



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΑΚΑΡΕΑ
ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ
ΕΡΙΟΡΗΥΙΔΑΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
ΚΑΙ ΟΙ ΖΗΜΙΕΣ ΠΟΥ
ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον Επιβλέποντα μου, Δρ. Αλυσσανδράκη Ελευθέριο, για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγηση, διόρθωση και βαθμολόγηση της πτυχιακής μου εργασίας. Η βοήθεια που μου προσέφερε, για να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία ήταν ανεκτίμητη. Θέλω να τον ευχαριστήσω για την υπέροχη συνεργασία μας, την υπομονή του και φυσικά όσα με δίδαξε κατά την διάρκεια της φοίτησης μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω στην Επίκουρο Καθηγήτρια Δρ. Παπαδάκη Μαρία και την Εκπαιδευτικό Κα Βασιλάκη Μαρία για την εξέταση και βαθμολόγηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια μου, για την δυνατότητα που μου χάρισε να σπουδάσω, για την στήριξη καθ' όλη την διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων και την υποστήριξη που δείχνει στο πρόσωπο μου σε κάθε μου βήμα.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες

Περίληψη

1. Εισαγωγή

- 1.1. Γενικά για τα ακάρεα- οικονομική σημασία- ζημιές
- 1.2. Συστηματική ταξινόμηση, ξενιστές και ανά τον κόσμο κατανομή των Eriophyidae
- 1.3. Σκοπός της μελέτης

2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ *ERIOPHYIDAE*

- 2.1. Μορφολογικοί χαρακτήρες των Eriophyidae
- 2.2. Βιοοικολογία των Eriophyidae
- 2.3. Η διατροφική συμπεριφορά και η λειτουργία των στοματικών εξαρτημάτων των Eriophyidae

3. ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ

- 3.1.
- 3.2.

4. ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΛΟΥΜΕΝΕΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ-ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΑΠΟ ΤΑ *ERIOPHYIDAE*

- 4.1. Κηκίδες
 - 4.1.1. Κηκίδες φύλλων
 - 4.1.2. Κηκίδες οφθαλμών
 - 4.1.3. Κηκίδες βλαστών
 - 4.1.4. Κηκίδες καρπών
- 4.2. Άλλες παραμορφώσεις
- 4.3. Τοξικότητες και άλλες μη παραμορφωτικές επιδράσεις
- 4.4. Ο ρόλος της σιέλου των στοματικών μορίων στην πρόκληση των αλλοιώσεων στους ξενιστές
- 4.5. Η επίδραση της διατροφής σε κυτταρικό και υποκυτταρικό επίπεδο, εις βάρος των ξενιστών
- 4.6. Ποσοτική έκφραση των αλλοιώσεων συναρτήσει του χρόνου

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

5.1. Μορφολογικές αλλοιώσεις

5.2. Ανατομικές αλλοιώσεις

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Βιβλιογραφία

1. Εισαγωγή

1.1. Τα ακάρεα και η οικονομική τους σημασία

Τα αρθρόποδα αποτελούν μια από τις πιο σημαντικές κατηγορίες ζωικών οργανισμών που εμφανίζουν έντονο ενδιαφέρον για τη γεωργία. Ανάμεσα τους, η υποκλάση *Acari*, η οποία ανήκει στην κλάση *Arachnida*, κατέχει σημαντική θέση, δεδομένου ότι πολλά είδη ακάρεων είναι εχθροί των καλλιεργούμενων φυτών. Σε αυτή την υποκλάση, οι τάξεις *Prostigmata* και *Astigmata* περιλαμβάνουν πολλούς φυτοφάγους ζωικούς οργανισμούς, με την πρώτη να έχει ιδιαίτερη οικονομική σημασία.

Στα *Prostigmata* ανήκει η υπεροικογένεια *Eriophyoidea* που θεωρείται, μετά τους τετράνυχους (υπεροικογένεια *Tetranychidae*), ως η δεύτερη πιο επιζήμια, από οικονομικής πλευράς, ομάδα ακάρεων των καλλιεργειών παγκοσμίως. Περιλαμβάνει αποκλειστικώς φυτοπαρασιτικά ακάρεα με γεωγραφική εξάπλωση από την τροπική ζώνη μέχρι και πέραν του αρκτικού κύκλου. Σε πολλά κράτη μάλιστα, εξαιτίας της ικανότητας τους να αποικίζουν γρήγορα νέες περιοχές, αποτελούν απειλή για τη γεωργία και για αυτό τίθενται σε καραντίνα.

Μέχρι το 1996 είχαν αναφερθεί γύρω στα 230 γένη, και περί τα 2800 είδη τη στιγμή που, σύμφωνα με τους ερευνητές, ούτε το 5% συνολικού αριθμού των ειδών της συγκεκριμένης υπεροικογένειας δεν είχε καταγραφεί. Τα *Eriophyoidea* υπερτερούν έναντι όλων των άλλων ομάδων φυτοφάγων ακάρεων τόσο από μορφολογικής όσο και από βιολογικής προσαρμογής στην υποχρεωτική φυτοφαγία. Επιπλέον, πλεονεκτούν και ως προς το βαθμό εξειδίκευσης για τους ξενιστές τους, πολλές φορές ως μονοφάγα, καθιστάμενα έτσι αξιόλογοι βιολογικοί παράγοντες ελέγχου των ζιζανίων.

Ως προς το σχήμα και το μέγεθος, είναι σκωληκόμορφα, δακτυλιωτά, με δύο ζεύγη ποδών αντί για τέσσερα, πρακτικώς αόρατα δια γυμνού οφθαλμού και με μήκος που δεν ξεπερνά τα 200 - 300 μm.

Η υπεροικογένεια *Eriophyoidea*, που προσβάλλει μόνο το υπέργειο τμήμα των φυτών, απαρτίζεται από οικογένειες με ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον, όπως οι *Phytoptidae*, *Eriophyidae* και *Diptilomiopidae*. Η κυριότερη αυτών, η *Eriophyidae* περιλαμβάνει ήδη που προκαλούν σοβαρές μορφολογικές και

ανατομικές αλλοιώσεις στα φυτά ξενιστές. Με τον όρο μορφολογικές αλλοιώσεις γίνεται αναφορά στις εξωτερικές αλλοιώσεις που γίνονται αντιληπτές μακροσκοπικά από έναν παρατηρητή, ενώ οι ιστολογικές ή αλλιώς ανατομικές αλλοιώσεις σχετίζονται με τις εσωτερικές αλλοιώσεις του φυτικού οργανισμού που παρατηρούνται με τη βοήθεια μικροσκοπίου. Η εν λόγω οικογένεια διακρίνεται στις υποοικογένειες *Aberoptinae*, *Nothorodinae*, *Cecidophyinae*, *Eriophyinae* και *Phyllocoptinae*. Χαρακτηρίζεται δε, όπως και τα υπόλοιπα μέλη της υπεροικογένειας, από τη δυνατότητα πρόκλησης πλήθους ανωμαλιών στα φυτά-ξενιστές, όπως κηκίδες, ερινώσεις, μεταχρωματισμοί κατά θέσεις, κηλιδώσεις, "σκούπα της μάγισσας", δερματώσεις και παραμορφώσεις καρπών, ανάσχεση αύξησης της βλάστησης, καρούλιασμα φύλλων, καθώς και από άλλα πιο σύνθετα συμπτώματα. Σε έντονες προσβολές παρατηρείται και ξήρανση των φυτών. Πέραν αυτών, τα *Eriophyidae* θεωρούνται, ήδη από το 1927, υπεύθυνα για τη μετάδοση φυτοπαρασιτικών ιών. Επίσης, βρίσκεται υπό διερεύνηση και ο ρόλος των εγχέομενων στα φυτά ουσιών, όπως πεπτικά ένζυμα, ρυθμιστές αύξησης και τοξίνες, των οποίων η χημική σύσταση παραμένει άγνωστη. Αρκετά από τα προκαλούμενα συμπτώματα στα φυτά είναι εντυπωσιακά και προσελκύουν το ενδιαφέρον ειδικών και μη.

Η μελέτη των *Eriophyoidea* δεν αποτελεί πρόσφατο θέμα επιστημονικής μελέτης. Ήδη από το 1737, ο M. de Reaumur, στην πραγματεία του με τίτλο Ιστορία των Εντόμων, προσπάθησε να εξηγήσει την εμφάνιση κηκίδων και ερινώσεων σε φυτά, χωρίς όμως να τη συνδέσει με ακάρεα. Υπέθεσε πως η δημιουργία ερινώσεων ήταν αποτέλεσμα της δράσης αρθροπόδων. Επιπλέον, θεώρησε πως τα λευκά σκωληκόμορφα όντα που διαβιούσαν εντός των κηκίδων ήταν προνούμφες πολύ μικρών δίπτερων. Από το 1834 ξεκινά μια νέα περίοδος για τη Ζωολογία, όταν ο Fee παρατήρησε ότι οι ερινώσεις περιείχαν οργανισμούς που έμοιαζαν με σκώληκες και συνεπώς η παρουσία πολλών τριχών σε αυτές οφειλόταν σε ζωικά αίτια.

Τα μικρά αυτά ακάρεα δεν ήταν ευδιάκριτα για τους ερευνητές της εποχής εκείνης, με αποτέλεσμα η ονοματολογία να στηρίζεται στη μορφή των κηκίδων και των ερινώσεων σε συνδυασμό με το είδος του φυτού-ξενιστή. Ο Alfred Nalera ξεκίνησε το 1886 την έκδοση μελετών πάνω στο θέμα που, πέρα από την περιγραφή, οδήγησε και στην αποκάλυψη των σχέσεων μεταξύ κηκίδων,

ξενιστών και ειδών Eriophyoidea. Επίσης, ήταν εκείνος που διέκρινε τα δύο φύλα (άρρεν και θήλυ) και ξεκίνησε να περιγράφει τα είδη με βάση τη μορφή τους. Όσον αφορά στην εμφάνιση του ονόματος Eriophyidae, θα πρέπει να αναφερθεί πως πρώτος ο Nalera το πρότεινε το 1898, το οποίο έμελλε να χαρακτηρίζει τα ακάρεα της συγκεκριμένης ομάδας για μεγάλη χρονική περίοδο. Χωρίς υπερβολή, ο Nalera έθεσε νέες βάσεις στη μελέτη των Eriophyoidea, μέχρι το θάνατο του, το 1929.

Σημαντική ήταν και η συμβολή του Keifer στην συστηματική και τη βιολογία των ακάρεων αυτών από το 1938 έως το 1982, με ιδιαίτερο σταθμό την καθιέρωση του ονόματος Eriophyoidea για την υπεροικογένεια. Ετυμολογικά, το όνομα της υπεροικογένειας, όπως άλλωστε και της οικογένειας Eriophyidae, προκύπτει από τις ελληνικές λέξεις έριο (= μαλλί) και φύομαι, λόγω των χαρακτηριστικών υπερτροφικών τριχών που σχηματίζονται στις ερινώσεις και τις κηκίδες και είναι πυκνές, σαν μαλλί.

Σήμερα, οι αλλοιώσεις που προξενούνται στα φυτά από τα *Eriophyoidea* αποτελούν αντικείμενο έρευνας, όχι μόνο εντομολόγων-ακαρεολόγων, αλλά και φυσιολόγων φυτών. Πράγματι, δίνεται η δυνατότητα να αντληθούν περισσότερες πληροφορίες πάνω στους αμυντικούς μηχανισμούς των φυτών απέναντι στα ακάρεα και στις εμπλεκόμενες ουσίες που πιθανώς επηρεάζουν ορισμένες λειτουργίες του φυτικού οργανισμού. Από φυτοπροστατευτικής άποψης, οι γνώσεις που μπορεί να παραχθούν από τις μελέτες αυτές είναι δυνατό να συμβάλουν αποτελεσματικά στην καταπολέμηση τους.

1.2. Συστηματική ταξινόμηση, ξενιστές και ανά τον κόσμο κατανομή των Eriophyidae

Γύρω στο 85% του συνόλου των ειδών της υπεροικογένειας Eriophyoidea ανήκει στην οικογένεια Eriophyidae, που περιλαμβάνει τους σημαντικότερους, μεταξύ των Eriophyoidea εχθρούς των δικότυλων, οι οποίοι είναι φορείς πολλών παθογόνων και ιών. Επίσης, στην εν λόγω οικογένεια συγκαταλέγονται σχεδόν όλα τα είδη που δημιουργούν κηκίδες και ερινώσεις. Η συστηματική κατάταξη των Eriophyidae φαίνεται στον Πίνακα 1. Τα μισά από τα Eriophyidae διαβιούν ελεύθερα. Πολλά άλλα, κυρίως η πλειονότητα των περίπου 1000 ειδών των γενών *Eriophyes* και *Aceria*, προκαλούν εξειδικευμένες μορφές κηκίδων στα φύλλα, σε πράσινους βλαστούς,

ανθοφόρους και φυλλοφόρους οφθαλμούς, ή τέλος στους καρπούς των ξενιστών τους. Μολονότι ελάχιστα προσβάλλουν μονοκότυλα, κωνοφόρα, άλλα γυμνόσπερμα ή φτέρες, το μεγαλύτερο μέρος των φυτών που ζημιώνονται είναι δικότυλα.

Πίνακας 1. Συστηματική κατάταξη των Eriophyidae	
Βασίλειο	Animalia
Φύλο/Taxa	Arthropoda
Υποφυλο	Chelicerata
Κλάση	Arachnida
Υποκλάση	Acari
Superorder	Acariformes
Τάξη	Prostigmata
Υπόταξη	Eupodina
Υπεροικοκογένεια	Eriophyoidea
Οικογένεια	Eriophyidae

Στην υποοικογένεια Aberoptinae ανήκουν είδη που συναντώνται στην τροπική ζώνη. Η υποοικογένεια Nothorodinae εντοπίζεται κυρίως στην Ωκεανία και στις τροπικές περιοχές. Στην υποοικογένεια Cecidophyinae περιλαμβάνονται 19 γένη, 16 από τα οποία βρίσκονται σε δικότυλα. Οκτώ γένη απαντούν στην τροπική ζώνη, ενώ τα υπόλοιπα είτε διαβιούν σε βορειότερες περιοχές είτε στη Νότιο Αφρική. Σημαντικά είναι τα γένη *Cecidophyes*, που περιλαμβάνει είδη που ζημιώνουν δικότυλα φυτά 11 διαφορετικών οικογενειών και *Colomerus*. Η Eriophyinae, η πιο σημαντική υποοικογένεια της Eriophyidae, αποτελείται από 27 γένη, με πολλά είδη να βρίσκονται στους οφθαλμούς και να δημιουργούν στα φύλλα κηκίδες, ερινώσεις ή άλλου τύπου αλλοιώσεις στους ξενιστές τους, ενώ ελάχιστα είναι ελευθέρως διαβιούντα. Το γένος *Acalitus* εντοπίζεται και βλάπτει 20 οικογένειες δικότυλων φυτών (π.χ. το *A. phloeoscorptes* προκαλεί κηκίδες και καταστρέφει τους οφθαλμούς της αμυγδαλιάς και της δαμασκηλιάς). Το γένος *Aceria* περιλαμβάνει πάνω από 700 περιγεγραμμένα είδη, ενώ μαζί με το γένος *Eriophyes* περιέχουν περίπου το 1/3 των ειδών των Eriophyoidea. Τα είδη του γένους *Eriophyes* προξενούν ζημιές σε τουλάχιστον 50 οικογένειες δικότυλων φυτών, όπως μηλοειδή, πυρηνόκαρπα, εσπεριδοειδή κηπευτικά και άλλα.

Είδη με μεγάλη οικονομική σημασία για την Ελλάδα αποτελούν το *Eriophyes oleae* (Keifer), που είναι σοβαρός εχθρός της ελιάς (προσβολή

φύλλων, ανθέων, καρπών και βλαστικών κορυφών), και το *Aceria sheldoni*, γνωστό και ως "παραμορφωτικό άκαρι των εσπεριδοειδών". Το γένος *Eriophyes* ζημιώνει και αγρωστώδη φυτά (π.χ. το είδος *E. tulipae* Keifer). Θα πρέπει ακόμα να σημειωθεί πως ορισμένα είδη *Eriophyes* μεταδίδουν και ιούς. Τέλος στην υποοικογένεια *Phyllocoptinae* συμπεριλαμβάνονται αποκλειστικά ελευθέρως διαβιούντα είδη με κύριους ξενιστές δικότυλα. Το γένος *Phyllocoptes* είναι διαδεδομένο σε όλο τον κόσμο με εκπροσώπους σε δικότυλα, μονοκότυλα, κωνοφόρα και περιδόφυτα. Σε αυτήν αναφέρονται επίσης και τα είδη *Aculops pelekassi* (Keifer) (δερμάτωση και κηλίδωση των καρπών εσπεριδοειδών), *Aculus schlechtendali* (εχθρός της μηλιάς), *Oxycenus maxwelli* (Keifer) (στην άνω επιφάνεια των φύλλων της ελιάς) και *Calerptrimerus vitis* (Nalera) (στην άμπελο).

Τα ακάρεα της υπεροικογένειας *Eriophyoidea* είναι πολύ εξειδικευμένα παράσιτα (πολλά από αυτά είναι μονοφάγα) ως προς τους ξενιστές τους. Για αυτό το λόγο, αποτελούν πολλά υποσχόμενους παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης διαφόρων ζιζανίων, δεδομένου ότι δεν υπάρχει κίνδυνος να βλάψουν τα καλλιεργούμενα φυτά. Αναφέρονται ενδεικτικά οι περιπτώσεις των *Eriophyes malherbae* κατά της περικοκλάδας (*Convolvulus arvensis*), ενός δυσεξόντωτου ζιζανίου, και του *Eriophyes chondrillae* κατά της χονδρίλλας (*Chondrilla juncea*), ζιζανίου που δημιουργεί προβλήματα στις Η.Π.Α..

1.3. Σκοπός της μελέτης

Η παρούσα μελέτη χωρίζεται σε έξι μέρη. Στο 1^ο μέρος δίνονται γενικές πληροφορίες για τα ακάρεα και τη συστηματική τους, ενώ περιγράφεται ο σκοπός της μελέτης. Στο 2^ο μέρος γίνεται γενική αναφορά στη μορφολογία, τη βιοοικολογία *Eriophyidae*, ενώ στο 3^ο γίνεται και αναφορά στα σημαντικότερα είδη και ξενιστές. Στο 4^ο μέρος παρατίθενται αναλυτικά οι αλλοιώσεις που προκαλούνται στα φυτά-ξενιστές από τα *Eriophyidae*. Επίσης παρέχονται γενικές πληροφορίες σχετικά με την δομή των φύλλων, την άμυνα των φυτών και τις συνδεόμενες με αυτήν ουσίες. Το 5^ο μέρος αναφέρεται σε μια μελέτη που έγινε στη χώρα μας και, τέλος, στο 6^ο μέρος γίνεται συζήτηση για όλα τα θέματα της πτυχιακής μελέτης.

