



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ
ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών με φυσικούς εχθρούς σε
θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης (*Cannabis Sativa* var. Fututra)

Γεράσιμος Σ. Γραμμένος

Επιβλέπων καθηγητής:
Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2023

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών με φυσικούς εχθρούς σε
θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης (*Cannabis Sativa* var. *Futura*)

“Beneficial Insects and predatory mites for Biological Pest Control in Greenhouse
Cannabis Production (*Cannabis Sativa* var. *Futura*)”

Γεράσιμος Σ. Γραμμένος

Εξεταστική Επιτροπή:

Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Γιαννακού Ιωάννης, Καθηγητής ΓΠΑ

Κακαμπούκη Ιωάννα, Επίκουρος καθηγητής ΓΠΑ

Ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών με φυσικούς εχθρούς σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης (Cannabis Sativa var. Fututra)

*ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πραγματοποιήθηκε πειραματικό σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης, που έλαβε χώρα στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών με σκοπό να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των ωφέλιμων εντομών ως κύρια μέθοδος φυτοπροστασίας στην εν λόγω καλλιέργεια. Για την υλοποίηση του πειραματικού χρησιμοποιήθηκαν δυο θερμοκήπια. Έγινε χρήση ωφέλιμων εντόμων μόνο στο ένα θερμοκήπιο (με επέμβαση), ενώ στο δεύτερο θερμοκήπιο (μάρτυρας) δεν έγινε καμία εξαπόλυση φυσικών εχθρών, με σκοπό να αξιολογηθεί και συγκριτικά η αποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν οπτική εκτίμηση της προσβολής, καταγραφή ειδών και πληθυσμών εντομολογικών εχθρών και σύγκριση προσβολών και αποδόσεων μεταξύ των θερμοκηπίων.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα ωφέλιμα έντομα μπορούν να ελέγξουν τους πληθυσμούς των εντομολογικών εχθρών έως και 100%. Παρόλο που οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν ήταν βέλτιστες και παρατηρήθηκαν έντονες προσβολές καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μας, τα ωφέλιμα έντομα διαχειρίστηκαν με επιτυχία τις προσβολές αυτές. Συμπεραίνουμε, ότι η βιολογική καταπολέμηση με ωφέλιμα έντομα είναι μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος για τη διαχείριση εντομολογικών εχθρών στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης.

Επιστημονική περιοχή: Ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών οργανισμών

Λέξεις κλειδιά: Ωφέλιμα έντομα, αρπακτικά ακάρεα, φυσικοί εχθροί, κάνναβη, θερμοκήπιο, ολοκληρωμένη διαχείριση εχθρών

Beneficial Insects and predatory mites for Biological Pest Control in Greenhouse Cannabis Production (Cannabis Sativa var. Fututra)

MSc Innovative Applications in Sustainable Agriculture, Plant Breeding and Agrometeorology

Department of Plant Production Science

Agriculture Laboratory

ABSTRACT

A greenhouse cannabis cultivation took place in Agriculture university of Athens in order to quantify the efficiency of beneficial insects as a main method of pest management. Cannabis plants grown in two greenhouses and beneficial insects released only in one greenhouse as a means to investigate the efficacy against pests by the comparison with the control greenhouse. Measurements included the visual estimation of infestation, the recording of pest species and populations, and the comparison of infestations and yields amongst greenhouses.

Our results indicate that beneficial insects could control pest populations up to 100%. Even though the environmental conditions were not optimal and consecutive pest infestations observed throughout the duration of our study, the beneficial insects successfully managed the pest populations. In conclusion, biological control with beneficial insects is a very effective method for pest management in greenhouse cannabis production.

