χαμηλοί για όλη την καλλιεργητική περίοδο, τα ωφέλιμα μπόρεσαν να ελέγξουν τους πληθυσμούς και σε πολλά σημεία του αγρού εξαφάνισαν τις αποικίες. Επίσης, σημαντικό ρόλο στη θνησιμότητα μπορεί να έπαιξαν οι αβιοτικοί παράγοντες όπως θερμοκρασία, υγρασία κλπ.

Όσον αφορά τα αρπακτικά τα οποία παίζουν ρόλο στην αντιμετώπιση και στον έλεγχο των πληθυσμών της *A. gossypii* αυτά μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο ελέγχουν τους πληθυσμούς. Στη πρώτη κατηγορία που «προτιμά» αποικίες αφίδας περιλαμβάνονται είδη των οικογενειών Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopiidae, Anthocoridae και Cecidomyiidae. Αυτά τα αρπακτικά είναι υπεύθυνα για τις προσβολές των αποικιών της αφίδας ιδιαίτερα εκεί όπου υπάρχουν και γειτονικά φυτά προσβεβλημένα. Αντίθετα, στις παρυφές του αγροτεμαχίου (πάνω και κάτω που υπάρχει αγροτικός δρόμος και κανάλι αποστραγγίσεως, αντίστοιχα) τα αρπακτικά τα οποία δραστηριοποιούνται είναι είδη των οικογενειών Carabidae και Staphylinidae και διάφορα Aranea τα οποία χαρακτηρίζονται από έντονη κινητικότητα και ζούν κυρίως στις παρυφές των αγρών. Έτσι, για προσβεβλημένα φυτά στις άκρες του αγροτεμαχίου στα οποία μετά από μια εβδομάδα δεν παρατηρούταν άτομα αφίδας πιθανό μεγάλο ρόλο να έπαιξαν τέτοιου είδους αρπακτικά.

2.5. Συζήτηση και συμπεράσματα

Όπως είναι πασιφανές από τα αποτελέσματα του πειράματος, το μέγεθος του πληθυσμού του δείγματος και γενικεύοντας, η πυκνότητα πληθυσμού δεν ήταν αρκετά ώστε να μπορούν να γενικευθούν τα αποτελέσματα σε άλλες περιοχές με παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά της περιοχής της Μέλισσας. Δυστυχώς, η συγκεκριμένη χρονιά δεν εμφάνισε υψηλούς πληθυσμούς στην περιοχή της Καρδίτσας γενικότερα. Σαφέστατα όμως αποτελεί μια καλή αφορμή για την περαιτέρω διερεύνηση της έρευνας τόσο σε βάθος χρόνου όσο και σε διαφορετικές περιοχές όπου παρουσιάζεται το πρόβλημα της αφίδας του βαμβακιού.

Με βάση λοιπόν αυτή την σημαντική παρατήρηση τα αποτελέσματα του πειράματος δείχνουν μια συσχέτιση μεταξύ των ατόμων που βρέθηκαν στις παγίδες και των ατόμων της δειγματοληψίας στον αγρό. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ των ιπταμένων μορφών της αφίδας (παγίδες) και των άπτερων μορφών (δειγματοληψίες) και συνεπώς σε περίπτωση συλλήψεων σε έναν αγρό έχουμε ενδείξεις προσβολής στο χωράφι.

Όσον αφορά στην προσβολή ατόμων της αφίδας του βαμβακιού από τα ανώτερα προς τα χαμηλότερα τμήματα του βαμβακιού και εδώ φάνηκε να υπάρχει μια συσχέτιση. Το θέμα όμως που θα μπορούσε να εξεταστεί λεπτομερέστερα πιθανόν σε μια παραπέρα διερεύνηση είναι αν πρόκειται πράγματι για μετακίνηση ή απλώς για τα ίδια άτομα τα οποία μεγαλώνοντας το φυτό του βαμβακιού «βρέθηκαν» χαμηλότερα.