2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ERIOPHYIDAE

2.1. Μορφολογικοί χαρακτήρες των eriophyidae

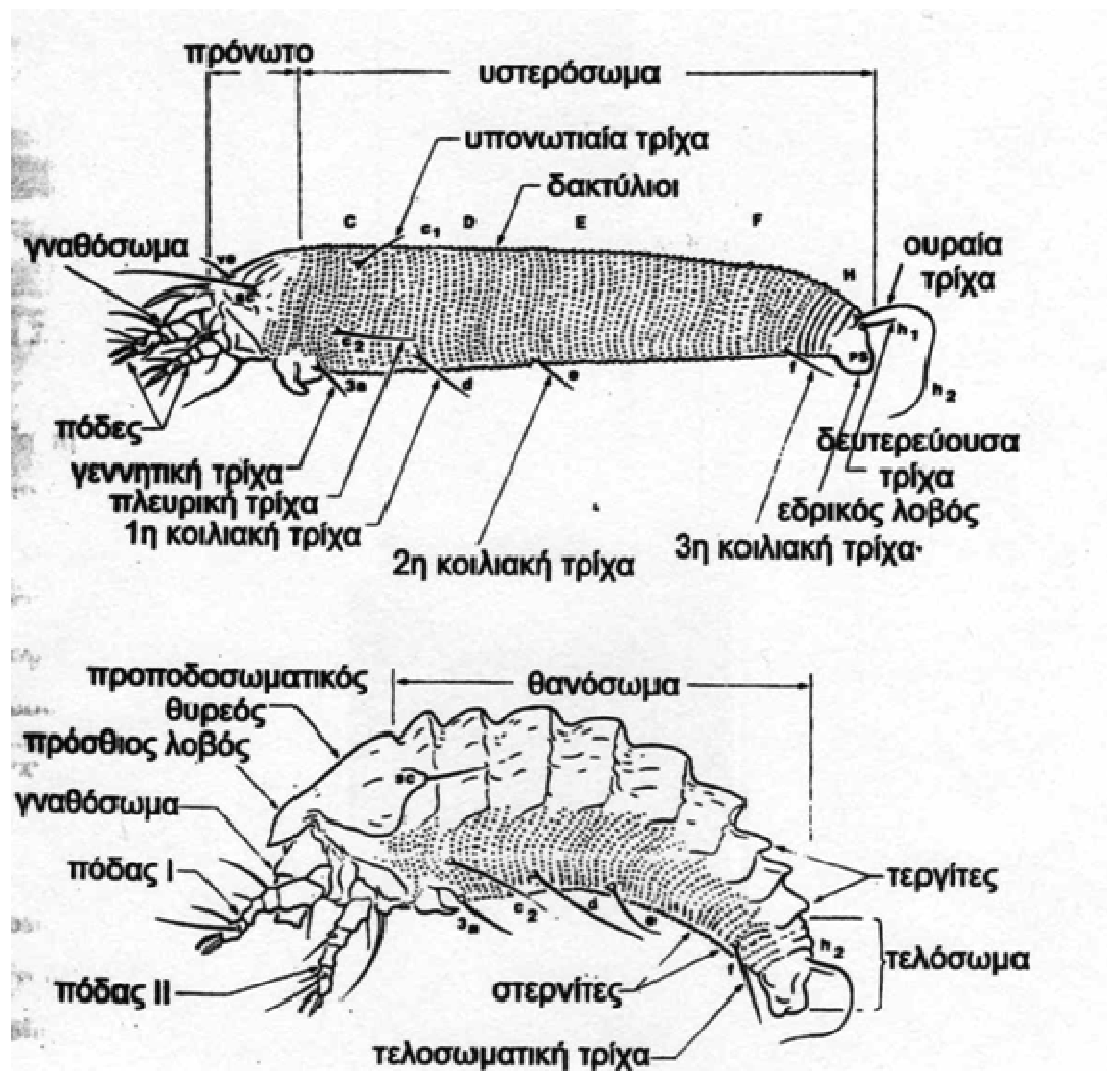
Τα Eriophyidae είναι πολύ μικρού μεγέθους ακάρεα, όπου το μέσο μήκος του σώματος των ακμαίων είναι γύρω στα 200 μm, ενώ μπορεί να κυμανθεί από 80 έως 500 μm. Το ιδίωσυμα των προνυμφικών και των μεταγενέστερων ατελών σταδίων, όπως και του ακμαίου, είναι σκωληκόμορφο, με επιμηκυσμένο και εγκαρσίως δακτυλιωτό υστερόσωμα και τέσσερις μόνο πρόσθιους πόδες. Το γεννητικό άνοιγμα στα ενήλικα και των δύο φύλων τοποθετείται πολύ κοντά πίσω από τις βάσεις των ποδών. Τα ακάρεα αυτά είναι άχρωα ή ελαφρώς ωχροκίτρινα και στερούνται αναπνευστικού συστήματος (πραγματοποιείται δερμική αναπνοή). Τα ωά τους είναι σφαιρικά ή ελλειπτικά, ημιδιαφανή, μεγέθους 20 - 60 μm. Το σύστημα περιγραφής της μορφής των Eriophyidae είναι εκείνο του Grandjean (Εικόνα 1).

Το γναθόσωμα (Εικόνα 2) περιλαμβάνει δύο κοντόχοντρες ποδοπροσακτρίδες και το στοματικό άνοιγμα, το οποίο περιβάλλεται από το χηλικεροφόρο κολεό ή στοματικό κώνο (cheliceral sheath), που έχει τη μορφή U σε εγκάρσια τομή και βρίσκεται νωτιαίως του υποκεφαλικού ή υποστόματος (rostrum or infracapitulum or hypostome). Ο χηλικεροφόρος κολεός περικλείει επτά στυλετόμορφες κατασκευές που εμφανίζονται ως ακολούθως: α) ένα ζεύγος χηλικεράτων, καθένα από τα οποία διχοτομείται σε δύο στυλέτα, β) ένα στοματικό στυλέτο ή άνω χείλος (labrum) και γ) ένα ζεύγος βοηθητικών στυλέτων (auxiliary stylets), που καλούνται εσωτερικά υποκεφαλικά στυλέτα.

Ο τύπος του γναθοσώματος στα *Eriophyidae* είναι πρόγναθος με βραχύ στοματικό στυλέτο, ενώ το ρύγχος τους δεν στρέφεται απότομα προς τα κάτω. Τα χηλικέρατα σχηματίζουν δακτυλίους με αισθητήρια όργανα, ενώ η κίνηση τους πραγματοποιείται με ισχυρούς μυς που συνδέονται με τα αποδέματα των δύο ποδοπροσακτρίδων, καθεμιά από τις οποίες έχει τέσσερα άρθρα.

Το προποδόσωμα αποτελείται από τον προποδοσωμικό ή νωτιαίο θυρεό ή πρόνωτο (prodorsum), που φέρει μια μεσοπρόσθια επέκταση που αποκαλείται πρόσθιος λοβός, ο οποίος βρίσκεται πάνω από τη βάση των χηλικεράτων. Ο διάκοσμος του θυρεού χρησιμοποιείται στον προσδιορισμό των γενών και των ειδών, με βάση τις χαρακτηριστικές γραμμές και τρίχες που

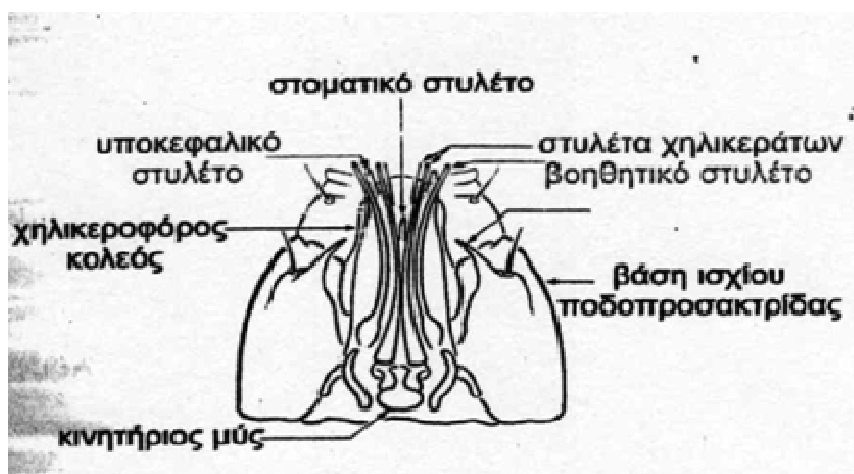
φέρει. Αν και τα *Eriophyoidea* δεν έχουν οφθαλμούς, ορισμένα *Eriophyoidea* χαρακτηρίζονται από την παρουσία σφαιροειδών προεξοχών πλευρικά του θυρεού που λειτουργούν ως δέκτες φωτός (π.χ. το είδος *Acalitus anthonii* Keifer). Τα *Eriophyoidea* φέρουν στο προποδόσωμα δύο ζεύγη ποδών σε όλα τα στάδια της ζωής τους και στα δύο φύλα. Οι πόδες τους έχουν πέντε άρθρα, τον τροχαντήρα, το μηρό, την επιγονατίδα, την κνήμη και τον ταρσό.



Εικόνα 1. Παρουσίαση, σε πλάγια όψη, δυο *Eriophyoidea*, του *Phytoptus leucothonius* (άνω), και του *Anthocoptes helianthella* (κάτω).

Το υστερόσωμα προσδίδει στα *Eriophyoidea* τη γνωστή σπειροειδή όψη, λόγω της παρουσίας εγκαρσίων δακτυλίων του επιδερμιδίου (το νωτιαίο τόξο καλείται τεργίτης και το κοιλιακό στερνίτης). Στα σκωληκόμορφα επιμήκη ακάρεα οι δακτύλιοι αυτοί είναι πολυάριθμοι και στενοί. Αντιθέτως, τα

ατρακτοειδή ακάρεα είναι κεκαμμένα, χωρίς επιμήκη εμφάνιση, με τεργίτες πεπλατυσμένους και στερνίτες λεπτούς και εύκαμπτους. Στην άκρη του υστεροσώματος βρίσκεται η έδρα του ακάρεως. Στο υστερόσωμα υπάρχουν βασικές τρίχες, δηλαδή τρίχες ο αριθμός των οποίων παραμένει σταθερός σε όλα τα στάδια. Στα *Eriophyoidea*, το τμήμα του υστεροσώματος που ορίζεται από το οπίσθιο ζεύγος πλαγιοκοιλιακών τριχών μέχρι τέλους ονομάζεται τελοσωμα, ενώ η μεγάλη πρόσθια περιοχή λέγεται θανόσωμα (Εικόνα 1). Η γενετική περιοχή των ακμαίων και των δύο φύλων βρίσκεται στο πρόσθιο άκρο της υστεροσωματικής κοιλίας και μάλιστα κοντά στην ισχιοστερνική περιοχή και φέρει ένα ζεύγος ιριχών. Η γεννητική πλάκα είναι χρήσιμη στη διάκριση των ειδών.



Εικόνα 2. Νωτιαία άποψη γναθοσώματος

2.2. Βιοοικολογία των *Eriophyidae*

Ο βιολογικός κύκλος των *Eriophyidae*, όπως όλων των *Eriophyoidea*, περιλαμβάνει τα στάδια του ωού, της προνύμφης, της νύμφης και του ακμαίου. Υπάρχουν βεβαίως και δύο ακίνητες μορφές, της νυμφοχρυσαλίδας και της ακμαιοχρυσαλίδας (ψευδοπλαγγόνας), που παρεμβάλλονται μεταξύ της προνύμφης και της νύμφης καθώς και μεταξύ της νύμφης και του ακμαίου αντίστοιχα. Πέραν όμως της παρουσίας μιας μορφής θήλεως, πολλές φορές απαντούν δύο τύποι, το πρωτόγυνο και το δευτερόγυνο, με αποτέλεσμα ο βιολογικός κύκλος να καθίσταται πιο σύνθετος. Σε αυτή την περίπτωση, τα πρωτόγυνα θήλεα τρέφονται επί του φυλλώματος ή άλλων εύχυμων και

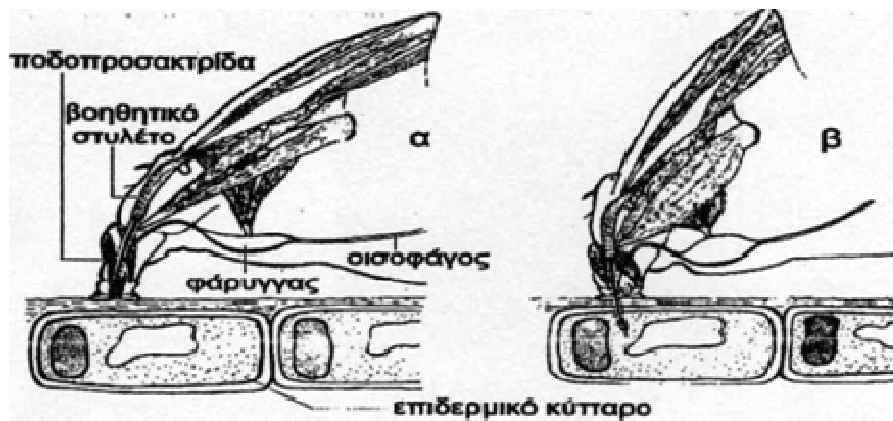
ζωηρών φυτικών ιστών των ξενιστών τους, όπου αναπαράγονται κανονικά και εναποθέτουν τα ωά τους εντός της καλλιεργητικής περιόδου. Τα δευτερόγυνα εμφανίζονται στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (τέλη καλοκαιριού) και συγκεντρώνονται σε ξηρά φυτικά υπολείμματα (οφθαλμοί), στα οποία διαχειμάζουν, αφού προηγουμένως έχουν γονιμοποιηθεί. Την επόμενη άνοιξη, τα δευτερόγυνα μεταναστεύουν από τις θέσεις διαχείμασης και εγκαθίστανται στη νέα τρυφερή βλάστηση, επί της οποίας τρέφονται και ωοτοκούν, οπότε παράγονται άρρενα και πρωτόγυνα θήλεα. Σε σχέση με τα πρωτόγυνα, τα δευτερόγυνα έχουν μικρότερο αριθμό μικροφυματίων. στενότερους τεργίτες, ενώ ο νωτιαίος θυρεός δεν παρουσιάζει πλούσιο διάκοσμο. Ο σκοπός ύπαρξης των δευτερόγυνων είναι ότι παρέχουν στα ακάρεα τη δυνατότητα επιβίωσης σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η διαμόρφωση του σώματος τους είναι τέτοια ώστε να προσδίδει σε αυτά προστασία από την απώλεια σωματικών υγρών, όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες κατά το θέρος ή χαμηλές το φθινόπωρο και το χειμώνα. Η πρώτη αναφορά για την παρουσία αυτού του τύπου θήλεος στη φύση έγινε το 1939 από τον Putman για το *Aculus fockeui*, αλλά χάρη στον Keifer δόθηκε εξήγηση στο φαινόμενο κατά την μελέτη του *Tegonotus aesculifoliae*. Τα Eriophyidae με απλό βιολογικό κύκλο (ένας τύπος θήλεος) αναπαράγονται όλο το έτος (π.χ. τα *Eriophyes pyri* (Pagenstecher), *Aceria sheldoni* (Ewing) και *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)). Παραδείγματα ακάρεων με σύνθετο βιολογικό κύκλο αποτελούν τα *Tegonotus aesculifoliae*, *Epitrimerus pyri* (Nalepa), *Vasates quadripedes* Shimer και *Aculus schlechtendali* (Nalepa).

Ορισμένα Eriophyidae, όπως το *Colomerus vitis* (Pagenstecher) και το *Eriophyes pyri*, εμφανίζουν βιολογικές φυλές (strains), οι οποίες είναι μορφολογικά πανομοιότυπες, απλώς διακρίνονται μεταξύ τους από το διαφορετικό βιολογικό κύκλο και τα συμπτώματα που προκαλούν στους ξενιστές τους. Το πρώτο παρουσιάζει τρεις βιολογικές φυλές. Η πιο γνωστή και διαδεδομένη είναι η φυλή της ερίνωσης, που προκαλεί το σχηματισμό ερινώσεων στα φύλλα της αμπέλου, καθώς και η φυλή των οφθαλμών, η οποία ζει και προσβάλλει τους οφθαλμούς. Η σπανιότερα ευρισκόμενη στην άμπελο είναι η φυλή που είναι υπεύθυνη για τη συστροφή των φύλλων και την εμφάνιση κηκίδων. Το *Eriophyes pyri* έχει δύο βιολογικές φυλές, τη φυλή των κηκίδων και τη φυλή των οφθαλμών. Και στις δύο περιπτώσεις τα ακάρεα

όλων των φυλών εντοπίζονται στους οφθαλμούς κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ μόνο η φυλή των οφθαλμών ζημιώνει αυτούς όλο το έτος, Η φυλή της ερίνωσης και η φυλή των κηκίδων διαχειμάζουν αποκλειστικά εκεί και μετακινούνται την επόμενη άνοιξη προς τη νέα βλάστηση, την οποία προσβάλλουν.

2.3. Τροφική συμπεριφορά και η λειτουργία των στοματικών εξαρτημάτων των Eriophyidae

Τα γεγονότα που διαδέχονται το ένα το άλλο και οδηγούν στην προσβολή των φυτικών ιστών από τα Eriophyidae αποτελούν βάση για την κατανόηση των προκαλούμενων αλλοιώσεων στα φυτά. Το άκαρι, ανεξάρτητα αν είναι ελευθέρως διαβιούν ή ζει μέσα σε κηκίδες, κινείται τυχαία πάνω στη φυτική επιφάνεια με σκοπό να βρει το κατάλληλο μέρος για τη διατροφή του. Μετά από λίγα δευτερόλεπτα εξέτασης, λαμβάνει την κατάλληλη στάση για την έναρξη της διατροφής του. Πιο συγκεκριμένα, αγκιστρώνει το στοματικό του κώνο στην επιφάνεια του ξενιστή, τη στιγμή που τα άρθρα των ποδοπροσακτριδίων εκτελούν καμπυλοειδείς και τηλεσκοπικές κινήσεις οι οποίες επιτρέπουν στα στυλέτα να εισχωρούν σε μικρό βάθος. Μέσα σε ελάχιστα δευτερόλεπτα, τα στυλέτα εισέρχονται με πίεση στο επιδερμικό κύτταρο (Εικόνα 3). Λαμβάνοντας υπ' όψιν το μικρό χρονικό διάστημα της εξερεύνησης και της εισχώρησης στο κύτταρο, είναι απίθανο η εναποτιθέμενη σίελος επί της επιφάνειας του φυτού να συντείνει σε ενζυμική διάλυση του κυτταρικού τοιχώματος πριν την είσοδο των στυλέτων, όπως προτάθηκε στο παρελθόν. Σε αντίθεση με την οικογένεια Diptilomioridae, όπου το μήκος των στυλέτων κυμαίνεται από 50 έως 70 μm , δεν έχει επιβεβαιωθεί ότι τα στυλέτα των ακάρεων Eriophyidae εισάγονται σε βάθος γύρω στα 15-36 μm . Το βάθος στην πραγματικότητα είναι μόλις 2 μm , οπότε ο τραυματισμός είναι επιπόλαιος και επηρεάζει μόνο το κυτταρικό τοίχωμα του επιδερμικού κυττάρου του ξενιστή.