Scientific area: Integrated pest management

Keywords: Beneficial insects, predatory mites, natural enemies, cannabis sativa, greenhouse, integrated pest management

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επίτιμο Διδάκτορα και επιβλέποντα κ. Δημήτριο Μπιλάλη, για την ανάθεση και υλοποίηση αυτού του θέματος όσο και για το χρόνο και τις πολύτιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια του ερευνητικού προγράμματος αλλά και της συγγραφής της εργασίας αυτής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και τον Καθηγητή κ. Ιωάννη Γιαννακού, για την άψογη συνεργασία μας και για την υποστήριξή του σε εντομολογικού περιεχομένου θέματα.

Συνεχίζοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία Koppert Hellas, η οποία μου έδωσε τη δυνατότητα να είμαι επικεφαλής του πειραματικού έργου, και κάλυψε το κόστος της υλοποίησής του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις υποψήφιες Διδάκτορες, Αντιγολένα Φολίνα, Στέλλα Καρυδόγιαννη, Βαρβάρα Κουνέλη και τον μεταπτυχιακό συμφοιτητή και φίλο Εμμανουήλ Πλατανόπουλο για την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφεραν καθ' όλη την διάρκεια του προγράμματος και για την αμέτρητες ώρες που αφιερώσαμε στο πειραματικό έργο.

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | 5 |
| 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΝΝΑΒΗ | 12 |
| 1.1 Εισαγωγή..... | 12 |
| 1.2 Ιστορική Αναδρομή..... | 12 |
| 1.3 Δεδομένα Καλλιέργειας στην Ευρώπη..... | 13 |
| 1.4 Δεδομένα Καλλιέργειας στην Ελλάδα | 14 |
| 1.5 Προϊόντα και χρήσεις βιομηχανικής κάνναβης..... | 17 |
| 1.6 Στατιστικά και Οικονομικά στοιχεία..... | 20 |
| 1.6.1 Παγκόσμια Παραγωγή | 20 |
| 1.6.2 Παγκόσμια Παραγωγή Σπόρου | 21 |
| 1.6.3 Παγκόσμια Παραγωγή Ίνας | 22 |
| 1.7 Συστηματική Ταξινόμηση | 24 |
| 1.7.1 Κάνναβη και Κανναβινοειδή..... | 25 |
| 1.8 Μορφολογία και Ανατομία του φυτού | 29 |
| 1.8.1 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά..... | 30 |
| 1.8.2 Τριχώματα Κάνναβης..... | 33 |
| 1.8.2.1 Αδενώδη Τριχώματα | 33 |
| 1.8.2.2 Μη Αδενώδη Τριχώματα..... | 36 |
| 1.8.3 Ανατομία φυτού | 37 |
| 1.9 Βιολογικός Κύκλος | 42 |
| 1.9.1 Βλάστηση (Germination) | 42 |
| 1.9.2 Σπορόφυτο (Seedling) | 43 |
| 1.9.3 Βλαστική ανάπτυξη (Vegetative growth)..... | 44 |
| 1.9.4 Προ-άνθηση (Pre-flowering)..... | 44 |
| 1.9.5 Ανθοφορία..... | 45 |
| 1.10 Εντομολογικοί εχθροί και ακάρεα..... | 47 |
| 1.10.1 Δίστικτος τετράνυχος <i>Tetranychus urticae</i> | 47 |
| 1.10.1.1 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση | 48 |
| 1.10.1.2 Πληθυσμιακή ανάπτυξη | 50 |