Τέλος, η χωροταξική κατανομή των ατόμων της αφίδας δε φάνηκε να ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο αλλά είναι τυχαία. Παρόμοια πειράματα έδειξαν ότι χρησιμοποιώντας το νόμο του Taylor, την παράμετρο k της αρνητικής διωνυμικής κατανομής και το δείκτη διασποράς του Morisita (I_d) παρατηρήθηκε μια ισχυρή γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στη μέση πυκνότητα και τη διακύμανση του πληθυσμού (Karatos *et al.* 1994-1998). Στο παρόν πείραμα ο μικρός απόλυτος αριθμός των ατόμων της *A. gossypii* επιβάλλει την επανάληψη της εργασίας και την σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Ακόμη μια παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για παρόμοια πειράματα στο μέλλον είναι ο αριθμός των ωφελίμων εντόμων που πιθανόν να έπαιξαν ρόλο στο μικρό μέγεθος του πληθυσμού των αφίδων. Οι παρατηρήσεις που έγιναν στα πλαίσια του πειράματος δεν είχαν εστίαση στον αριθμό των ωφελίμων αλλά στα είδη που κυρίως απαντώνταν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρήθηκαν λοιπόν κυρίως άτομα Chrysopa και Coccinellidae αλλά δεν κατέστη εφικτό να μελετηθούν περισσότερο και να συσχετιστούν με τις διακυμάνσεις του πληθυσμού των αφίδων. Είναι γνωστό όμως ότι η θήρευση αυτών των εντόμων είναι αποτελεσματικότερη σε μεγάλους αριθμούς αφίδων που εδώ δεν παρατηρήθηκαν. Είναι ενδεχομένως θηρευτές των οικογενειών Carabidae και Staphylinidae και αράχνες τα οποία έπαιξαν ρόλο στη διατήρηση χαμηλού πληθυσμού αφίδας.

Το πείραμα, όπως προαναφέρθηκε είχε την ιδιαιτερότητα του μεγέθους του δείγματος που βρέθηκε. Η καλλιεργητική χρονιά κατά την οποία διεξήχθη το πείραμα παρουσίασε γενικά μικρά προβλήματα αφίδων στις βαμβακοκαλλιέργειες. Αυτό μπορεί να οφείλεται στις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και γενικά στο μικρό αριθμό ιπτάμενων πληθυσμών, οπότε αυτόματα και μικρή προσβολή του αγρού λόγω μικρού αφίδων από πηγές μόλυνσης. Σημαντικό ρόλο επίσης, έπαιξε και ο χειμώνας που προηγήθηκε και περιόρισε τους πληθυσμούς των αφίδων. Αυτό όμως ενδεχομένως, να σχετίζεται και με αυξημένη δράση βιοτικών παραγόντων.

Στην περιοχή της Μέλισσας δεν διεξήχθη κανένας ψεκασμός στην περιοχή που βρισκόταν ο πειραματικός αγρός (Γαλατάδες) την περίοδο 2002 – 2003. Αυτό είναι μια ένδειξη για το χαμηλό δυναμικό των πληθυσμών της *A. gossypii* στη συγκεκριμένη περιοχή αλλά και των άλλων αφίδων.

Γενικά θα μπορούσε να αναφέρει κανείς ότι επανάληψη παρομοίων πειραμάτων είναι απαραίτητη για την αποδοχή ή όχι των αποτελεσμάτων κυρίως λόγω του γεγονότος ότι ο πληθυσμός που παρατηρήθηκε ήταν μικρός. Εκτός αυτού όμως, η επανάληψη πειραμάτων αγρού ελαχιστοποιεί τις επιδράσεις άλλων παραμέτρων όπως το έδαφος το

κλίμα κλπ. Απαραίτητη κρίνεται η παρακολούθηση επί σειρά ετών και η καταγραφή βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων που παίζουν ρόλο στον πληθυσμό της αφίδας.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να αναφέρει κανείς πως το επίπεδο του πληθυσμού εξαρτάται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, που δεν μελετήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα. Γενικά φαίνεται ότι οι αβιοτικοί παράγοντες δεν ήταν ευνοϊκοί για τους πληθυσμούς της αφίδας και οι βιοτικοί μπόρεσαν να δράσουν πάνω σε σχετικά χαμηλούς πληθυσμούς οπότε είχαμε και τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω.