Εικόνα 3. Εξήγηση της λειτουργίας των στοματικών μορίων κατά τη μύζηση των φυτικών χυμών, (α) Εφαρμογή των στοματικών εξαρτημάτων στη φυτική επιφάνεια, (β) Με τη συνδρομή μυών, οι ποδοπροσακτρίδες γίνονται τηλεσκοπικές και πιέζουν τα βοηθητικά στυλέτα μέσα στο φυτικό κύτταρο.

3. ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ

3.1. Αμπέλι

Eriophyes (Colomerus) vitis (Pag.)

Είδος διαδεδομένο σε όλες τις αμπελοουργικές περιοχές του κόσμου. Η άμπελος είναι και ο μοναδικός ξενιστής του. Το άκαρι αυτό εμφανίζει 3 βιολογικές φυλές οι οποίες δεν αναγνωρίζονται μορφολογικά, αλλά μόνο από την διαφορετική βιολογία και ζημιά που προκαλούν. Η πλέον γνωστή και διαδεδομένη φυλή είναι αυτή της ερίνωσης των φύλλων, μία άλλη είναι η των οφθαλμών, η οποία ζει και προσβάλλει του οφθαλμούς και μία τρίτη σπανιότερη είναι εκείνη που προκαλεί συστροφή των φύλλων και κηκίδες.

Βιολογία. Τόσο στην φυλή της ερίνωσης όσο και των οφθαλμών τα ακάρεα ευρίσκονται τον χειμώνα μεταξύ των λεπίων των οφθαλμών. Στην δεύτερη όμως περίπτωση τα ακάρεα ευρίσκονται βαθύτερα στον οφθαλμό, τρέφονται από αυτόν με αποτέλεσμα την μερική ή ολική καταστροφή των. Την άνοιξη τα ακάρεα αυτά εξακολουθούν να ευρίσκονται σε προστατευμένες θέσεις και μόνο για λίγο διάστημα είναι εκτεθειμένα έως ότου δηλαδή σχηματισθούν οι νέοι οφθαλμοί στους οποίους και μετακινούνται για να προσβάλλουν. Αντίθετα τα ακάρεα της φυλής της ερίνωσης δεν καταστρέφουν ή ζημιώνουν τους οφθαλμούς αλλά μόλις αυτοί αρχίζουν να εκπτύσσονται προσβάλλουν τα πολύ νεαρά ακόμη φύλλα δημιουργώντας περιοχές με υπερτροφικές τρίχες και παραμορφώσεις με τη μορφή φλυκταινών, σύμπτωμα

γνωστό ως ερίνωση (Εικόνα 4). Ο βιολογικός κύκλος (από το ωό έως το ακμαίο) διαρκεί 10-14 ημέρες.

Συμπτώματα - Ζημίες. Όπως έχει αναφερθεί αυτά εξαρτώνται από την φυλή. Η φυλή των οφθαλμών προφανώς είναι και η πιο επιζήμια. Αν δεν προκαλέσει τύφλωση του οφθαλμού η βλάστηση που θα προκύψει θα είναι καθηλωμένη και παραμορφωμένη. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται βραχυγονάτωση, λέπτυνση κληματίδων, μικροφυλλία και γενικά παραμόρφωση των φύλλων, τεθλασμένη ανάπτυξη βλαστού (Zig-Zag) και δραστική μείωση παραγωγής. Η ζημιά είναι μεγαλύτερη στους παρά την βάση της κληματίδας οφθαλμούς και εξαρτάται από το βάθος που εισδύουν τα ακάρεα στα μεριστωματικά όργανα αυτού και τούτο εξαρτάται από τον αριθμό των ακάρεων σε κάθε οφθαλμό. Τα συμπτώματα που αναφέρθηκαν μπορεί να προκαλούνται και από άλλες αιτίες όπως π.χ. τροφοπενία Βαρίου, άκαιρος χρόνος κλάδευσης, προσβολή από ιούς, σηψίρριζες, νηματώδεις, φυλλοξήρα κ.ά. Χρειάζεται για τον λόγο αυτό να γίνεται πάντα δειγματοληψία προς εύρεση των ακάρεων μέσα στους οφθαλμούς. Η ζημιά που προκαλείται από την φυλή της ερίνωσης είναι πιο συνηθισμένη, αλλά λιγότερο σοβαρή από προηγουμένως. Επιπλέον αναγνωρίζεται εύκολα ιδίως κατά το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου όπου οι υπερτροφικές τρίχες των ερινώσεων, ενώ ήταν λευκές αρχικά, γίνονται καφετιές ως αποτέλεσμα οξειδώσεως των τανινών που περιέχουν. Έχει παρατηρηθεί ότι η προσβολή από τον περονόσπορο της αμπέλου ευκολύνεται με την παρουσία των ερινώσεων.

Καταπολέμηση. Οι συνηθισμένες επεμβάσεις με θείο που γίνονται κυρίως για ορισμένες μυκητολογικές ασθένειες στο αμπέλι, ελέγχουν και το άκαρι αυτό. Αν όμως προκύψει ιδιαίτερο πρόβλημα μπορεί να χρειασθεί ψεκασμός με ακαρεοκτόνο. Η καταπολέμηση της φυλής των οφθαλμών είναι ιδιαίτερα προβληματική διότι όπως αναφέρθηκε μόνο για ένα μικρό διάστημα τα ακάρεα είναι εκτεθειμένα. Συνιστάται ένας ψεκασμός ένα μήνα περίπου μετά την έκπτυξη των οφθαλμών (μήκος βλαστού περίπου 15-25 cm) και ένας δεύτερος 14 ημέρες αργότερα.



Εικόνα 4. Φλύκταινες σε φύλλο αμπέλου λόγω προσβολής από το *Eriophyes vitis*.

3.2. Εσπεριδοειδή

Aculops pelekassi (Keifer)

Είδος αρκετά διαδεδομένο στις εσπεριδοπαραγωγικές χώρες του κόσμου.

Βιολογία. Υπάρχει στα δένδρα και αναπαράγεται καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί μόνο λίγες ημέρες ιδίως στην θερμή περίοδο του έτους, αναπτύσσονται έτσι πολλές γενεές. Ευνοείται από θερμές και υγρές συνθήκες. Αντίθετα με το *Phyllocoptruta oleivora* προτιμά την νεαρή βλάστηση και τα ακραία μεριστώματα, αντιδρά έντονα στο φως, ωστοκεί δε σε όλη την επιφάνεια των φύλλων ή/και καρπών και όχι μόνο κατά μήκος του κεντρικού νεύρου.

Συμπτώματα - Ζημιές. Η διατροφή των ακάρεων επί των επιδερμικών κυττάρων του φλοιού του καρπού έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κηλιδώσεως ή οποία στα μεν πορτοκάλια, μανταρίνια και ορισμένες ποικιλίες λεμονιών εμφανίζεται ερυθρόχρωμη έως σκωριόχρωμη, στα δε Γκρέιπφρουτ και ορισμένες ποικιλίες λεμονιών ως αργυρόχρωμη. Στην τελευταία κυρίως περίπτωση ο φλοιός παρουσιάζεται τραχύς και φολιδωτός, Η προσβολή συχνά λαμβάνει χώρα όταν οι καρποί είναι ακόμη πολύ μικροί οπότε και το μέγεθος των επηρεάζεται αρνητικά, εμφανίζονται δε αυτοί παράλληλα σκληροί με παχύτερο φλοιό, καθώς και με μειωμένη περιεκτικότητα χυμού και αντοχής στην μακροχρόνια αποθήκευση. Οι καρποί αυτοί επίσης αφυδατώνονται εύκολα και παρουσιάζουν ρωγμές. Η διατροφή των ακάρεων στην

νεαρή βλάστηση (και στα μεριστώματα) έχει ως αποτέλεσμα την καθήλωση και παραμόρφωση αυτής, τον μεταχρωματισμό (σκοτεινές κηλίδες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων) και χλωρώσεις των φύλλων ακόμη και την πρόωρη πτώση αυτών .

Καταπολέμηση. Επειδή οι καρποί μπορεί να προσβληθούν ακόμη και όταν έχουν μέγεθος μπιζελιού αλλά η ζημιά φαίνεται αρκετά αργότερα θα πρέπει η πρώτη επέμβαση να γίνει αρκετά νωρίς οπότε και ο πληθυσμός των ακάρεων είναι τότε (τέλος χειμώνα αρχές ανοίξεως) μικρός. Έχει παρατηρηθεί ότι εκτός από τα ακαρεοκτόνα και η χρησιμοποίηση των προστατευτικών μυκητοκτόνων καταπολεμούν το άκαρι αυτό.



Εικόνα 5. *Aculops relekassi*: ακάρεα σε φύλλα (αριστερά) και καρπούς (μέση) και σύμπτωμα σε καρπούς (δεξιά).

Eriophyes (Aceria) sheldoni Ewig

Είδος διαδεδομένο σε όλες τις εσπεριδοπαραγωγικές περιοχές του κόσμου όπου η θερμοκρασία και ιδίως η υγρασία επιτρέπουν την ανάπτυξη του. Ιδιαίτερα επιζήμιο εμφανίζεται στα λεμόνια. Κοινώς γνωστό ως το "παραμορφωτικό άκαρι των εσπεριδοειδών".

Βιολογία. Ευρίσκεται πάντα σε προστατευμένες θέσεις, όπως μεταξύ των λεπίων ή εντός του οφθαλμού, στις μασχάλες των φύλλων, στα άνθη και στον κάλυκα των καρπών. Όλα τα στάδια μπορεί να ευρεθούν καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Κάθε θηλυκό γεννά περί τα 50 άσπρα, μαργαριτώδη ωά τα οποία εκκολάπτονται σε 2-6 ημέρες ανάλογα με την θερμοκρασία. Ο βιολογικός κύκλος (ωό έως ακμαίο) διαρκεί

12-15 ημέρες το καλοκαίρι και 20-30 ημέρες τον χειμώνα. Δεν ευνοείται από πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, χαμηλή σχετική υγρασία και τον άμεσο φωτισμό. Υψηλοί πληθυσμοί αναπτύσσονται όταν πέρα από τις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες υπάρχει και νέα βλάστηση. Πολύ υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με ξηρούς ανέμους δεν ευνοούν την νέα βλάστηση και έτσι μειώνεται και ο πληθυσμός του ακάρεος αυτού. Μεταδίδεται με τον αέρα και στο ίδιο δένδρο κινείται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια του έτους προς τη νέα βλάστηση.

Συμπτώματα-Ζημίες. Το άκαρι αυτό επειδή τρέφεται κυρίως από τους οφθαλμούς, είναι φυσικό να ζημιώνει την βλάστηση που θα προκύψει από αυτούς. Έχει ευρεθεί ότι ακόμη και 1-3 ακάρεα ανά οφθαλμό τον ζημιώνουν. Τα λέπια των οφθαλμών μαυρίζουν και τελικά όλος ο οφθαλμός καταστρέφεται. Δευτερεύοντες οφθαλμοί που ενεργοποιούνται προσβάλλονται επίσης με αποτέλεσμα η βλάστηση να καθλώνεται, να παραμορφώνεται, να γίνεται θαμνωτή και η παραγωγή να μειώνεται. Τα φύλλα και άνθη παραμορφώνονται και οι καρποί (ιδίως τα λεμόνια) συχνά παίρνουν πολύ περίεργα σχήματα (Εικόνες 6 και 7).



Εικόνα 6. Προσβολή σε φύλλα εσπεριδοειδών από το *Eriophyes sheldoni*.

Η έκταση των ζημιών εξαρτάται από το είδος, ποικιλία, ηλικία του εσπεριδοειδούς και το βαθμό της προσβολής. Τα νεαρά δένδρα ζημιώνονται περισσότερο. Η καθήλωση της βλάστησης έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της καρποφορίας τον επόμενο χρόνο. Η μείωση αυτή μπορεί να φθάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα (π.χ. 60%) ιδίως στα λεμόνια των οποίων επίσης η περιεκτικότητα σε χυμό μειώνεται κατά πολύ.



Εικόνα 7. Παραμόρφωση καρπών λεμονιάς λόγω προσβολής από το *Eriophyes sheldoni*.

Καταπολέμηση. Πολλά εντομοκτόνα (ιδίως θερινοί πολτοί) που χρησιμοποιούνται στα εσπεριδοειδή πριν ή μετά την έκπτυξη της νέας βλάστησης ελαττώνουν συχνά τον πληθυσμό των ακάρεων αυτών. Η χρησιμοποίηση και ακαρεοκτόνων βελτιώνει κατά πολύ την αποτελεσματικότητα των ψεκασμών αυτών.

3.3. Ελιά

Eriophyes oleae Nalepa

Είδος διαδεδομένο στις Μεσογειακές χώρες όπου αποτελεί σοβαρό εχθρό της ελιάς.

Βιολογία. Διαχειμάζει ως θηλυκό κάτω από τις αστεροειδείς τρίχες της κάτω επιφάνειας των φύλλων. Κατά την άνθηση το σύνολο σχεδόν των ακάρεων ευρίσκεται στις ταξιανθίες (κυρίως εντός των ανθέων) και αργότερα στους μικρούς καρπούς. Όταν οι καρποί μεγαλώσουν τα ακάρεα μετακινούνται στην νεαρή βλάστηση (φύλλα, βλαστικές κορυφές). Σε ευνοϊκά για την ανάπτυξη τους περιβάλλοντα (θερμά και με υψηλή σχετική υγρασία) ο βιολογικός κύκλος διαρκεί μόνο μερικές ημέρες και μπορεί έτσι να αναπτύσσονται πολλές γενιές (π.χ. 15) τον χρόνο.

Συμπτώματα - Ζημίες. Το άκαρι αυτό ζημιώνει τα φύλλα, άνθη, καρπούς και γενικά τις βλαστικές κορυφές. Τα προσβεβλημένα άνθη συχνά πέφτουν ή παράγουν υποανάπτυκτους καρπούς. Οι μικροί καρποί και ποδίσκοι προσβάλλονται κυρίως κοντά στο σημείο που ενώνονται, προκαλούνται εκεί τοπικοί μεταχρωματισμοί, κηλιδώσεις και νεκρώσεις και οι καρποί πέφτουν ή δεν αναπτύσσονται κανονικά. Προσβολή στα ακραία μεριστώματα προκαλεί ανάσχεση και παραμόρφωση της βλαστήσεως με σημαντική επίδραση στη παραγωγή του επομένου έτους. Η ζημιά από το άκαρι αυτό είναι συχνότερη σε δένδρα εύρωστα, νεαρής ηλικίας ή σε αυτά που αναβλαστάνουν ως αποτέλεσμα αυστηρού κλαδεύματος (καρατόμησης) για ανανέωση γηρασμένων δένδρων. Προσβεβλημένα ώριμα φύλλα παρουσιάζουν στην αρχή μεταχρωματισμένες περιοχές (ως αποτέλεσμα της καταστροφής των αστεροειδών τριχών) οι οποίες μπορεί να προεξέχουν σαν νεκρωτικές κηλίδες και αργότερα με την νέκρωση των ιστών παίρνουν καφέ χρωματισμό. Σε ισχυρή προσβολή τα φύλλα παραμορφώνονται (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Παραμορφώσεις σε φύλλα ελιάς από το *Eriophyes oleae*.

3.4. Τομάτα

Aculops lycopersici (Masse)

Είδος σχεδόν κοσμοπολίτικο, σε ψυχρότερες χώρες ζει μόνο σε θερμοκήπια. Προσβάλλει διάφορα Solanaceae: τομάτα, πατάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, καπνό. Το φυτό *Ipomoea purpurea* και το νυκτολούλουδο είναι επίσης ξενιστές και μπορούν έτσι να αποτελέσουν πηγή μόλυνσεως για τα καλλιεργούμενα φυτά.

Βιολογία. Ευνοείται από θερμό και ξηρό καιρό οι άριστες για την ανάπτυξη του συνθήκες είναι 26,5 °C και 30% σχετική υγρασία. Αντέχει στο

άμεσο ηλιακό φως όχι όμως στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα όπου μπορεί να επιζήσει μόνο σε προστατευμένα μέρη. Το θήλυ γεννά μέχρι 53 ωά τα οποία εναποθέτει κοντά στις τρίχες, τα νεύρα ή μικρές κοιλότητες των φύλλων, Ο βιολογικός κύκλος (ωό έως ακμαίο) μπορεί να διαρκέσει μόνο μερικές (6-7) ημέρες. Το άκαρι αυτό μεταδίδεται εύκολα με τον αέρα καθώς και κατά την συλλογή των καρπών, με τα μέσα συσκευασίας, κ.ά.

Συμπτώματα - Ζημίες. Στην τομάτα εμφανίζονται στην αρχή αργυρόχρωμες στιλπνές πλάκες στην κάτω επιφάνεια των ώριμων φύλλων. Στα φύλλα αυτά (που επίσης συστρέφονται προς τα άνω) εμφανίζεται αργότερα χαλκόχρωμα κηλίδωση και σταδιακή μάρανση και ξήρανση. Το στέλεχος επίσης του φυτού, αρχίζοντας από τη βάση, χάνει τις τρίχες του, μεταχρωματίζεται (από πράσινο σε καφέ) και εμφανίζει ρωγμές. Με την συνέχιση της προσβολής τα συμπτώματα συνεχίζονται προς την νεότερη βλάστηση, με αποτέλεσμα την έντονη φυλλόπτωση. Παραμένουν έτσι μόνο τα ακραία φύλλα και οι καρποί οι οποίοι ζημιώνονται από την άμεση έκθεση τους στον ήλιο. Οι τελευταίοι ενδέχεται επίσης να ζημιωθούν από το άκαρι, να μεταχρωματισθούν (γίνονται καστανοί, Εικόνα 9) ή και να διαρραγούν. Τέλος και η ακραία βλάστηση μπορεί να προσβληθεί, τα φύλλα εκεί να παραμορφωθούν και ολόκληρο το φυτό να καταστραφεί.

Στην πατάτα, ενώ δεν εμφανίζονται τόσο έντονα τα συμπτώματα του μεταχρωματισμού των φύλλων και των στελεχών, το φυτό μπορεί επίσης να καταστραφεί. Στις μελιτζάνες παρατηρείται μεταχρωματισμός, αλλά η όλη εμφάνιση των συμπτωμάτων στα φύλλα (συστροφή και παραμόρφωση) θυμίζουν ζημιά από ζιζανιοκτόνο.

Καταπολέμηση. Συνιστάται σκόνισμα με θείο ή ψεκασμός με ακαρεοκτόνο. Η επέμβαση επαναλαμβάνεται μετά 2-4 εβδομάδες αν τα συμπτώματα συνεχίσουν.



Εικόνα 9. Καστανός μεταχρωματισμός σε τομάτα από το *Aculops lycopersici*.

3.5. Καρυδιά

Eriophyes tristriatus (Nal.)

Είδος πολύ διαδεδομένο στην Ευρώπη και μέρος της Ασίας. Προκαλεί στα φύλλα τον σχηματισμό μικρών (διαμέτρου περί τα 1-2 mm) σκληρών, ερυθροκαστανοχρώων κηκίδων κατά μήκος των κυριότερων νεύρων (Εικόνα 10). Σε μεγάλη προσβολή οι κηκίδες αυτές είναι ιδιαίτερα πολυάριθμες και υπάρχουν σε όλο το έλασμα του φύλλου. Τα φύλλα στην περίπτωση αυτή συστρέφονται και δεν αναπτύσσονται καλά. Μπορεί ακόμη να προσβληθεί και το περικάρπιο. Κάθε κηκίδα είναι πλήρης ακάρεων τα οποία επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον με άνοιγμα ακανόνιστου σχήματος. Το άκαρι αυτό διαχειμάζει ως δευτερόγυνο, πιθανώς σε ρωγμές του φλοιού των κλάδων.

Eriophyes erineus (Nal.)

Το είδος τούτο συνυπάρχει συχνά με το προηγούμενο είδος. Προκαλεί εκτεταμένες ερινώσεις στα φύλλα (Εικόνα 11). Διαχειμάζει ως δευτερόγυνο στους ακραίους οφθαλμούς. Τα δευτερόγυνα δεν διαφέρουν μορφολογικά από τα πρωτόγυνα. Κατά την μετακίνηση των δευτερόγυνων μέσω των μίσχων και κλάδων

στους οφθαλμούς μεγάλος αριθμός ακάρεων καταστρέφεται. Η μετακίνηση αυτή αρχίζει ήδη από το θέρους.



Εικόνα 10. Προσβολή από το *Eriophyes tristriatus* σε φύλλο καρυδιάς.



Εικόνα 11. Ερίνωση σε φύλλα καρυδιάς από το *Eriophyes erineus*

3.6. Μηλοειδή

Aculus schlechtendali (Nal.)

Είδος πολύ διαδεδομένο και εχθρός της μηλιάς. Διαχειμάζει ως δευτερόγυνο σε προστατευμένες θέσεις στα λέπια των οφθαλμών ή σε ρυτιδώματα του φλοιού. Την άνοιξη με την δραστηριοποίηση των οφθαλμών αυτά μετακινούνται στην νέα

βλάστηση όπου και ωτοκοούν. Ακολουθεί σειρά γενεών με πρωτόγυνα, ήδη όμως από το θέρος μπορεί να εμφανισθούν τα νέα δευτερόγυνα. Ζημιώνει την νεαρή βλάστηση, τα φύλλα διπλώνουν κατά μήκος, καφετιάζουν και φαίνονται σαν να υποφέρουν από ξηρασία (αφυδατώνονται) (Εικόνα 12). Αναφέρονται επίσης περιπτώσεις κηλιδώσεως καρπών (Εικόνα 13).

Η καταπολέμηση με θείο, dīnocap κ.ά. πρέπει να γίνει πριν την άνθηση. Αργότερα εφ' όσον υπάρχουν πληθυσμοί του ακάρεος μπορεί να γίνει ψεκασμός με ακαρεοκτόνα. Τα εντομοκτόνα δεν έχουν ικανοποιητική δράση εναντίον του είδους αυτού, ορισμένα δε από αυτά καθώς και ορισμένα μυκητοκτόνα ευνοούν της αύξηση του πληθυσμού .



Εικόνα 12. Συμπτώματα προσβολή σε φύλλο μηλιάς από το *Aculus schlechtendali*



Εικόνα 13. Κηλίδωση σε μήλο λόγω προσβολής από το *Aculus schlechtendali*.

Eriophyes (Phytoptus) pyri Pag.

Είδος κοσμοπολίτικο, κατά πάσα πιθανότητα σύμπλοκο, και έχει ξενιστές είδη της οικογενείας Rosaceae. Αποβαίνει ιδιαίτερα επιζήμιο στην αχλαδιά και μηλιά.

Βιολογία. Το άκαρι αυτό εμφανίζει δύο φυλές που είναι εντελώς ίδιες μορφολογικά, διαφέρουν όμως στην βιολογία. Η μία φυλή είναι εκείνη που δημιουργεί τις κηκίδες και η άλλη αυτή που ζημιώνει τους οφθαλμούς. Οι διαφορές μεταξύ των δύο αυτών φυλών μπορούν να συνοψισθούν ως ακολούθως (Πίνακας 2).

Χρόνος	Φυλή κηκίδων	Φυλή οφθαλμών
Χειμώνας	Διαχειμάζει (μη ενεργό) μέχρι την έκπτυξη των οφθαλμών.	Δραστήριο- τρέφεται και αναπαράγεται στους οφθαλμούς οι οποίοι αφυδατώνονται και πέφτουν εύκολα.
Άνοιξη	Ενεργοποιείται τρέφεται από τον οφθαλμό (ενώρις την άνοιξη) και προκαλεί κηκίδες στη νέα βλάστηση (φύλλα, σπανιότερα σε κλάδους και καρπούς).	Ευρίσκεται στη νέα βλάστηση και μισχάλη των φύλλων.
Καλοκαίρι	Πλήρης δραστηριοποίηση. Συνέχιση της προσβολής στα φύλλα. Πιθανή φυλλόπτωση	Ελάχιστη δραστηριοποίηση των ακάρεων.
Φθινόπωρο	Μετακίνηση στους οφθαλμούς (εξωτερικά λέπια) προς διαχείμαση ή πτώση μαζί με τα φύλλα.	Μετακίνηση στους νέους οφθαλμούς (νωρίς).

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου εξαρτάται από την θερμοκρασία είναι **δε** περίπου 23-36 ημέρες για την φυλή των κηκίδων. Μπορεί να συμπληρώσει 2-3 **γενιές** τον χρόνο Ευνοείται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία.

Συμπτώματα - Ζημιές. Η φυλή των κηκίδων προκαλεί φλυκταινώδη εξογκώματα στα φύλλα κυρίως (Εικόνα 14), τα οποία αρχίζουν ως μικροί και δυσδιάκριτοι με κοκκινωπή χροιά όγκοι χωρίς ακάρεα μέσα, και καταλήγουν σε εκτεταμένες, διαφοροποιημένες, σκοτενόχρωμες (σκοτενού καφέ χρωματισμού), φλυκταινώδεις περιοχές πλήρεις ακάρεων, τα οποία επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω μιας μικρής οπής. Τα φύλλα παραμορφώνονται καρουλιάζουν και μπορεί να πέσουν.

Η φυλή των οφθαλμών είναι περισσότερο επικίνδυνη γιατί μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη τύφλωση αυτών, την γενική εξάντληση του δένδρου και την παραμόρφωση και κηλίδωση των καρπών. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην ευαισθησία ή ανθεκτικότητα των διαφόρων ποικιλιών αχλαδιάς. Συχνά προσβάλλονται και οι καρποί (Εικόνα 14).

Καταπολέμηση. Αυτή είναι αρκετά δύσκολη διότι τα ακάρεα ευρίσκονται για μεγάλο χρονικό διάστημα προστατευμένα μέσα στις κηκίδες ή στους οφθαλμούς. Χρειάζεται λοιπόν να επέμβουμε στην περίοδο που τα ακάρεα είναι εκτεθειμένα. Η περίοδος αυτή είναι αρκετά μεγάλη για την φυλή των οφθαλμών είναι όμως εξαιρετικά μικρή για την φυλή των κηκίδων. Ψεκασμοί τον χειμώνα με χειμερινούς πολτούς καθώς και ψεκασμοί που γίνονται αργότερα για διάφορα έντομα (καρπόκαψα κ.ά.) βοηθούν πολύ στη καταπολέμηση του ακάρεος αυτού.



Εικόνα 14. Συμπτώματα προσβολής από το *Eriophyes pyri* σε φύλλα (αριστερά) και καρπούς (δεξιά) αχλαδιάς.

3.7. Πυρηνόκαρπα

Aculus comutus (Banks)

Το είδος αυτό, σχεδόν ίδιο μορφολογικά με το προηγούμενο είναι όμως πολύ περισσότερο διαδεδομένο και σε θερμότερες περιοχές του κόσμου. Αποβαίνει επιζήμιο σε ροδακινές, αμυγδαλιές και νεκταρινές.

Βιολογία. Διαχειμάζει ως δευτερόγυνο κυρίως γύρω από τους δευτερεύοντες οφθαλμούς που ευρίσκονται στα τελευταία 13-15 cm της ακραίας βλάστησης. Με την έκπτυξη των οφθαλμών την άνοιξη τα δευτερόγυνα προσβάλλουν τα πολύ νεαρά φύλλα και αρχίζουν να ωτοκούν. Ακολουθεί ένας αριθμός γενεών με πρωτόγυνα τα δε νέα δευτερόγυνα εμφανίζονται αρκετά αργά (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο), όταν δηλαδή δεν σχηματίζονται νέα φύλλα.

Συμπτώματα - Ζημίες. Το γεγονός ότι η ροδακινιά συνεχίζει να σχηματίζει νέα φύλλα καθ' όλη την διάρκεια του θέρους ευνοεί την συνεχή ανάπτυξη του

πληθυσμού του ακάρεος αυτού. Η ζημιά στα πολύ νεαρά φύλλα εμφανίζεται ως κίτρινη κηλίδωση που μπορεί να εκληφθεί ως ίωση. Τα φύλλα χαρακτηριστικά διπλώνουν προς τα επάνω και τούτο συμβαίνει κυρίως στις ποικιλίες που δεν φέρουν τα νεκάρια (αδένες) στην βάση των φύλλων τους. Στα παλαιότερα φύλλα δεν παρουσιάζεται η ως άνω κηλίδωση αλλά ένας χαρακτηριστικός ασημόχρους μεταχρωματισμός. Το *A. cornutus* τρέφεται και στις δυο επιφάνειες του φύλλου. Τα προσβεβλημένα δένδρα χάνουν την ευρωστία τους, παράγουν μικρότερους καρπούς ή και εμφανίζουν πρόωρη φυλλόπτωση ή και καρπόπτωση.

Καταπολέμηση. Συνιστάται επέμβαση τον χειμώνα ή λίγο πριν την έκπτυξη των οφθαλμών με ελαφρά έλαια. Αργότερα όμως εάν υπάρχει συνέχιση της προσβολής χρησιμοποιούνται ακαρεοκτόνα. Το είδος τούτο είναι επίσης ευαίσθητο στο θείο.

3.8. Καλλωπιστικά

Eriophyes tulipae Keifer

Είδος διαδεδομένο σε πολλές περιοχές του κόσμου θεωρείται από τα πλέον επιζήμια Eriophyidae καθ' όσον εκτός της άμεσης ζημιάς που προκαλεί στους ξενιστές του μεταδίδει ορισμένες σοβαρές ιώσεις στα σιτηρά. Υπάρχει και στην χώρα μας.

Ξενιστές. Βολβώδη φυτά της οικογένειας Liliaceae (τουλίπα, κρεμμύδι, σκόρδα κ.ά.) κα: σε Graminae (αυτοφυή και καλλιεργούμενα).

Βιολογία. Κατά τον χειμώνα το άκαρι ευρίσκεται στα σιτηρά και άλλα αγρωστώδη μάλλον ανενεργό, αλλά με την έλευση των ευνοϊκότερων συνθηκών της άνοιξης ο πληθυσμός αυξάνει και προσβάλλει την νέα βλάστηση και αργότερα τις ταξιανθίες οι σπόροι των οποίων δεν έχουν ακόμη ωριμάσει. Στον αραβόσιτο υψηλοί πληθυσμοί εμφανίζονται νωρίς το φθινόπωρο, προσβάλλουν δε στην περίπτωση αυτή εκτός της νεαρής βλάστησης και τους σπόρους του σπάρδικα. Ο βιολογικός κύκλος στις ευνοϊκότερες συνθήκες διαρκεί μόνο μερικές ημέρες. Όταν η ωρίμαση των ξενιστών δεν επιτρέπει την διατροφή, τα ακάρεα συγκεντρώνονται κατά μάζες στα ακραία τμήματα των φυτών και παρασύρονται από τα ρεύματα του αέρα. Στο σκόρδο, αλλά και στα άλλα βολβώδη, το είδος αυτό προτιμά την νεαρή ακραία βλάστηση απ' όπου αργότερα εισέρχεται στον βολβό τον οποίο προσβάλλει αργότερα και στην αποθήκη.

3.9. Μηδική

Eriophyes medicaginis K.

Το είδος τούτο είναι γνωστό σε πολλές χώρες του κόσμου όπου προσβάλλει την μηδική, στην οποία προκαλεί διάφορα συμπτώματα όπως νανισμό, ανάπτυξη πολλών δευτερευόντων βλαστών, μικροφυλλία και χλώρωση. Ευρίσκεται κατά κανόνα στα ακραία μεριστώματα. Στην χώρα μας αναπτύσσει τους μεγαλύτερους πληθυσμούς κατά το διάστημα μέσα Σεπτεμβρίου έως μέσα Μαρτίου, τούτο δε είναι πιθανόν να οφείλεται στην έλλειψη κοπών κατά το διάστημα αυτό. Η ένταση των ζημιών εξαρτάται άμεσα από τον πληθυσμό των ακάρεων και ιδιαίτερα εκείνων που ευρίσκονται στα ακραία μεριστώματα. Μελέτες στην Αυστραλία έχουν δείξει ότι το είδος αυτό είναι ικανό να προκαλέσει σημαντικές ζημιές στην ξηρά μάζα την μηδικής, φυτού ιδιαίτερης σημασίας για την κτηνοτροφία.

4. ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΛΟΥΜΕΝΕΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ-ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΑΠΟ ΤΑ ERIOPHYIDAE

Όλα τα μέρη των φυτών, πλην των ριζών, μπορεί να δεχθούν προσβολή από τα *Eriophyidae*. Η ζημιά στους φυτικούς ιστούς μπορεί να αναγνωριστεί δια γυμνού οφθαλμού, αλλά σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις μόνο η χρήση μικροσκοπίου δύναται να την επιβεβαιώσει. Όπως ειπώθηκε προηγουμένως, τα *Eriophyidae* είναι πολύ εξειδικευμένα για τους ξενιστές τους, με τους οποίους είναι συχνά στενά συνδεδεμένα. Για αυτό πολλές φορές τα παρατηρούμενα συμπτώματα στα φυτά-ξενιστές συνδέονται άμεσα με συγκεκριμένα είδη *Eriophyidae*, που μόνο αυτά προκαλούν. Αυτές οι συμβατές αλληλεπιδράσεις οδηγούν σε μια μεγάλη ποικιλομορφία αλλοιώσεων, τη στιγμή που οι αντίστοιχες ασύμβατες, οι οποίες συντείνουν στον περιορισμό της ανάπτυξης των ακάρεων σε ανθεκτικά φυτά, δεν έχουν τόσο καλά μελετηθεί όσο οι πρώτες. Τα ακάρεα συνήθως ταξινομούνται σε ελευθέρως διαβιούντα (leaf vagrants) και σε εκείνα που δημιουργούν κηκίδες ή αλλιώς κηκιδογενετικά (gall formers).

4.1. Κηκίδες

Οι κηκίδες (galls) θεωρούνται συχνά τοπικές αντιδράσεις του φυτού σε προσβολή Eriophyidae (ή Eriophyoidea γενικότερα), αλλά ενδέχεται σε ορισμένες περιπτώσεις τα ακάρεα να διαταράσσουν σημαντικά την αύξηση του φυτού. Πρόκειται για κλειστούς σχηματισμούς - ανωμαλίες, με μια μόνο οπή για την έξοδο των ακάρεων, που συνεπάγονται και την πάχυνση του φυτικού ιστού ή οργάνου, με αποτέλεσμα ο ιστός να προσλαμβάνει περίεργα σχήματα και έντονα χρώματα. Πολλά έντομα που ανήκουν στα δίπτερα (Cecidomyiidae και Itonididae), τα υμενόπτερα (Cynipoidea και Tenthredinoidea) και τα ημίπτερα (Eriosomatidae: *Eriosoma lanigerum* (ματόψειρα) στη φτελιά και Phylloxeridae: *Viteus vitifoliae* (φυλλοξήρα) στην άμπελο) προκαλούν κηκίδες.

Οι κηκίδες από ακάρεα είναι τόσο χαρακτηριστικές στην όψη, ώστε είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση των ειδών Eriophyidae. Σε πρώτη φάση, λαμβάνει χώρα παρεμπόδιση της φυσιολογικής αύξησης και διαφοροποίησης του προσβεβλημένου φυτικού οργάνου. Στη συνέχεια, η ανώμαλη αύξηση των περιβαλλόντων ιστών συμβάλλει στη δημιουργία καταφυγίου για τα ακάρεα μέσα στην κηκίδα, όπου σχηματίζεται ταυτόχρονα ιστός διατροφής (nutritive tissue). Ένα και μόνο θήλυ είναι σε θέση να οδηγήσει στο σχηματισμό κηκίδας για το ίδιο και τους απογόνους του. Οι κηκίδες διαιρούνται σε κηκίδες φύλλων, οφθαλμών, βλαστών και καρπών. Καθεμία από αυτές παρουσιάζεται αναλυτικά παρακάτω. Στις Εικόνες 15-18 υπάρχουν σκίτσα διάφορων τύπων κηκίδων, ενώ στην Εικόνα 19 μια σειρά από φωτογραφίες.

4.1.1. Κηκίδες φύλλων (Leaf galls)

Οι φλυκταινοειδείς κηκίδες (blister galls, Εικόνες 15 και 16) είναι τοπικές παραμορφώσεις του ελάσματος του φύλλου, όπου τα ακάρεα εισχωρούν στους ιστούς μέσω ενός στοματικού ανοίγματος είτε στην άνω είτε στην κάτω επιδερμίδα. Πραγματοποιείται ανώμαλη αύξηση του μεσόφυλλου, η οποία συσχετίζεται με αύξηση των κενών χώρων και τελικά διόγκωση του ελάσματος

κατά θέσεις. Τέτοιου είδους κηκίδες προκαλεί το *Eriophyes pyri* (Pagenstecher) στην αχλαδιά και την αγριαχλαδιά (γκορτσιά).