3. SUMMARY

During the year 2002, an experiment on the population dynamics of the cotton (melon) aphid (*Aphis gossypii* Glover) was conducted in cotton field of a region of Central Greece, in Melissa, Karditsa. Two different types of sampling were used: a) weekly sampling and b) insect traps in order to measure the level of the flying individuals. The important element was the low number of the aphids' population so the results must be considered very carefully. However, it was found that there was a random distribution and there was a population's movement from the upper level to the bottom level of the plant. Additionally, there was a significant correlation between flying populations and populations on the plants.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ables, J.R., Jones, S.L. & McCommas, D.W.J. 1978, "Response of selected predator species to different densities of *Aphis gossypii* and *Heliothis virescens*", *Environmental Entomology*, vol. 7, pp. 402-404.
- Agarwala, B.K. & Ghosh, A.K. 1988, "Key records of aphidophagus Coccinellidae in India. A review of bibliography", *Tropical Pest Management*, vol. 34, pp. 1-14.
- Akey, D.H. & Butler, G.D., Jr. 1989, "Developmental rates and fecundity of apterous *Aphis gossypii* in seedlings of *Gossypium hirsutum*.", *Southwestern Entomologist*, vol. 14, pp. 295-299.
- Asante, S.K., Danthanarayana, W. & Cairns, S.C. 1993, "Spatial and temporal distribution patterns of *Eriososma lanigerum* (Homoptera: Aphididae) on apple", *Environmental Entomology*, vol. 22, pp. 1022-1065.
- Ayal, Y. & Green, R.F. 1993, "Optimal egg distribution among host patches for parasitoids subject to attack by hyperparasitoids", *The American Naturalist*, vol. 141, pp. 120-138.
- Bagwell, R.D., Tugwell, N.P. & Wall, M.L. 1991, "Cotton aphid: insecticide efficacy and an assessment of its damage to the cotton plant", *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference*, pp. 693.
- Benedict, J.H., El-Zik, K.M., Oliver, L.R., Roberts, P.A. & Wilson, L.T. 1989, "Economic injury levels and thresholds for pests and cotton" in *Integrated Pest Management Systems and Cotton Production*, eds. R.E. Frisbie, K.M. El-Zik & L.T. Wilson, John Wiley & Sons, New York.
- Bottrell, D.G. & Adkisson, P.L. 1977, "Cotton insect pest management", *Annual Review of Entomology*, vol. 22, pp. 451-481.
- Brzezina, A.S., Spiller, N.J. & Llewellyn, M. 1986, "Mesophyll cell damage of wheat plants caused by probing of the aphid *Metopolophium dirbodum*", *Entomologia Experimentalis et Applicata*, vol. 42, pp. 195-200.
- Burris, E., Pavloff, A.M., Leonard, B.R., Graves, J.B. & Church, G. 1990, "Evaluation of two procedures for monitoring populations of early season insect pests (Thysanoptera: Thripidae and Homoptera: Aphididae) in cotton under selected management strategies.", *Journal of Economic Entomology*, vol. 83, pp. 1064-1068.
- Cauquil, J. & Follin, J.C. 1983, "Les maladies du cottonniers attribuees a des virus ou a des mycoplasmes en Afrique au sud du Sahara et dans la reste du Monde", *Cotton et Fibres Tropicales*, vol. 38, pp. 293-308.
- Costa, A.S. 1956, "Anthocyanosis, a virus disease of cotton in Brazil", *Phytopathologische Zeitschrift*, vol. 42, pp. 113-118.
- Cottier, W. 1953, *Aphids of New Zealand*, N.Z. Department of scientific and Industrial Research, Wellington.

- Denechere, M. 1981, "Note sur la distribution et l' évaluation des populations d' *Aphis gossypii* Glov. (Homoptere, Aphididae) sur cotonnier en république Centrafricaine", *Cotton et Fibres Tropicales*, vol. 36, no. 3, pp. 271-280.
- Dixon, A. F. G. 1990, "Population dynamics and abundance of deciduous tree-dwelling aphids" in *Population dynamics of Forest Insects*, eds. M. Hunter, N. Kidd, S.R. Leather & A. Watt, Intercept, Andover UK.
- Dixon, A.F.G. 1997, *Aphid Ecology*, 2nd edn, Chapman & Hall.
- Dixon, A.F.G. & Guo, Y.Q. 1993, "Egg and cluster size in ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae): The direct and indirect effects of aphid abundance", *European Journal of Entomology*, vol. 90, no. 4, pp. 457-463.
- Dixon, A.F.G., Kindlmann, P., Leps, J. & Holman, J. 1987, "Why are there so few species of aphids in the tropics?", *American Naturalist.*, vol. 129, pp. 580-592.
- Eastop, V.F. 1983, "The biology of the principal virus vectors" in *Plant Virus Epidemiology*, eds. R.T. Plumb & J.M. Thresh, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Eastop, V.F. 1958, *A study of the Aphididae (Homoptera) of East Africa.*, HMSO Colonial Office, London.
- Eastop, V.F. & Hille Ris Lambers, D. 1976, *Survey of the World's Aphids*, W. Junk, The Hague.
- Ekukole, G. 1990, "Effects of selected plants on the fecundity of *Aphis gossypii* Glover under laboratory conditions.", *Coton et Fibres Tropicales*, vol. 45, pp. 263-266.
- Elliot, J.M. 1977, *Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates*, 2nd edn, Freshwater Biological Association, Wilson, Cumbria & Dorset.
- Essig, E.D. 1947, "Aphids feeding on violaceous plants in California.", *Hilgardia*, vol. 17, pp. 597-617.
- Frisbie, R.E., El-Zik, K.M. & Wilson, L.T. 1989, *Integrated Pest Management Systems and Cotton Production*, John Wiley & Sons, New York.
- Furk, C., Powell, D.F. & Heyd, s. 1980, "Pirimicarb resistance in the melon and cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover", *Plant Pathology*, vol. 29, pp. 191-196.
- Hamilton, P.A. 1973, "The biology of *Aphelinus flavus* [Hymenoptera, aphelinidae], a parasite of the sycamore aphid *Drepanosiphum platanoides* [Hemiptera, aphididae].", *Entomophaga*, vol. 18, no. 4, pp. 449-462.
- Heathcote, G.D. 1972, "Evaluating Aphid Populations on plants." in *Aphid Technology*, ed. H.F. Van Emden, Academic Press, London.
- Hector, D.J. & Hodkinson, I.D. 1989, *Stickiness in Cotton*, CAB International, Wallingford, UK.