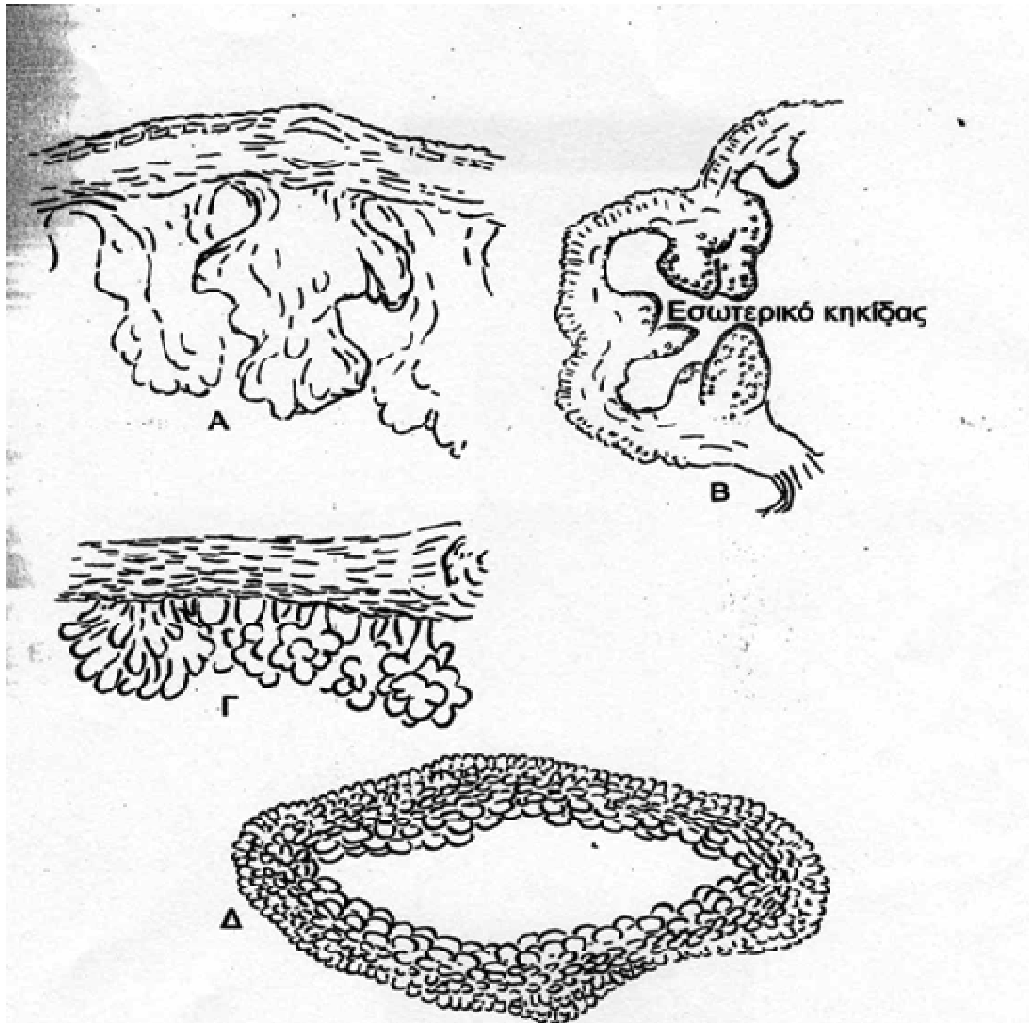
Εκτός από τις φλυκταινοειδείς κηκίδες υπάρχουν και οι ερινώσεις (erinea, Εικόνες 15-18). Οι ερινώσεις είναι παραμορφώσεις των φύλλων, με τη βασική διαφορά ως προς τις κηκίδες, ότι αποτελούν ανοικτούς σχηματισμούς με την άνω επιφάνεια του φύλλου διογκωμένη και την κάτω πλούσια σε υπερτροφικές τρίχες που σχηματίζονται χαρακτηριστικά. Έτσι, τα ακάρεα δύνανται να μετακινούνται στις πυκνές μάζες των υπερτροφικών τριχών. Οι τρίχες αυτές μπορεί να είναι μακρές, σφαιροειδείς, λοβοειδείς, διακλαδισμένες, μονοκύτταρες ή πολυκύτταρες, θεωρούμενες τροφικές για τα ακάρεα. Οι ερινώσεις συνοδεύονται από ποικίλους μεταχρωματισμούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται να οδηγούν και σε συστροφή της φυλλικής επιφάνειας. Παραδείγματα ερινώσεων αποτελούν οι προσβολές του *Colomerus vitis* στην άμπελο και του *Eriophyes erineus* (Nalepa) στην καρυδιά. Ανώμαλη ανάπτυξη του τριχώματος των ερινώσεων πιθανώς να συνδέεται με συστροφή φύλλων, θυλακοειδείς κηκίδες, "σκούπα της μάγισσας", κηκίδες σε ταξιανθίες, που οδηγούν σε απλές ή πιο σύνθετες κηκίδες.

Η προσβολή της περιμέτρου του ελάσματος από *Eriophyidae* οδηγεί στην εμφάνιση συστροφικών κηκίδων (roll galls, Εικόνα 16). Αυτή είτε περιορίζεται σε μια οδόντωση είτε επηρεάζει ολόκληρη την περίμετρο του φύλλου. Ανάλογα με το είδος του ακάρεως, η συστροφή μπορεί να έχει φορά προς τα άνω ή προς τα κάτω, να περιπλέκεται ή όχι και να σχηματίζει περισσότερες από μία στροφές. Παράδειγμα τέτοιας ζημιάς είναι η περίπτωση προσβολής της φλαμουριάς από το *Phytocoptella tetratrichus* (Nalepa).

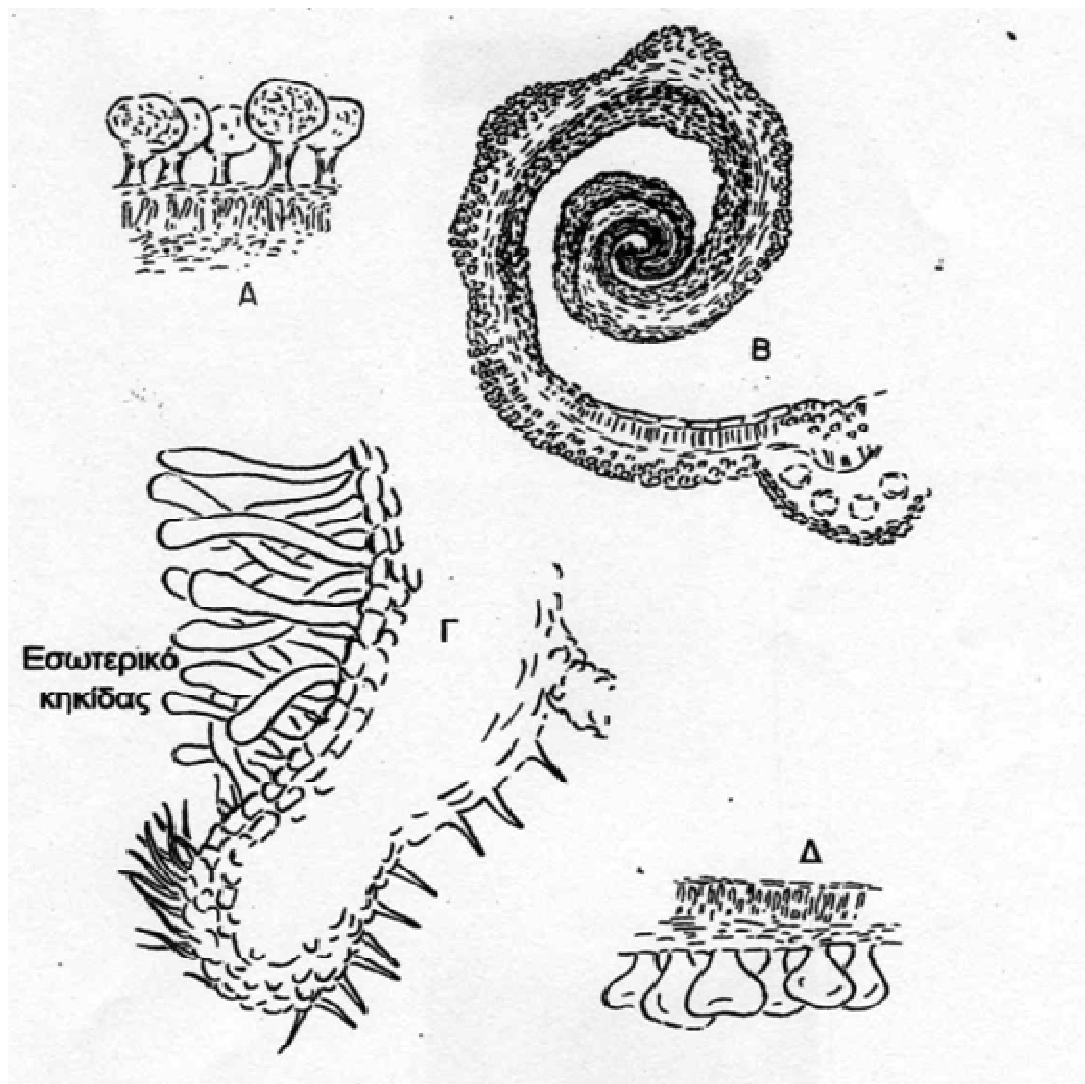
Επιπλέον, υπάρχουν και οι κηκίδες νεύρων (vein galls), που είναι εμφανείς στην κάτω επιφάνεια του φύλλου, έχουν ελικοειδή μορφή και παράγονται από προσβολή των πλαγίων νευρώσεων της άνω επιφάνειας από *Eriophyidae*, με αποτέλεσμα τη δημιουργία υπερβολικά επιμηκυμένων νεύρων.

Τέλος, ένας από τους πιο κοινούς τύπους κηκίδων είναι και οι θυλακοειδείς ή ονυχοειδείς κηκίδες (rouch or nail galls, Εικόνα 17), που προξενούνται από τα *Acalitus lowei* Manson στο φυτό *Nothofagus* sp.,

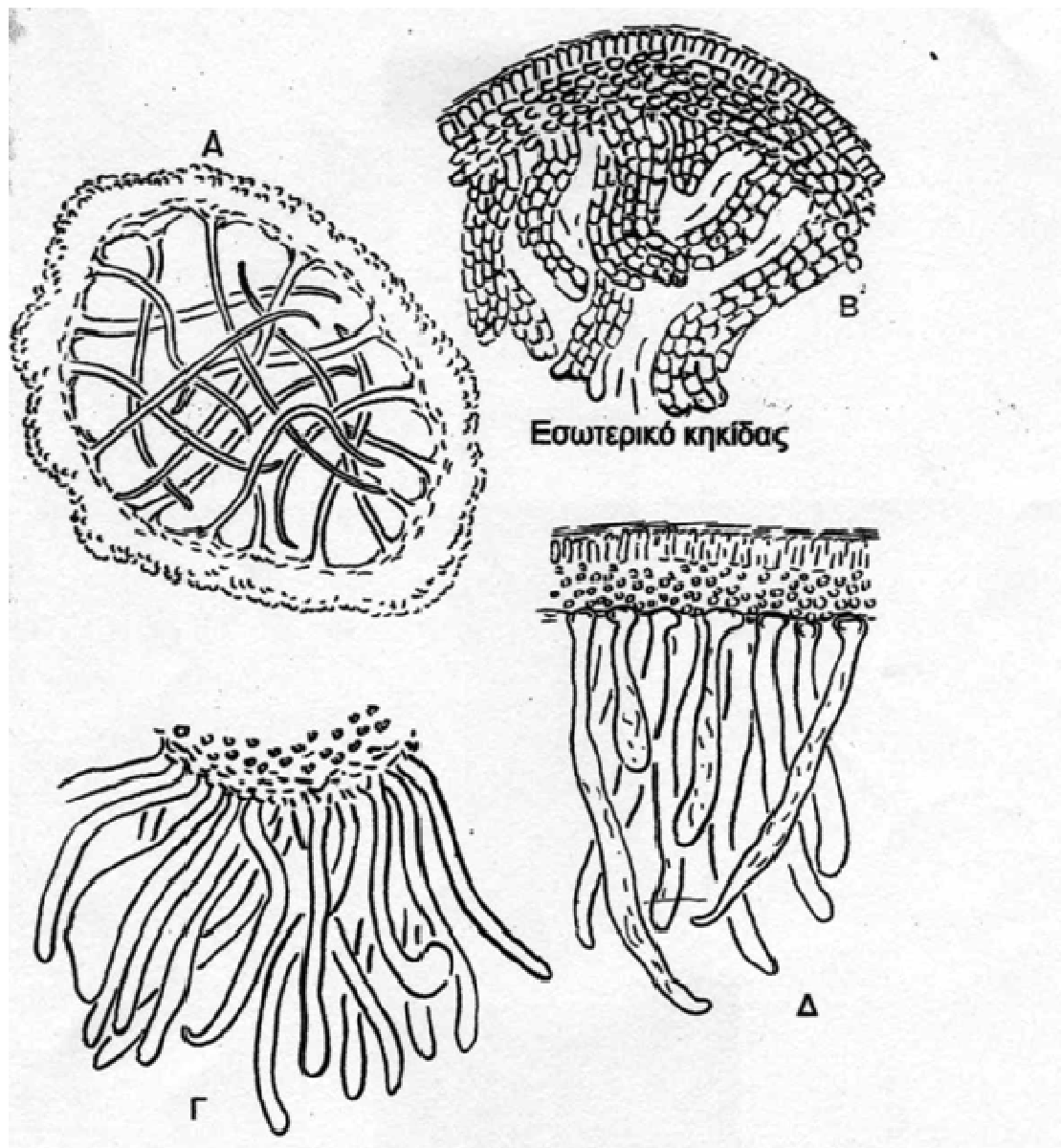
Eriophyes tiliae (Pagenstecher) στη φλαμουριά και *Eriophyes ulmicola* Nalepa στη φτελιά.



Εικόνα 15. Κηκίδες και ερινώσεις: Α. Εσωτερική δομή μιας ανοικτής κηκίδας φύλλου λεύκης της τρέμουσας (*Populus tremula*) προκαλούμενης από το *Phyllocoptes didelphis* Keifer, Β. Εσωτερική δομή κηκίδας σε φύλλο σφενδάμου (*Acer* sp.) από το *Vasates quadripedes* Shimer, Γ. Σύνθετες κεφαλόμορφες ερινώδεις κατασκευές σε φύλλο φτέρης του γένους *Dicranopteris* από ακάρεα *Eriophyes*, Δ. Λεπτή τομή σε δακτυλόμορφη κηκίδα φύλλου δαμασκηνιάς από το *Eriophyes padi* (Nalepa).

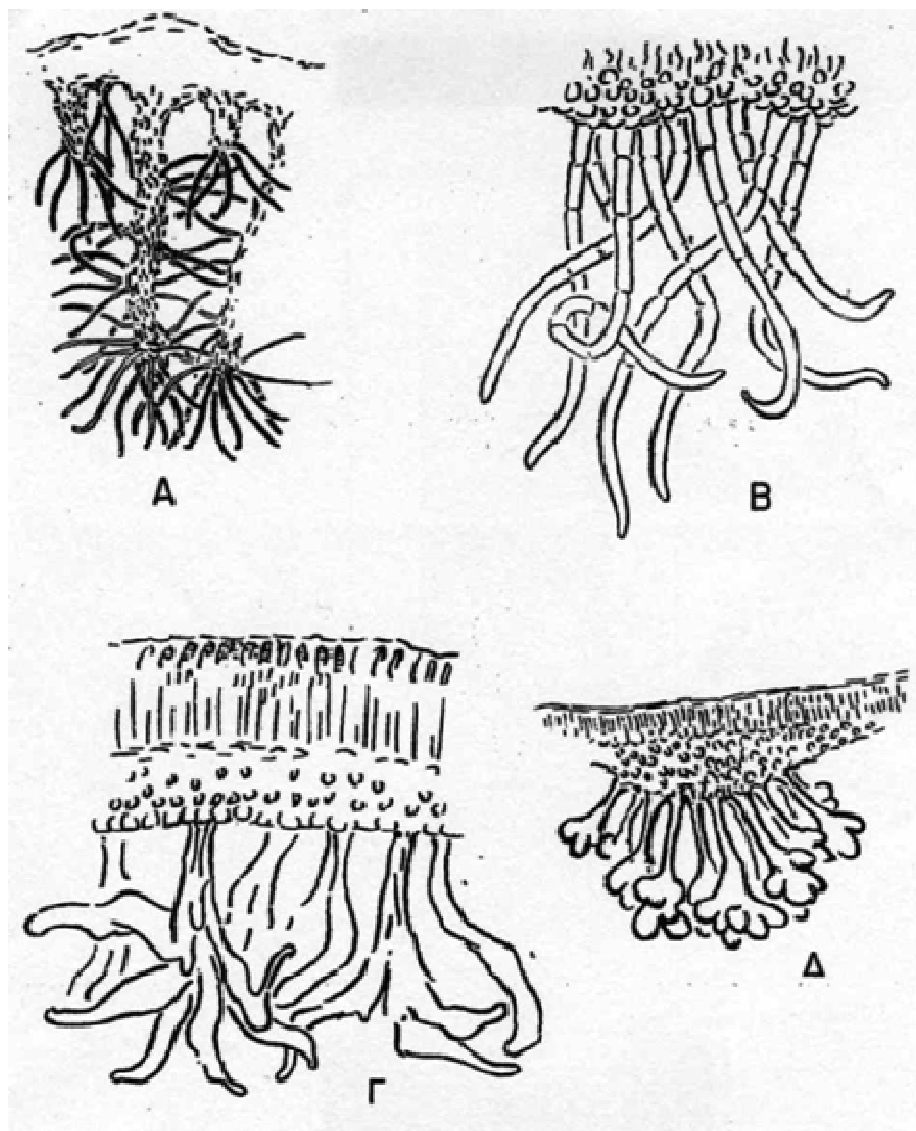


Εικόνα 16. Κηκίδες και ερινώσεις: Α. Κεφαλόμορφες υπερτροφικές τρίχες σε βυσσινείς ερινώσεις στην άνω επιφάνεια των φύλλων *Acer saccharum* προκαλούμενες από το *Eriophyes elongatus* Hodgkiss, Β. Λεπτή τομή σε συνεστραμμένο φύλλο φιστικιάς από το *Eriophyes stefanii* Nalera, Γ. Μέρος κηκίδας φύλλου τσαπουρνιάς (*Prunus spinosa*) με θηλές (papillae), λόγω προσβολής από το *Eriophyes similis* Nalera, Δ. Κεφαλόμορφες θηλές σε πράσινες ερινώσεις φύλλου *Acer saccharum* από το *Eriophyes modestus* Hodgkiss.



Εσωτερικό κηκίδας

Εικόνα 17. Κηκίδες και ερινώσεις: Α. Λεπτή τομή σε ονυχοειδή (θυλακοειδή) κηκίδα σε φύλλο φλαμουριάς (*Tilia cordata*) από το *Eriophyes tiliae*, Β. Εσωτερική δομή θυλακοειδούς κηκίδας σε φύλλο του είδους *Juglans hindsii* από το *Eriophyes brachytarsus* Keifer, Γ. Θηλές ερινόμορφης κηκίδας σε μίσχο του φυτού *Juglans nigra* από το *Eriophyes caulis* Cook. Δ. Θηλές σε ερίνωση φύλλου σορβιάς (*Sorbus domestica*) από το *Phyllocoptes calisorbi* Keifer.



Εικόνα 18. Ερινώσεις: Α. Ερίνωση σε φύλλο καρυδιάς με διαχωρισμούς, εξαιτίας προσβολής από το *Eriophyes erineus*, Β. Ερινώδεις θηλές με κυτταρικές διαιρέσεις σε φύλλο του φυτού λίτσι (*Litchi chinensis*) από το *Eriophyes litchii* Keifer, Γ. Δενδροειδείς θηλές σε ερίνωση φύλλου αριάς (*Quercus ilex*) από το *Aceria ilicis* (Canestrini), Δ. Θύσανος από κεφαλόμορφες υπερτροφικές τρίχες σε φύλλο σκλήθρας (*Alnus glutinosa*) από το *Acalitus brevitarsus* (Fockeu).



Εικόνα 19. Φωτογραφίες με διάφορους τύπους κηκίδων: 1. Φλυκταινοειδής κηκίδα σε φύλλα αχλαδιάς από το *Eriophyes pyri*. 2. Συστροφικές κηκίδες σε φύλλα είδους κολλιτσίδας (*Galium* sp.) από το *Cecidophyes galii*. 3. Κηκίδες νεύρων σε φύλλα φλαμουριάς (*Tilia cordata*) από το *Eriophyes exilis*. 4. Θυλακοειδείς κηκίδες στο ίδιο φυτό από το *Eriophyes tiliae*. 5. Κηκίδες ληθαργούντων οφθαλμών σε μαύρο φραγκοστάφυλο (*Ribes nigrum*) από το *Cecidophyopsis ribis*. 6. Κηκίδες ταξιανθίας στο φράξο (*Fraxinus* sp.) από το *Aceria fraxinivorus* (Nalepa) .

4.1.2. Κηκίδες οφθαλμών (Bud galls)

Οι φυλλοφόροι και οι ανθοφόροι οφθαλμοί των φυτών μπορεί να προσβληθούν από *Eriophyidae* και να δώσουν ποικιλία κηκίδων. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν διάφοροι γιγαντιαίοι οφθαλμοί, οι οποίοι είναι "διογκωμένοι" και έχουν αποκτήσει πολλαπλάσιο μέγεθος σε σχέση με το φυσικό. Αυτοί παραμένουν κλειστοί, αποτυγχάνουν να σχηματίσουν βλαστούς, ενώ αποτελούνται από πεπαχυσμένα λέπια με σαρκώδη θρεπτικά ογκίδια. Παραδείγματα αποτελούν οι προσβολές από το *Phytoptus avellanae* Nalera (οικ. Phytoptidae) στη φουντουκιά και από το *Cecidophyopsis ribis* στο μαύρο φραγκοστάφυλο.

Η εισβολή ακάρεων *Eriophyidae* στους οφθαλμούς ενδέχεται να οδηγήσει σε διατάραξη του, σχηματισμού λιγότερο ή περισσότερο σημαντικών για το φυτό οργάνων. Η έκπτυξη οφθαλμών, που σε κανονικές συνθήκες θα παρέμεναν σε λήθαργο, σε συνδυασμό με μεγάλη μείωση των φύλλων και ελάττωση των μεσογονατίων διαστημάτων οδηγεί στην εμφάνιση κηκίδων με μορφή κουνουπιδιού. Το άκαρι *Aceria carmichaelia* Lamb προκαλεί τη δημιουργία αυτού του τύπου κηκίδων (μεγέθους μέχρι 25 mm σε διάμετρο) σε είδη του γένους *Carmichaelia* σε ολόκληρη τη Νέα Ζηλανδία. Επίσης, το *Aceria mangiferae* Sayed προξενεί βλάβες στο μάνγκο, ιδίως σε νεαρά δένδρα, όπου οι κλάδοι παραμένουν υπανάπτυκτοι και φέρουν πληθώρα τέτοιων κηκίδων.

Σε πολλές, τέλος, περιπτώσεις καθώς η προσβολή του φυτού λαμβάνει χώρα με τη βλαστική αύξηση και ακολουθεί μετά τη δημιουργία ανθικών καταβολών, υπάρχει συνέχεια μεταξύ των τυπικών κηκίδων των οφθαλμών και των κηκίδων ταξιανθίας (inflorescence galls). Τα ακάρεα παρεμποδίζουν τη φυσιολογική διαφοροποίηση και τον σχηματισμό ανθικών οργάνων. Όλα τα ανθικά μέρη μπορεί να μετατραπούν σε κατασκευές που μοιάζουν με συνεστραμμένα ή κεκαμμένα φύλλα, ενώ οι οφθαλμοί πιθανόν να διογκώνονται. Το *Aceria fraxinivorus* (Nalera) επιφέρει το σχηματισμό τέτοιων κηκίδων στο φράξο, οι οποίες δημιουργούν κρεμαστές μάζες μη φυσιολογικών φυλλαρίων που παραμένουν σταθερά προσκολλημένα στους βλαστούς κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

4.1.3. Κηκίδες βλαστών (Stem galls)

Ελάχιστα Eriophyidae οδηγούν στο σχηματισμό αυτών των κηκίδων. Ενδεικτικά αναφέρεται η περίπτωση του *Eriophyes hetenonyx* Nalera, που διεισδύει στο φλοιό βλαστών ηλικίας ενός έτους της σφενδάμου της νεροπλατάνου (*Acer platanoides*), μέσω φακιδίων ή ρωγμών κοντά στα λέπια των οφθαλμών. Προκαλεί την έκφυση σαρκωδών εσωτερικών ιστών που οριοθετούν μια κεντρική κοιλότητα η οποία καλύπτεται από τροφικό ιστό. Αυτές οι μικρές κηκίδες συχνά βρίσκονται πολύ κοντά η μία προς την άλλη και δίνουν την εντύπωση ότι είναι ενωμένες. Οι παλιές κηκίδες γίνονται καστανές, αποκτούν ξυλώδη σύσταση και παραμένουν στους κλάδους ή ακόμα και στον κορμό. Παρόμοιο παράδειγμα αποτελεί η δημιουργία κηκίδων από το *Acalitus phloecoptes* (Nalera) σε βλαστούς δαμασκηλιάς στη Νέα Ζηλανδία.

4.1.4. Κηκίδες καρπών (Fruit galls)

Η πρόκληση τέτοιου είδους κηκίδων είναι μάλλον σπάνια. Το *Eriophyes tristriatus* (Nalera) δημιουργεί μικρές, πολύ σκληρές, καστανέρυθρες κηκίδες κατά μήκος των κυριοτέρων νευρώσεων του ελάσματος των φύλλων της καρυδιάς, ενώ σε μεγάλη προσβολή αυτά τα συμπτώματα επεκτείνονται και στο περικάρπιο των καρυδιών.

4.2. Άλλες παραμορφώσεις

Εκτός από τη δημιουργία κηκίδων και ερινώσεων στα φυτά - ξενιστές, τα ακάρεα της οικογένειας *Eriophyidae* επάγουν και το σχηματισμό άλλων ανωμαλιών. Ορισμένες από αυτές έχουν μόνο βραχυπρόθεσμη επίδραση, όπως η προσβολή του φυτού *Solarium dulcamara* από το *Aceria cladophthirus* (Nalera) που οδηγεί σε ταχεία αντίδραση υπερευαισθησίας με αποτέλεσμα την εμφάνιση νεκρωτικών περιοχών. Ο εντοπισμός τους σε ακραίους οφθαλμούς ή σε νεαρά φύλλα προκαλεί παραμορφώσεις φύλλων και πάχυνση του βλαστικού άξονα. Αυτή η ασύμβατη αντίδραση συμβάλλει στο θάνατο του ακάρεως, ενώ το φυτό ενδέχεται να ανακάμψει μετά από μερικές εβδομάδες. Επιπλέον, το πολύ μικρό μέγεθος αυτών των νεκρωτικών

περιοχών τις καθιστά δύσκολα ορατές δια γυμνού οφθαλμού, γεγονός που εν μέρει δικαιολογεί γιατί αυτό το σύμπτωμα είχε παραβλεφθεί για πολλά έτη.

Τέτοιες ζημιές προκαλούν τα ελευθέρως διαβιούντα ακάρεα. Ένα ελευθέρως διαβιούν άκαρι τρέφεται με ένα και μόνο επιδερμικό κύτταρο σε σύντομο χρονικό διάστημα, απομακρύνει τα στυλέτα του, αναζητεί γρήγορα νέο κύτταρο και ξεκινά και πάλι την ίδια διαδικασία. Αρκετά συχνά ο πολλαπλασιασμός Αυτών των ακάρεων προξενεί παραμορφώσεις μόνο των υπάρχοντων οργάνων χωρίς την παραγωγή νέων μη φυσιολογικών δομών. Τα ακάρεα διασπείρονται στο φυτά προκαλώντας παρόμοια συμπτώματα στα διάφορα φυτικά μέρη καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής αύξησης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις κηκίδες, όπου τα ακάρεα είναι λιγότερο ή περισσότερο περιορισμένα στο χώρο και στο χρόνο. Η σοβαρότητα των συμπτωμάτων που προκαλούνται από τα ελευθέρως διαβιούντα *Eriophyidae* εξαρτάται από την πληθυσμιακή τους πυκνότητα. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις είναι και οι ακόλουθες:

- Η προσβολή από το άκαρι *Aceria sheldoni* σε εσπεριδοειδή προκαλεί καταστροφή οφθαλμών, παραμόρφωση της βλάστησης, των φύλλων και των ανθέων, ενώ οι καρποί αποκτούν διάφορα περίεργα σχήματα.
- Η προσβολή των επιδερμικών κυττάρων από το *Aculops pelekassi* σε εσπεριδοειδή έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κηλίδωσης στους καρπούς με διάφορους χρωματισμούς, ενώ ο φλοιός παχύνεται και σκληραίνει .
- Η προσβολή από το *Anthocoptes salicis* Nalepa στην ιτιά οδηγεί σε "σκούπα της μάγισσας", δηλαδή παραγωγή μεγάλου αριθμού ξυλοφόρων οφθαλμών σε μικρό μήκος βλαστού, ώστε μετά την έκπτυξή τους να δημιουργείται κάτι σαν σκούπα, και μικροφυλλία .

4.3. Τοξικότητες και άλλες μη παραμορφωτικές επιδράσεις

Πολλά Eriophyidae, τα οποία δεν είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό κηκίδων ή παραμορφώσεων στους ξενιστές τους επηρεάζουν την εμφάνιση των φυτών ποικιλοτρόπως. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και τα ελευθέρως

διαβιούνται ακάρεα τα οποία προσβάλλουν την επιδερμίδα. Αυτές οι επιδράσεις αναφέρονται είτε στην άμεση προσβολή των επιδερμικών κυττάρων είτε στην απελευθέρωση τοξινών που βρίσκονται στην σίελο τους (είναι άγνωστης χημικής σύστασης και θα αναφερθούμε αναλυτικότερα σε άλλο κεφάλαιο παρακάτω), οι οποίες προξενούν αλλοιώσεις στον υποκείμενο ιστό. Σε εκτεταμένη προσβολή επέρχεται η καταστροφή της επιδερμίδας, με συνέπεια το σχηματισμό στιβάδας από λιγνίνη πάνω σε κάλλο επί του παρεγχύματος στις περιοχές εκείνες που έχουν κατεστραμμένα επιδερμικά κύτταρα. Η οξειδωση αυτής της στιβάδας προκαλεί πιθανώς μεταχρωματισμό ή και αποχρωματισμό των φυτικών μερών, τυπικά συμπτώματα προσβολής από τέτοια ακάρεα. Εδώ συναντώνται τα ακάρεα που προξενούν μεταχρωματισμούς στην επιδερμίδα πράσινων φύλλων, ανώριμων καρπών, νεαρών βλαστών ή και λεπίων οφθαλμών. Για παράδειγμα, το *Phyllocoptruta oleivora* στα εσπεριδοειδή, που προκαλεί ζημιές στα φύλλα και στους καρπούς, ζημιώνει, πέραν του επαγόμενου καστανόχρουν επιφανειακού μεταχρωματισμού, τα στομάτια και το μεσόφυλλο. Επιπρόσθετα, το *Oxycenus maxwelli* προκαλεί στην ελιά αργύρωση και πρόωρη φυλλόπτωση. Υπάρχουν βεβαίως και ακάρεα τα οποία δεν δημιουργούν μόνο κηκίδες, αλλά είναι δυνατό να προκαλέσουν και μεταχρωματισμούς. Παράδειγμα αποτελεί το *Aceria cladophthirus* στο φυτό *Solarium dulcamara*, η προσβολή από το οποίο οδηγεί σε εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων, όταν υπάρχει ασύμβατη αλληλεπίδραση με ανθεκτικές ποικιλίες.

Η υποοικογένεια Phyllocoptinae περιλαμβάνει πλήθος ειδών ελευθέρως διαβιούντων ακάρεων που μεταχρωματίζουν την επιδερμίδα των ξενιστών τους. Ορισμένα είδη, όπως το *Aculus fockeui* στη ροδακινιά, προκαλούν τοξικότητες, όταν τρέφονται σε αυξανόμενο πράσινο ιστό, και μεταχρωματισμό, όταν τρέφονται με την επιδερμίδα ώριμων φύλλων.

Οι τοξικότητες στα φύλλα συνήθως εκδηλώνονται με την εμφάνιση χλωρώσεων, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν ή όχι τα νεύρα των φύλλων ή να συνοδεύονται από παραμορφωτικά συμπτώματα. Στους καρπούς, οι μεταχρωματισμοί εμφανίζονται με πολύ εντυπωσιακό τρόπο. Τα Eriophyidae που έχουν παραμορφωτικές επιδράσεις όπως με την πρόκληση κηκίδων, συνήθως δεν δημιουργούν τοξικότητες ή άλλα μη παραμορφωτικά

συμπτώματα. Το μικρό μήκος των στυλέτων πολλών ειδών δεν επιτρέπει τη λήψη της τροφής κάτω από τα επιδερμικά κύτταρα. Επομένως, από τη στιγμή που οι τοξικότητες εντοπίζονται στα υποκείμενα των επιδερμικών κύτταρα φαίνεται πως κάποιος τοξικός παράγοντας μετακινείται από την προσβεβλημένη επιδερμίδα προς στον υπόλοιπο ιστό.

Επίσης, διάφορα Eriophyidae που είναι φορείς ιών στα φυτά είναι και αυτά υπεύθυνα για παραμορφώσεις ή για μη παραμορφωτικές επιδράσεις, οι οποίες δεν σχετίζονται με την παρουσία του μεταδιδόμενου παράγοντα ασθένειας. Οι τοξικότητες λαμβάνουν χώρα μόνο πολύ κοντά στο φυτικό ιστό με τον οποίο τρέφονται τα ακάρεα. Οι περισσότερες αναφορές για μη παραμορφωτικές επιδράσεις στα φυτά-ξενιστές σχετίζονται κυρίως με τα Eriophyidae, ενώ λίγα πράγματα είναι γνωστά για τις οικογένειες Phytoptidae και Diptilomiopidae.

4.4. Ρόλος της σίελου των στοματικών μορίων στην πρόκληση μορφολογικών και ιστολογικών αλλοιώσεων στους ξενιστές

Ένα θέμα, το οποίο χρήζει μέχρι και σήμερα διερεύνησης, είναι ο ρόλος που διαδραματίζει η σίελος (saliva) των ακάρεων στην αλληλουχία των γεγονότων στα κύτταρα έως την εμφάνιση των συμπτωμάτων στα φυτά. Η παρουσία της σίελου και η έγχυση της στα κύτταρα έχει απασχολήσει πολλούς επιστήμονες, χωρίς όμως να καταστεί δυνατή η παραλαβή της με εκχύλιση των διαφόρων συστατικών της. Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί ποικίλες απόψεις αναφορικά με τη χημική σύσταση των ουσιών που την αποτελούν. Σύμφωνα με το Jeppson και τους συνεργάτες του, πρόκειται περί ρυθμιστών αύξησης των φυτών, με άγνωστη όμως δομή, οι οποίοι εγχέομενοι στα κύτταρα των ξενιστών οδηγούν στην εμφάνιση των αναφερθέντων συμπτωμάτων. Πάντως, νεότερες έρευνες τείνουν να αναφέρονται περισσότερο σε φυτοτοξίνες παρά σε ρυθμιστές αύξησης, δεδομένης της έλλειψης σχετικών πληροφοριών. Αυτές ορίζονται ως τοξίνες ευρισκόμενες στη σίελο που εγχέονται από το άκαρι στο φυτικό κύτταρο κατά τη λήψη της τροφής του και οι οποίες είναι υπεύθυνες για την πρόκληση ανωμαλιών που δεν σχετίζονται με μηχανικό τραυματισμό του φυτικού ιστού.

Η διατροφή των Eriophyidae μεταβάλλει και τις συγκεντρώσεις των φυτικών ορμονών καθώς και των ρυθμιστών αυτών μέσα στα φυτά. Οι συγκεκριμένες μεταβολές προκαλούν την εμφάνιση κηκίδων και άλλων ανωμαλιών στα φυτικά μέρη, οι οποίες αλλοιώσεις συνδέονται με τα ακάρεα αυτά. Το ινδολυλοξικό οξύ (IAA) αποδομείται σε φυσιολογικούς ιστούς από την οξειδάση του IAA. Η αντίδραση παρεμποδίζεται από διάφορες πολυφαινόλες και πιθανώς από γιββερελίνες που συνδέονται ανταγωνιστικά με το ένζυμο, με συνέπεια τη συνέχεια της φυτικής αύξησης. Τα εν λόγω ακάρεα, είτε με την πρόκληση μηχανικής ζημιάς στο φυτό είτε με την έγχυση των φυτοτοξινών της σιέλου εισάγουν σε αυτό τους παραπάνω παρεμποδιστές. Η παρεμπόδιση της λειτουργίας της οξειδάσης επιτρέπει στο IAA να συγκεντρώνεται στα προσβεβλημένα κύτταρα, διεγείροντας έτσι το σχηματισμό μη φυσιολογικών δομών.

Η προσβολή των λεμονιών από το *Aceria sheldoni* έδειξε ότι, σε σύγκριση μεταξύ μη προσβεβλημένων και έντονα προσβεβλημένων καρπών (τουλάχιστον πέντε ακάρεα ανά οφθαλμό), παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της δράσης της οξειδάσης του IAA και μειωμένες συγκεντρώσεις αυξινών των έντονα προσβεβλημένων καρπών. Τα αποτελέσματα αυτά καταδεικνύουν μάλλον ότι είτε δεν παράγονται οι ανωτέρω παρεμποδιστές σε αυτή την αλληλεπίδραση μεταξύ των ακάρεων και του φυτού είτε πάλι αυτοί οι παρεμποδιστές παρεμποδίζονται με τη σειρά τους από άλλα μόρια που βρίσκονται στα κατεστραμμένα κύτταρα. Συνεπώς, δεν υφίσταται παρεμπόδιση της οξειδάσης του IAA και όλες οι παραγόμενες στους οφθαλμούς και τα φύλλα αυξίνες οξειδώνονται γρήγορα, οπότε παρεμποδίζεται η αύξηση.