- Hemptinne, J.L., Dixon, A.F.G., Doucet, J.L. & Petersen, J.E. 1993, "Optimal foraging by hoverflies (Diptera: Syrphidae) and ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae): mechanisms", *European Journal of Entomology*, vol. 90, pp. 451-455.
- Higuchi, H. & Miyazaki, M. 1969, "A tentative catalogue of host plants of Aphidoidea in Japan", *Insecta Matsumurana*, vol. suppl.5, pp. 66.
- Hodek, I. 1973, *Biology of Coccinellidae*, Academic Sciences, Prague.
- Inaizumi, M. 1981, "Studies on the life cycle and polymorphism of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)", *Special Bulletin of the College Agriculture*, vol. 37, pp. 137.
- Isely, D. 1946, "The Cotton Aphid", *Arkansas Agricultural Experiment Station Bulletin*, vol. No. 462.
- Jervis, M.A. & Kidd, N.A.C. 1986, "Host - feeding strategies in hymenopteran parasitoids", *Biological Review*, vol. 61, pp. 395-434.
- Kan, E. 1988a, "Assessment of aphid colonies by hoverflies. I. Maple aphids and *Episyrphus balteatus* (de Geer) (Diptera: Syrphidae)", *Journal of Ethology*, vol. 6, pp. 39-48.
- Kan, E. 1988b, "Assessment of aphid colonies by hoverflies. II. Pea aphids and 3 syrphid species; *Betasyrphus serarius* (Weidemann) *Metasyrphus frequens* (Matsumura) and *Syrphus vitripennis* (Meigen) (Diptera: Syrphidae)", *Journal of Ethology*, vol. 6, pp. 135-142.
- Kan, E. 1989a, "Assessment of aphid colonies by hoverflies. III. Pea aphids and *Episyrphus balteatus* (de Geer) (Diptera: Syrphidae).", *Journal of Ethology*, vol. 7, pp. 1-6.
- Kan, E. 1989b, "Assessment of aphid colonies by hoverflies. III. Pea aphids and *Episyrphus balteatus* (de Geer) (Diptera: Syrphidae).", *Journal of Ethology*, vol. 7, pp. 1-6.
- Kan, E. & Sasakawa, M. 1986, "Assessment of the maple aphid colony by the hoverfly, *Episyrphus balteatus* (de Geer) (Diptera: Syrphidae)", *Journal of Ethology*, vol. 4, pp. 121-127.
- Kapatos, E.T., Stratopoulos, E.T., Sahinoglou, J.A., Tsitsipis, J.A. & Lycouressis, D.P. 1996, "Development of an optimum sampling plan for the population of *Aphis gossypii* (Hom., Aphididae) on cotton in Greece", *Journal of Applied Entomology*, vol. 120, pp. 245-248.
- Kapatos, E.T., Stratopoulou, E.T., Tsitsipis, J.A., Lycouressis, D.P. & Alexandri, M.P. 1994-1998, "The Spatial Pattern of *Aphis gossypii* on Cotton", *Entomologia Hellenica*, vol. 12, pp. 23-29.
- Karandinos, M.G. 1976, "Optimum sample size and comments on some published formulae", *Bulletin of Entomological Society of America*, vol. 22, pp. 417-421.