4.5. Η επίδραση της διατροφής, εις βάρος των ξενιστών, σε κυτταρικό και υποκυτταρικό επίπεδο

Για την πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου, θα αναφερθούν παραδείγματα από τις ζημιές που προκαλούν στο φυτό *Solarium dulcamara* το *Aceria cladophthirus* (Nalepa), το οποίο σχηματίζει κηκίδες (Εικόνα 20), και το *Thamnacus solani* Boczek and Michalska, το οποίο διαβιεί ελεύθερα στα φυτά και προκαλεί μεταχρωματισμούς (Εικόνα 21). Το πρώτο είτε εγκαθιδρύει

μια συμβατή αλληλεπίδραση, οπότε παρατηρείται η δημιουργία κηκίδων στα ευαίσθητα φυτά, είτε μια ασύμβατη, με συνέπεια την εμφάνιση μικρών νεκρωτικών περιοχών στα ανθεκτικά φυτά. Από την πλευρά του, το *Thamnacus solani* εγκαθιστά μια συμβατή σχέση με το παραπάνω φυτό. Έτσι, τρέφεται ενεργά με όλα τα φυτά που έχουν δοκιμαστεί και προκαλεί σκωριόχρουν μεταχρωματισμό στα νεύρα και ξήρανση των φύλλων σε έντονες προσβολές. Μέχρι αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει ανθεκτική ποικιλία του φυτού αυτού στο συγκεκριμένο άκαρι.

Μετά τη μηχανική ζημιά που προξενείτε από τη διείσδυση των στυλέτων, πραγματοποιείται άμεση διαφοροποίηση του πάχους του κυτταρικού τοιχώματος γύρω από το σημείο εισόδου τους. Η δομή αυτή, που καλείται "δήγμα διατροφής", είναι γνωστόν ότι επάγεται από τα περισσότερα κηκιδογενετικά ακάρεα και εμφανίζεται ως μια κατασκευή, όπου η καλλόζη μπορεί να ανιχνευθεί δέκα λεπτά μετά την προσβολή από το άκαρι. Η επιδιόρθωση του κυτταρικού τοιχώματος με την εναπόθεση καλλόζης φαίνεται πως είναι ευρεία και μη εξειδικευμένη αντίδραση των ζωντανών φυτικών κυττάρων. Σε λιγότερο από 30 λεπτά, η λήψη θρεπτικών στοιχείων από το άκαρι προκαλεί αύξηση της αλκαλικότητας των χυμοτοπίων του προσβεβλημένου κυττάρου ($\text{pH} > 8$), σημαντικές τροποποιήσεις στην περατότητα της μεμβράνης, αλλά και με μεταβολές στον πυρήνα.

Ο πυρήνας μετακινείται σε κεντρική θέση μέσα στο κύτταρο του ξενιστή και καθίσταται διαφανής, σαν να μην έχει περιεχόμενο. Οι σταδιακές αυτές αλλαγές είναι αποτέλεσμα της σταδιακής μετουσίωσης του πυρηνικού DNA, εξαιτίας της συσσώρευσης χιτοζάνης. Δεδομένου ότι τα ανώτερα φυτά δεν βιοσυνθέτουν σε κανένα στάδιο της ζωής τους χιτοζάνη, θεωρήθηκε πως εισάγεται χιτίνη ή χίτοζάνη στο κυτταρικό τοίχωμα του ξενιστή με τη βοήθεια των στυλέτων, ακριβώς κατά τη στιγμή της νύξης του κυττάρου. Αυτές οι ουσίες πιθανολογείται ότι προάγουν μεταβολές στην περατότητα της κυτταρικής μεμβράνης, όπως και αλλαγές στη σύνθεση του DNA, η οποία οδηγεί, σε λιγότερο από 60 λεπτά της ώρας, σε νέκρωση του προσβεβλημένου κυττάρου.

Αν και, όπως φαίνεται, οι πρώιμες κυτταρικές αλλοιώσεις που προκαλούνται και τα δύο αναφερθέντα ακάρεα, είναι ταυτόσημες, σημαντική διαφοροποίηση των φυτικών κυττάρων καθίσταται εμφανής μετά την πάροδο των πρώτων 30 λεπτών.

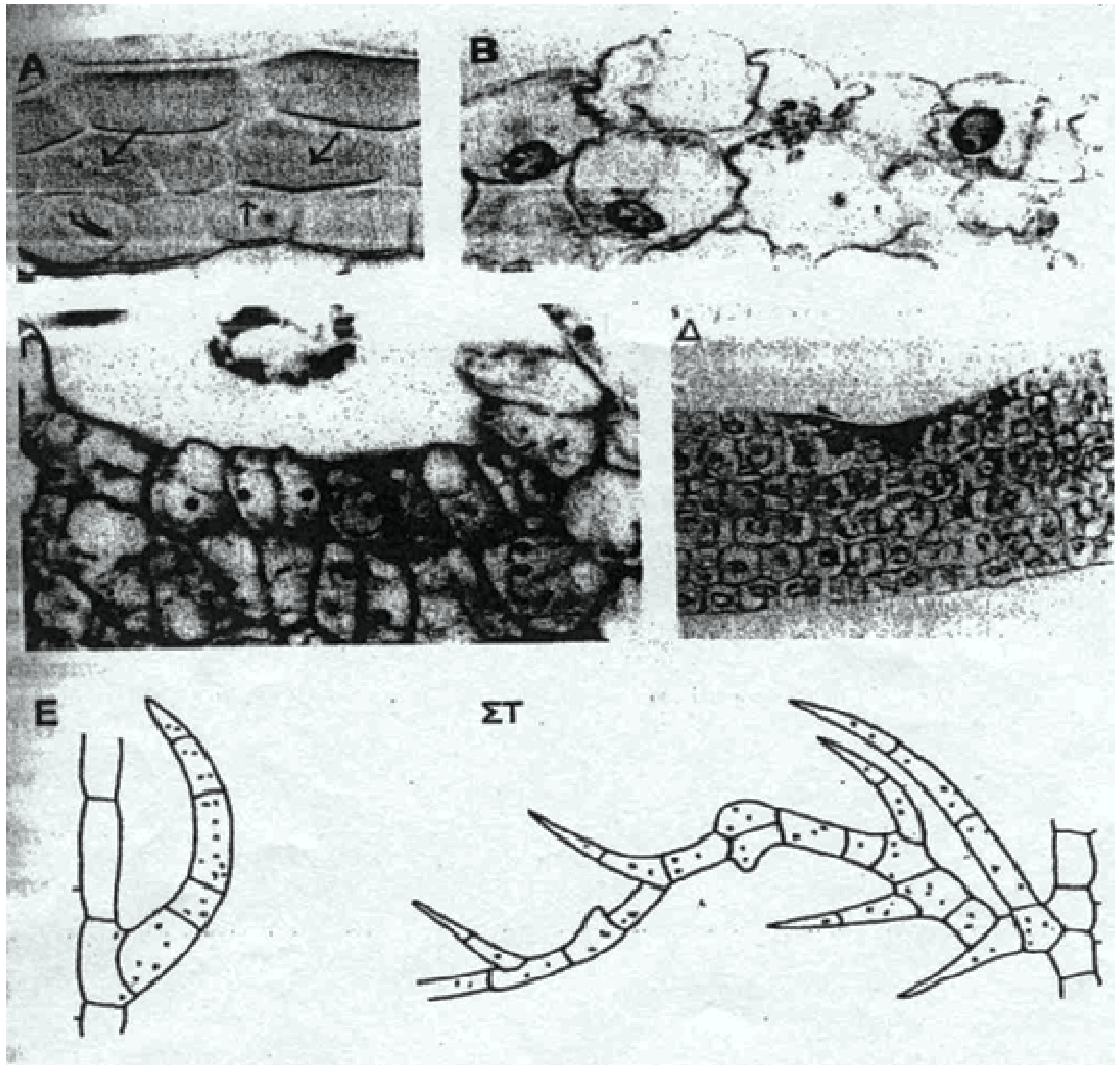
Το *Thamnacus solani* νεκρώνει μόνο το κύτταρο με το οποίο τρέφεται, ενώ το κύτταρο γίνεται αμέσως καστανό και καταρρέει. Τα γειτονικά κύτταρα δεν καταστρέφονται. Το άκαρι δεν παραμένει επί μακρόν στην ίδια θέση διατροφής, αλλά κινείται και επιτίθεται σε νέο κύτταρο που υφίσταται και αυτό με τη σειρά του την ίδια ζημιά. Πυκνοί πληθυσμοί των ακάρεων προξενούν αμέτρητες νεκρώσεις μεμονωμένων κυττάρων, τα οποία σχηματίζουν ένα καστανό δίκτυο ανάμεσα στα αντίστοιχα υγιή. Στα αυξανόμενα φύλλα ο θάνατος των κυττάρων που συνορεύουν με τα νεύρα αποτρέπει την επιμήκυνση των τελευταίων, ενώ τα υγιή τμήματα του ελάσματος συνεχίζουν τη φυσιολογική τους αύξηση, προκαλώντας κατσάρωμα του φύλλου. Κατόπιν, η συμβατή αυτή αλληλεπίδραση οδηγεί σε ερυθρόχρουν μεταχρωματισμό, λόγω της μεγάλης προσβολής. Εντούτοις, μόνο η επιδερμίδα ζημιώνεται, όπως και στην περίπτωση του *P. oleivora* στα εσπεριδοειδή.

Σε αντίθεση με τα ελευθέρως διαβιούντα ακάρεα, τα *Eriophyidae* που προκαλούν κηκίδες θα διατραφούν με ένα μόνο κύτταρο για πολλές ώρες ή και ημέρες, χωρίς να επισκεφθούν άλλα κύτταρα. Για παράδειγμα, από τη στιγμή που ένα ευαίσθητο κύτταρο δεχθεί τη νύξη από το *Aceria cladophthirus*, ξεκινά η διαδικασία μετάδοσης του σήματος στα γειτονικά κύτταρα, οδηγώντας σε σημαντικές αλλαγές. Όμως τα κύτταρα αυτά δεν υφίστανται την αύξηση του pH των χυμοτοπίων τους ή την αλληλοδόμηση του DNA, μεταβολές που έχουν να κάνουν με τη συσσώρευση χιτοζάνης. Η από κύτταρο σε κύτταρο επικοινωνία συμβάλλει στο σχηματισμό των κυττάρων διατροφής, τα οποία χαρακτηρίζονται από πυκνό κυτταρόπλασμα, μικρά χυμοτόπια, μεγεθυμένο πυρήνα και πυρηνίσκο. Πραγματοποιείται επιτάχυνση της μίτωσης και δημιουργία νέων τέτοιων κυττάρων. Τα κύτταρα διατροφής, με τα οποία τρέφονται τα ακάρεα, παρουσιάζουν μετουσίωση του DNA με συσσώρευση χιτοζάνης και συνεπώς νεκρώνονται όπως τα προσβεβλημένα επιδερμικά. Τα υποκείμενα κύτταρα μπορούν και αυτά να διαφοροποιηθούν σε κύτταρα διατροφής και να δώσουν τον αντίστοιχο ιστό με

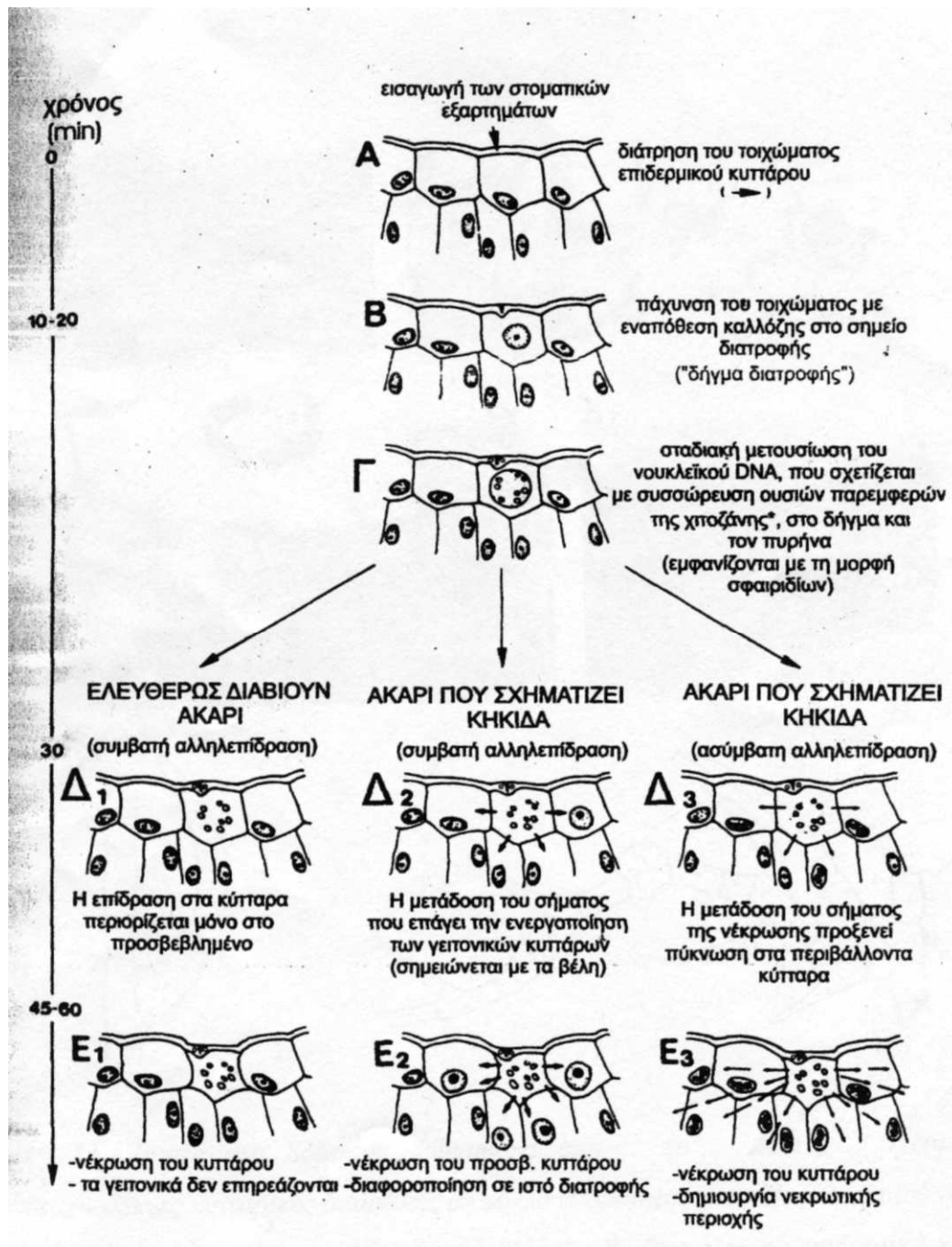
διαιρέσεις. Σε αυτή την συμβατή αλληλεπίδραση, το άκαρι φαίνεται να είναι περισσότερο "εποικοδομητικό" παρά καταστροφικό, από τη στιγμή που η πολύ βλάβη αντισταθμίζεται σαφώς από τη σταδιακή αναδιοργάνωση του κυττάρου και τον επαναπροσανατολισμό της αύξησης του ιστού. Παρ' όλα αυτά, η εν λόγω βραδεία μορφογενετική διαδικασία επιτυγχάνεται μόνο με συνεχή διατροφή των ακάρεων και των απογόνων τους.

Αντιθέτως, στην ασύμβατη αλληλεπίδραση του *Aceria cladophthirus* με τα ανθεκτικά κύτταρα λαμβάνει χώρα ταχεία επέκταση της καταστροφής των κυττάρων, από το πρώτο προσβεβλημένο στα γειτονικά του, η οποία οδηγεί σε εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων. Μία και μόνο νύξη και μύζηση, όσο βραχεία και να είναι, αρκεί για να επιφέρει πλήρως τη νέκρωση. Η αντίδραση υπερευαισθησίας εμποδίζει την εγκατάσταση των ακάρεων, με αποτέλεσμα αυτά να πεθαίνουν.

Η υπερπλασία των αδενωδών τριχών και των άλλων τριχωμάτων είναι πιθανό να δημιουργεί το κατάλληλο μικροπεριβάλλον για την επιβίωση των ακάρεων. Στην περίπτωση της αμπέλου, η φυλή των οφθαλμών του *Colomerus vitis* έχει αναφερθεί ότι προσβάλλει τα επιδερμικά κύτταρα, καθιστώντας τα υπερτροφικά. Τα κύτταρα πεθαίνουν αργότερα, σχηματίζοντας νεκρωτική κηλίδα και παρεμποδίζοντας την περαιτέρω φυσιολογική αύξηση των φύλλων. Ωστόσο, η φυλή της ερίνωσης δημιουργεί υπερτροφικά κύτταρα στα φύλλα, τα οποία δεν πεθαίνουν, αλλά συμβάλλουν στη δημιουργία ευνοϊκού μικροπεριβάλλοντος για τα ακάρεια με την εμφάνιση επιμηκυμένων τριχών. Επίσης, ο Wcislo περιέγραψε το 1977 την προκαλούμενη υπερτροφία και υπερπλασία των επιδερμικών κυττάρων καθώς και των κυττάρων του μεσόφυλλου στη φλαμουριά από το *Eriophyes tiliae*. Επιπλέον, διαπίστωσε και την εμφάνιση πολυπλοειδίας στους πυρήνες των πολύ μεγάλων κυττάρων διατροφής στην εσωτερική πλευρά των θυλακοειδών κηλίδων. Η επαγωγή πολυπλοειδίας έχει ακόμα εντοπιστεί και στη λευκή σκλήθρα, *Alnus rhombifolia*, εξαιτίας του ακάρεως *Eriophyes laevis* (*Nalepa*), όπως και στο *Prunus padus* από το *Eriophyes padi*. Τονίζεται, ότι και άλλα αρθρόποδα, αλλά και οι εξοιδητικοί νηματώδεις σκώληκες (*Meloidogyne* sp.) επάγουν παρόμοια συμπτώματα στα φυτά.



Εικόνα 20. Ζημίες στο *Solarium dulcamara* από το *Aceria lycopersici*: Α. Επιταχυνόμενες κυτταρικές διαιρέσεις σε φύλλα ευαίσθητης ποικιλίας του φυτού (μεγάλα βέλη) γύρω από το σημείο της νύξης (μικρό βέλος), Β. Φυσιολογικά επιδερμικά κύτταρα κοντά στο κεντρικό νεύρο, Γ. Κατεστραμμένα κύτταρα σε φύλλο ευαίσθητης ποικιλίας με μεγεθυσμένους πυρηνίσκους και ισχυρώς λιγνινοποιημένα τοιχώματα, Δ. Κατεστραμμένο φύλλο ανθεκτικής ποικιλίας με κύτταρα της επιδερμίδας και του μεσόφυλλου που έχουν καταρρεύσει, σχηματίζοντας νεκρωτική περιοχή, Ε. Φυσιολογικό τρίχωμα της επιδερμίδας, ΣΤ. Υπερτροφικό τρίχωμα της επιδερμίδας που προκλήθηκε από τη διατροφή του ακάρεως.



Εικόνα 21. Η χρονική αλληλουχία των επαγόμενων κυτταρικών μεταβολών, στο τοίχωμα και στον πυρήνα, από το *Thamnacus solani* (ελευθέρως διαβιούν άκαρι) και το *Aceria cladophthirus* (άκαρι που σχηματίζει κηκίδα), στον επιδερμικό ιστό του φυτού *Solanum dulcamara*.

*Χιτοζάνη: πολυμερές της 1-4-β-D-γλυκοζαμίνης.

Οι μη φυσιολογικές μεταβολές που προξενούνται σε υποκυτταρικό επίπεδο από τα *Eriophyidae* δεν περιορίζονται μόνο στις αναφερθείσες. Για παράδειγμα, το *Eriophyes ulmicola* στη φτελιά οδηγεί σε κατακερματισμό των χυμοτοπιών, αύξηση της πυκνότητας του ενδοπλασματικού δικτύου, αύξηση του αριθμού των ριβοσωμάτων και των μιτοχονδρίων, καθώς και σε αλλοίωση των πλαστιδίων στα κύτταρα των φύλλων του συγκεκριμένου φυτού.

4.6. Ποσοπκή έκφραση των αλλοιώσεων σε συνάρτηση με το χρόνο

Εκτός από την έρευνα που έχει διεξαχθεί σε κυτταρικό και υποκυτταρικό επίπεδο, ελάχιστες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί αναφορικά με τις μορφολογικές αλλοιώσεις και την έκφραση τους σε ποσοτικό επίπεδο. Στη συνέχεια αναφέρονται χρονικά οι μορφολογικές μεταβολές που συμβαίνουν στο φυτό *Prunus padus* ως αντίδραση στην προσβολή από το *Eriophyes padi*.

Τα αρχικά συμπτώματα της διατροφής, σε λιγότερο από δύο ώρες επί της αποαξονικής επιφάνειας του ελάσματος σε ένα και μόνο επιδερμικό κύτταρο, ήταν η παρεμπόδιση της μεγέθυνσης των επιδερμικών κυττάρων, η αδυναμία των διαιρούμενων κυττάρων να διαφοροποιηθούν σε καταφρακτικά, καθώς και ελαφρά λέπτυνση των τοιχωμάτων. Με την πάροδο ορισμένων ημερών, το *Eriophyes padi* προξένησε τη δημιουργία και την αύξηση επιδερμικών θηλών (papillae). Η διατροφή από δύο έως έξι ώρες οδήγησε αναπόφευκτα στο σχηματισμό επιδερμικών θηλών που περιέβαλαν το προσβεβλημένο κύτταρο. Έπειτα από επτά ώρες, οι θηλές αυξήθηκαν σε μέγεθος και μεταβλήθηκαν σε επιμηκυμένες τρίχες κατά τις επόμενες ημέρες. Τα κύτταρα της άνω επιδερμίδας άρχισαν να διαιρούνται ταχέως, μετά από δέκα ημέρες, με αποτέλεσμα την πλήρη επιμήκυνση τους και τελικά την εμφάνιση κηκίδων.

Από άλλη μελέτη εκφράστηκαν ποσοτικά με το χρόνο τα συμπτώματα που επάγονται από το *Aculops lycopersici* (Masse) στην επιδερμίδα των φύλλων της τομάτας. Βρήκαν θετική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των καταστρεφόμενων επιδερμικών κυττάρων σε νεαρά φύλλα και του ρυθμού διατροφής μεμονωμένων ακάρεων. Μια πιθανή εξήγηση αυτής της αλληλεπίδρασης είναι ότι όσο μεγαλύτερη είναι η συσσωρευόμενη ζημιά στην επιδερμίδα τόσο μειώνεται η ανταλλαγή αερίων ανάμεσα στο φύλλο και την

ατμόσφαιρα, με συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας του φύλλου και τη μείωση της τάσης των ατμών στους υποστομάτιους χώρους.

Οι μεταβολές αυτές διεγείρουν πιθανώς το μεταβολισμό του ακάρεως και τη διατροφή του. Μια άλλη πιθανή εξήγηση για την αύξηση του ρυθμού διατροφής είναι πως καθώς αυξάνεται η πληθυσμιακή πυκνότητα των ακάρεων, αυτά κινούνται όλο και πιο πολύ προς αναζήτηση νέου χώρου. Αντί να διατρυπήσουν ένα κύτταρο και να τραφούν με το περιεχόμενο του, τα ακάρεα, σε μεγάλους πληθυσμούς, μπορεί να προσβάλλουν μόνο ένα και να τραφούν με αυτό για μικρή χρονική περίοδο και στη συνέχεια να επισκεφθούν κάποιο άλλο, οπότε έτσι αυξάνεται ο αριθμός των κατεστραμμένων κυττάρων για δεδομένο χρονικό διάστημα.

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διατριβής στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, μελετήθηκαν οι μορφολογικές και ανατομικές αλλοιώσεις σε φυτά λόγω της προσβολής τους από ακάρεα της οικογένειας *Eriophyidae*.

5.1.1. Μορφολογικές αλλοιώσεις

Οι επί τόπου παρατηρήσεις στο ύπαιθρο κατέδειξαν ότι οι φυτικοί οργανισμοί που μελετήθηκαν, άλλοι λιγότερο και άλλοι περισσότερο, ζημιώνονται από τη δράση των ακάρεων της οικογένειας *Eriophyidae*. Πιο συγκεκριμένα, οι περισσότερες από τις παρατηρηθείσες μορφολογικές αλλοιώσεις ταξινομούνται στις ερινώσεις και τις κηκίδες, οι οποίες ενδέχεται να είναι περισσότερες από μία στη φυλλική επιφάνεια. Η εξέλιξη των ερινώσεων και των κηκίδων είναι η ακόλουθη: αρχικά, εντοπίζονται πολύ μικρά εξογκώματα στην επιφάνεια του φύλλου, τα οποία δεν διαφέρουν ως προς το χρωματισμό τους από το υπόλοιπο φύλλο. Με την πάροδο όμως ορισμένων ημερών, οι αλλοιώσεις αυτές καθίστανται εξόφθαλμες, τόσο από πλευράς μεγέθους όσο και από πλευράς χρωματικής μεταβολής. Ενδιαφέρον, συνεπώς, παρουσιάζουν και οι αποχρώσεις στους αλλοιωμένους φυτικούς ιστούς, με συσσώρευση συνήθως ανθοκυανών που προσδίδουν σε αυτούς ερυθρό μεταχρωματισμό, όπως στις περιπτώσεις των κηκίδων της καρυδιάς και της σκλήθρας. Σε ορισμένες προσβολές οι μεταχρωματισμοί αποδίδονται

σε άγνωστη χρωστική. Χαρακτηριστική είναι επίσης η ύπαρξη πλούσιου υπερτροφικού τριχώματος σε πολλές προσβεβλημένες περιοχές. Παρακάτω παρατίθεται ο Πίνακας 3, στον οποίο παρουσιάζονται τα φυτά-ξενιστές, τα είδη των ακάρεων που επάγουν τις μορφολογικές μεταβολές σε αυτά όπως επίσης και το είδος των μορφολογικών αλλοιώσεων.

Πίνακας 3. Συνοπτική παρουσίαση των φυτών-ξενιστών, των ειδών ακάρεων που επάγουν τις μορφολογικές μεταβολές σε αυτά καθώς και του είδους των μορφολογικών αλλοιώσεων.		
ΦΥΤΟ-ΞΕΝΙΣΤΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΑΚΑΡΕΩΣ	ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ
Άμπελος (<i>Vitis vinifera</i>)	<i>Colomerus vitis</i>	Ερινώσεις
Γκορτσιά (<i>Pyrus amygdaliformis</i>)	<i>Eriophyes pyri</i>	Καστανέρυθρες κηκίδες
Ελιά (<i>Olea europaea</i>)	<i>Eriophyes oleae</i>	Καστανοί μεταχρωματισμοί στην κάτω επιφάνεια των φύλλων
Ιτιά (<i>Salix sp.</i>)	<i>Anthocoptes salicis</i>	"Σκούπα της μάγισσας"
Καρυδιά (<i>Juglans regia</i>)	<i>Eriophyes erineus</i> <i>Eriophyes tristriatus</i>	Ερινώσεις Καστανέρυθρες κηκίδες
Πουρνάρι (<i>Quercus coccifera</i>)	<i>Aceria ilicis</i>	Ερινώσεις
Σκλήθρα (<i>Alnus glutinosa</i>)	<i>Acalitus brevitarsus</i>	Ερίνωση
Σφένδαμος (<i>Acer pseudoplanatus</i>)	<i>Aceria sp.</i>	Ερυθρές κηκίδες

5.1.2. Ανατομικές αλλοιώσεις

Όσον αφορά στις ανατομικές αλλοιώσεις στα φυτά-ξενιστές, οι παρατηρήσεις εγκαρσίων τομών φύλλων στις προσβεβλημένες περιοχές που πραγματοποιήθηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο (με διερχόμενο φωτισμό ή σε πεδίο πολωμένου φωτός) κατέδειξαν πλήθος μεταβολών στους ιστούς των φύλλων. Σχετικά με τις ερινώσεις και τις κηκίδες, θα πρέπει να αναφερθεί πως σε ανατομικό επίπεδο φαίνονται ξεκάθαρα οι διαφοροποιήσεις, ως προς τις διαστάσεις, σε σχέση με τους παρακείμενους φυσιολογικούς ιστούς του μεσόφυλλου. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις είναι εμφανής η συγκέντρωση ανθοκυανών στους προσβεβλημένους φυλλικούς ιστούς, όπως για παράδειγμα στη σφένδαμο. Οι άφθονες υπερτροφικές τρίχες που

αναπτύσσονται σε αυτούς τους σχηματισμούς χαρακτηρίζονται από το μεγαλύτερο μέγεθος τους σε σχέση με τις φυσιολογικές και από το γεγονός ότι συσσωρεύονται σε αυτές χρωστικές κατά την αύξηση της ηλικίας του φύλλου. Οι συγκεκριμένες χρωστικές αρχίζουν να συγκεντρώνονται στο φύλλο ήδη από τα πρώτα στάδια της προσβολής. Επίσης, συχνά παρατηρείται και συγκέντρωση άλλων φαινολικών ουσιών. Πέραν από τις αναφερθείσες ανωμαλίες, πολλές φορές εμφανίζονται στο μεσόφυλλο είτε μεγάλοι μεσοκυττάριοι χώροι είτε τεράστιες κοιλότητες, όπως στις ερινώσεις της καρυδιάς.

Ενδιαφέρον παρουσίασε και η μελέτη της αποαξονικής επιφάνειας φύλλων ελιάς προσβεβλημένης από ακάρεα του είδους *E. oleae*. Μετά την προσεκτική αφαίρεση του τριχώματος με τη χρήση κολλητικής ταινίας (σελοτέιπ) και την απ' ευθείας παρατήρηση στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, κατέστη εμφανές ότι τα προσβεβλημένα φύλλα δεν διέθεταν στομάτια, ή, όταν αυτά υπήρχαν, ήταν ατελώς σχηματισμένα και σε μικρό αριθμό απαντώντα. Αντιθέτως, η παρατήρηση στο μάρτυρα έδειξε ότι φυσιολογικά φύλλα της ίδιας ηλικίας διέθεταν μεγάλο αριθμό πλήρως ανεπτυγμένων στοματίων .

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η μελέτη των μορφολογικών και ιστολογικών διαφοροποιήσεων που επάγονται από τα ακάρεα της οικογένειας *Eriophyidae* αποτελεί αντικείμενο που δεν έχει απασχολήσει ιδιαίτερα τους επιστήμονες και αυτό διαπιστώνεται από την έλλειψη επαρκούς εξειδικευμένης επί του θέματος βιβλιογραφίας.

Τα κύρια συμπτώματα στα φυτά-ξενιστές ήταν η εμφάνιση κηκίδων και ερινώσεων συνοδευόμενων από άφθονο υπερτροφικό τρίχωμα στις περισσότερες των περιπτώσεων, καθώς επίσης και μεταχρωματισμών στην επιδερμίδα και το μεσόφυλλο. Οι περισσότερες εξ' αυτών των αλλοιώσεων καθίστανται ορατές δια γυμνού οφθαλμού με απλή παρατήρηση στο ύπαιθρο, άλλες όμως μελετώνται καλύτερα με τη χρήση μικροσκοπίου.

Οι κηκίδες και οι ερινώσεις αποτελούν χαρακτηριστικά συμπτώματα προσβολής από *Eriophyidae* και γενικότερα από τα *Eriophyoidea*. Πρόκειται περί σχηματισμών που δημιουργούνται έμμεσα από τα ακάρεα, ως

αποτέλεσμα της δράσης τοξινών της σιέλου τους που οδηγεί σε υπερτροφία και υπερπλασία, με απώτερο σκοπό την εξασφάλιση του κατάλληλου μικροπεριβάλλοντος για την επιβίωση των Eriophoridae. Σύμφωνα με τις μέχρι τώρα έρευνες, πέραν των ευνοϊκών συνθηκών διαβίωσης, οι παραπάνω) σχηματισμοί αποτελούν και σημαντικό ιστό διατροφής για τα ακάρεα, διότι τα κύτταρα τους έχουν εξειδικευτεί στο να παρέχουν σε αυτά τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, μετά από κατάλληλες διαφοροποιήσεις.

Με βάση τα μέχρι τώρα δεδομένα τα ακάρεα προξενούν το σχηματισμό των υπερτροφικών τριχών προς όφελος τους. Η συγκέντρωση φαινολικών ουσιών στις ζημιωμένες περιοχές πιθανώς ανήκει στους μηχανισμούς αμυντικής θωράκισης των φυτών, χωρίς όμως να έχει αποσαφηνιστεί επιστημονικά ο ρόλος τους στην περίπτωση προσβολής από ακάρεα.

Ένα άλλο σημαντικό εύρημα, σχετικά με τις ανατομικές αλλοιώσεις, ήταν και η εμφάνιση μεγάλων μεσοκυττάρων χώρων στο προσβεβλημένο μεσόφυλλο πολλών φυτών-ξενιστών. Αυτή είναι πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι τα προσβεβλημένα φύλλα, στην προσπάθειά τους να αυξηθούν σε μέγεθος, εμφανίζουν μεγάλα κενά μεταξύ των υγιών και των ζημιωμένων κυττάρων του μεσόφυλλου, δεδομένου ότι τα τελευταία είτε έχουν αλλοιωθεί είτε έχουν νεκρωθεί.

Στην περίπτωση της καρυδιάς, από την άλλη, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε και η εμφάνιση μεγάλων κοιλοτήτων στο εσωτερικό των κηκίδων προξενούμενες από το *E. tristriatus*, εκτός από τη συσσώρευση ανθοκυανών. Αυτές οι κοιλότητες πιθανό να δημιουργούνται από τις πραγματοποιούμενες μεταβολές στο μεσόφυλλο, με αποτέλεσμα το σχηματισμό μεγάλων μεσοκυττάρων χώρων. Επίσης, οι προξενούμενες κηκίδες χαρακτηρίζονται από την παρουσία τους κατά μήκος των νευρώσεων των φύλλων, επειδή οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες είναι πλούσιες σε φωτοσυνθετικές ουσίες, δηλαδή απαραίτητες τροφές για τα ακάρεα. Επιπλέον, το *E. erineus* προκάλεσε τη δημιουργία διαχωρισμών στην περιοχή του μεσόφυλλου με κατάρρευση του τελευταίου κατά τόπους και την παραγωγή άφθονων υπερτροφικών τριχών στις κοιλότητες.

Η προσβολή της ελιάς από το άκαρι *E. oleae* οδηγεί στην εμφάνιση περιοχών με καστανό μεταχρωματισμό στην αποαξονική επιφάνεια των φύλλων, ως αποτέλεσμα της καταστροφής των αστεροειδών τριχών στα

ώριμα φύλλα, ενώ τυχόν ζημιά στα ακραία μεριστώματα προκαλεί ανάσχεση και παραμόρφωση της βλάστησης. Ιστολογικές αναλύσεις κατέδειξαν την εμφάνιση μεταβολών στην επιδερμίδα και το μεσόφυλλο, τα οποία έχουν μετατραπεί σε κατάλληλο ιστό διατροφής για τα ακάρεα. Παρόμοιες παρατηρήσεις έγιναν και στην προκειμένη μελέτη, που συμφωνούν με τα παραπάνω. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι παρεμποδίζεται ή δεν ολοκληρώνεται ο σχηματισμός στοματίων στην κάτω επιδερμίδα σε ζημιωμένες περιοχές από το *E. oleae* φύλλων διαφόρων ηλικιών. Οι επιπτώσεις της δεδομένης αλλοίωσης είναι σημαντικές στην ανταλλαγή των αερίων ανάμεσα στο φυτό και την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται ορισμένες φυσιολογικές διεργασίες, όπως η αναπνοή, η διαπνοή και η φωτοσύνθεση. Δεν αποκλείεται πάντως το φυτό να προσπαθεί να μειώσει τον αριθμό των σχηματιζόμενων στοματίων με σκοπό να περιορίσει τη διαπνοή. Σε περιπτώσεις έντονης προσβολής του φυλλώματος, σε συνδυασμό με περιόδους υδατικής και θερμικής καταπόνησης των ελαιοδένδρων, οι δυσμενείς επιδράσεις είναι οπωσδήποτε πολύ μεγάλες και δυνατό να έχουν αξιοσημείωτες συνέπειες στην παραγωγή.

Οι γνώσεις πάνω στις μορφολογικές και τις ανατομικές αλλοιώσεις των φυτών-ξενιστών είναι μέχρι στιγμής περιορισμένες. Είναι απαραίτητο οι μελέτες να επεκταθούν σε βάθος όχι μόνο στα εξετασθέντα φυτά, αλλά και σε υπόλοιπα, με προτεραιότητα σε όσα παρουσιάζουν καλλιεργητικό ενδιαφέρον. Προς το παρόν οι υπάρχουσες έρευνες δίνουν μια απλοποιημένη εικόνα των πολύπλοκων σχέσεων που υφίστανται μεταξύ των *Eriophyidae* και των ξενιστών τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Amrine, J W. and T A. Stasny. 1994. Catalog of the Eriophyoidea (Acarina; Prostigmata) of the world. West Bloomfield, MI Indira Publishing House.

Jeppson, L.R.; Keifer, H.H.; Baker, E.W. 1975. In: *Mites injurious to economic plants*, pp. 166, 171-173. University of California Press, Berkeley, USA.

Krantz, G. W. 1973. Observations on the morphology and behavior of the filbert rust mite, *Aculus comatus* (Prostigmata: Eriophyoidea) in Oregon. *Annals of the Entomological Society of America*, 66: 709-717.

Κωβαίος, Δ. Σ. 2010. Ακαρολογία. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, σελ. 224.

Μπαδιεριτάκης, Ε. Γ. 2005. Μορφολογικές και ιστολογικές αλλοιώσεις φυτών- ξενιστών από ακάρεα της οικογένειας Eriophyidae (Acari: Prostigmata). Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Oldfield, G.N. 1996. Diversity and host plant specificity. In: *Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control* (Eds. E. E. Lindquist, M. W. Sabelis, and J. Bruin), pp. 199–216, Amsterdam, Elsevier.

Royalty, R. N and T. M. Perring. 1996. Nature of damage and its assessment, In: *Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control* (Eds. E. E. Lindquist, M. W. Sabelis, and J. Bruin), pp. 493-512, Amsterdam, Elsevier.

Σουλιώτη, Π., Μαργογιαννάκη, Δ. και Γιαννοπολίτης Κ. Ν. 2001. Ακάρεα & Ακαρεοκτόνα. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, σελ. 112.