- Kerns, D.L. & Gaylor, M.J. 1992, "Insecticide resistance in field populations of the cotton aphid (Homoptera: Aphididae)", *Journal of Economic Entomology*, vol. 85, pp. 1-8.
- Khalifa, A. & Sharaf El-Din, M. 1964, "Biological and ecological study of *Aphis gossypii* Glover.", *Bulletin de la Societe Entomologique d' Egypte, Le Caire*, vol. 57, pp. 131-153.
- Kindlmann, P. & Dixon, A.F.G. 1993, "Optimal foraging in ladybird beetles and its consequences for their use in biological control", *European Journal of Entomology*, vol. 90, pp. 443-450.
- Komazaki, S. 1982, "Effects on constant temperatures on population growth of three aphid species, *Toxoptera citricidus* (Kirdaldy), *Aphis citricola* Van der Goot and *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on Citrus", *Applied Entomology and Zoology*, vol. 17, pp. 75-81.
- Leclant, F. & Deguine, J.P. 1994, "Aphids (Hemiptera: Aphididae)" in *Insect Pests of Cotton*, eds. G.A. Mathews & J.P. Tunstall, CAB International, Wallingford UK.
- Leonard, M.D., Walker, H.G. & Enari, L. 1971, "Host plants of *Aphis gossypii* at Los Angeles State and country arboretum, Arcadia, California (USA)", *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, vol. 74, pp. 9-16.
- Liu, Y.C. & Perng, J.J. 1987, "Populations growth and temperature - dependent effect of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover", *Chinese Journal of Entomology*, vol. 7, pp. 95-111.
- Mackauer, M. & Volkl, W. 1993, " Regulation of aphid populations by aphidiid wasps: does parasitoid foraging behavior or hyperparasitism limit impact?", *Oecologia*, vol. 94, pp. 339-350.
- Mordvilko, A. 1928, "The evolution of cycles and the origin of heteroecy (migrations) in plant - lice.", *Annals and Magazine of Natural History*, vol. 10, no. 2, pp. 570-582.
- Nassar, S.A. 1962, "Some studies on the biology of the cotton aphid *Aphis gossypii* Glover", *Alexandria Journal of Agricultural research*, vol. 10, pp. 3-22.
- Nour, M.A. 1960, "On leaf curl on cotton in the Phillipines" in *FAO Plant Protection Bulletin* 8.
- O'Brien, P.J., Leonard, B.R. & Graves, J.B. 1991, "Population dynamics of *Aphis gossypii* Glover", *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference*, pp. 686.
- Paddock, F.B. 1919, "The cotton or melon louse", *Texas Agricultural Experiment Station Bulletin*, vol. No. 257, pp. 54.
- Parker, R.D. & Huffman, R.L. 1991, "Effects of early season aphid infestations on cotton yield and quality under dry land conditions in the Texas Coastal Bend", *Proceedings of the Beltwide Cotton Production Research Conference*, pp. 702.

- Perry, J.N., Woiwod, I.P. & Hashki, I. 1993, "Using response-surface methodology to detect chaos in ecological time series", *Oikos*, vol. 68, pp. 329-339.
- Pollard, D.G. 1973, "Plant penetration by feeding aphid (Hemiptera, Aphidoidea): A review.", *Bulletin of Entomological Research*, vol. 62, pp. 631-714.
- Pollard, D.G. 1958, "Feeding of the cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover).", *Empire Cotton Growing Review*, vol. 32, pp. 244-253.
- Price, J.R., Slosor, J.E. & Puterka, G.J. 1983, "Cotton aphid control, Chillicothe, TX, 1981", *Insecticide and Acaricide Tests*, vol. 8, pp. 197-198.
- Robert, Y., Dedryver, C.A. & Pierre, J.S. 1988, "Sampling techniques" in *Aphids, their Biology, Natural Enemies And Control.*, eds. A.K. Minks & P. Harrewijn, Elsevier, Amsterdam.
- Roy, D.K. & Behura, B.K. 1983, "Notes on host - plants, feeding behaviour, infestation and at attendance of cotton aphids *Aphis gossypii* Glov.", *Journal of Bombay Natural History Society*, vol. 80, pp. 654-656.
- Royama, T. 1981, "Fundamental concepts and methodology for the analysis of animal population dynamics, with particular reference to univoltine species", *Ecological Monographs*, vol. 51, pp. 473-493.
- Royama, T. 1977, "Population persistence and density dependence", *Ecological Monographs*, vol. 47, pp. 1-35.
- Ruzicka, J. 1994, "Seasonal activity and habitat associations of Silphidae and Leiodidae: Cholevinae (Coleoptera) in central Bohemia", *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, vol. 58, pp. 67-78.
- Schmutterer, H. 1969, *Pests of Crops in Northeast and Central Africa with particular reference to the Sudan*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Southwood, T.R.E. 1978, *Ecological Methods with Particular Reference to the Study Of Insect Populations*, 2nd edn, Chapman & Hall, London.
- Steinkraus, D.C., Kring, T.J. & Tugwell, N.P. 1991, "*Neozygites fresenii* in *Aphis gossypii* on cotton", *Southwestern Entomologist*, vol. 16, pp. 118-122.
- Sterling, W.L., Wilson, L.T., Gutierrez, A.P., Rummel, D.R., Phillips, J.R., Stone, N.D. & Benedict, J.H. 1989, "Strategies and tactics for managing insects and mites." in *Integrated Pest Management Systems and Cotton Production*, eds. R.E. Frisbie, K.M. El-Zik & L.T. Wilson, John Wiley & Sons, New York.
- Strathdee, A.T., Howling, G.G. & Bale, J.S. 1995, "Cold hardiness of overwintering aphid eggs", *Journal of Insect Physiology*, vol. 41, pp. 653-657.
- Stroyan, H.L.G. 1984, "Aphids - Pterocommatinae and Aphidinae (Aphidini). Homoptera: Aphididae." in *Handbooks for the Identification of British Insects*, ed. M.G. Fitton, Royal Entomological Society, London.

- Takada, H. 1988, "Interclonal variation in the photoperiodic response for sexual morph production of Japanese *Aphis gossypii* Glover (Hom. Aphididae)", *Journal of Applied Entomology*, vol. 106, pp. 188-197.
- Tarr, S.A.J. 1964, "Virus diseases of cotton", *Miscellaneous Publication*, vol. 18, pp. 23.
- Taylor, L.R. 1984, "Assessing and interpreting the spatial distributions of insects populations", *Annual. Review of Entomology*, vol. 29, pp. 321-357.
- Taylor, L.R. 1970, "Aggregation and the transformation of counts of *Aphis fabae* Scop. on beans.", *Annual Applied Biology*, vol. 29, pp. 181-189.
- Thygesen, T. 1968, "The dispersal of apterus *Aphis gossypii* Glov. marked with 32P", *Acta Agriculturae Scandinavica*, vol. 18, pp. 196-198.
- Turchin, P. 1990, "Rarity of density dependence or population regulation with lags?", *Nature*, , no. 344, pp. 660-663.
- Turchin, P. & Taylor, A.D. 1992, "Complex dynamics in ecological time series", *Ecology*, vol. 73, pp. 289-305.
- Vaissayre, M. 1970, *Biologie du Puceron du Cottonier, Aphis gossypii Glover, en Conditions Naturelles*, ORSTOM, CIRAD-IRCT, Montpellier.
- Xia, X.Y. & Sterling, W.L. (1987), "Computer simulation of cotton aphid population dynamics", *Acta Phytomyologica Sinica* 14, 151-156 (κινέζικα)
- Zhang, G.X. & Zhong, T.S. 1990, "Experimental studies in aphid life cycle patterns and hybridization of the sibling species." in *Aphids plant Genotype interactions*, eds. R.K. Campbell & R.S. Eikenbary, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Ανώνυμος 2000, *Διαγνωστική Έκθεση και Στοιχεία Προδιαγραφών επιχειρησιακού Σχεδίου για το Βαμβάκι*, Πιλοτικό πρόγραμμα "Δίκτυο Πληροφόρησης και Υποστήριξης Αγροτικού Πληθυσμού Θεσσαλίας" σελίδες 56, Περιφέρεια Θεσσαλίας, Λάρισα.
- Γιαννοπολίτης, Κ Γ 2004, "Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα και ζωοτροφές στην Ευρωπαϊκή Ένωση", *Γεωργία - Κτηνοτροφία*, vol. 5, pp. 67-73.
- Τόλης, Ι 1986, *Βαμβάκι. Εχθροί, Ασθένειες, Ζιζάνια*.

Websites:

<http://ipm.ncsu.edu> [2003, 25/5] .

<http://www.ipm.ucdavis.edu> [2003, 25/5]

<http://www.insectimages.org> [2003, 25/5]