| | |
|---|----|
| 1.10.1.3 Συμπτώματα προσβολής..... | 50 |
| 1.10.1.4 Διασπορά..... | 51 |
| 1.10.1.5 Διαχείμαση | 51 |
| 1.10.1.6 Φυσιικοί εχθροί των τετρανύχων | 52 |
| 1.10.1.6.1 Αρπακτικό άκαρι <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 52 |
| 1.10.1.6.1.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη | 53 |
| 1.10.1.6.1.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 53 |
| 1.10.1.6.1.3 Διατροφική συμπεριφορά..... | 54 |
| 1.10.1.6.1.4 Ανιχνευτική συμπεριφορά και εξάπλωση | 55 |
| 1.10.1.6.2 Αρπακτικό άκαρι <i>Neoseiulus californicus</i> | 56 |
| 1.10.1.6.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη | 56 |
| 1.10.1.6.2.2 Διατροφική συμπεριφορά..... | 57 |
| 1.10.1.6.2.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 57 |
| 1.10.1.6.3 <i>Feltiella acarisuga</i> | 58 |
| 1.10.1.6.3.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη | 58 |
| 1.10.1.6.3.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 59 |
| 1.10.1.6.3.3 Διατροφική συμπεριφορά..... | 59 |
| 1.10.2 Αφίδες..... | 60 |
| 1.10.2.1 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 61 |
| 1.10.2.2 Πληθυσμιακή ανάπτυξη | 62 |
| 1.10.2.3 Ζημιά | 63 |
| 1.10.2.4 Διανομή και διασπορά..... | 63 |
| 1.10.2.5 Φυσιικοί εχθροί των αφίδων..... | 64 |
| 1.10.2.5.1 Παρασιτική σφήκα <i>Aphidius ervi</i> | 64 |
| 1.10.2.5.1.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη | 64 |
| 1.10.2.5.1.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 65 |
| 1.10.2.5.2 Παρασιτική σφήκα <i>Aphidius matricariae</i> | 65 |
| 1.10.2.5.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη | 65 |
| 1.10.2.5.2.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 65 |
| 1.10.2.5.3 <i>Chrysoperla carnea</i> | 66 |
| 1.10.2.5.3.1 Διατροφική συμπεριφορά..... | 66 |
| 1.10.2.5.3.2 Πληθυσμιακή ανάπτυξη και διαχείμαση | 67 |

| | |
|--|----|
| 1.10.2.5.3.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 67 |
| 1.10.3 Θρίπες..... | 68 |
| 1.10.3.1 Αναπαραγωγή..... | 69 |
| 1.10.3.2 Ανάπτυξη και διασπορά..... | 69 |
| 1.10.3.3 Ζημιά..... | 70 |
| 1.10.3.4 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 70 |
| 1.10.3.5 Φυσιικοί εχθροί των θρίπα..... | 71 |
| 1.10.3.5.1 Αρπακτικό άκαρι <i>Amblyseius swirskii</i> | 71 |
| 1.10.3.5.1.1 Ανάπτυξη πληθυσμού..... | 71 |
| 1.10.3.5.1.2 Διατροφική συμπεριφορά..... | 72 |
| 1.10.3.5.1.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 72 |
| 1.10.3.5.2 Αρπακτικό <i>Orius laevigatus</i> | 73 |
| 1.10.3.5.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη..... | 73 |
| 1.10.3.5.2.2 Διατροφική συμπεριφορά..... | 73 |
| 1.10.3.5.2.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 74 |
| 1.10.3.5.2.4 Συμπεριφορά αναζήτησης και διασπορά..... | 74 |
| 1.10.4 Αλευρώδεις..... | 75 |
| 1.10.4.1 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 75 |
| 1.10.4.2 Ζημιά..... | 76 |
| 1.10.4.3 Φυσιικοί εχθροί του αλευρώδη..... | 77 |
| 1.10.4.3.1 Παρασιτική σφήκα <i>Encarsia Formosa</i> | 77 |
| 1.10.4.3.1.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη..... | 77 |
| 1.10.4.3.1.2 Βιολογικός κύκλος και χαρακτηριστικά..... | 77 |
| 1.10.4.3.2 Παρασιτική σφήκα <i>Eretmocerus eremicus</i> | 78 |
| 1.10.4.3.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη..... | 78 |
| 1.10.4.3.2.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση..... | 78 |
| 1.11 Επιπτώσεις Εντομοκτόνων..... | 79 |
| 1.12 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παρασίτων – IPM (Integrated Pest Management)..... | 80 |
| 2. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ..... | 82 |
| 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ..... | 83 |
| 3.1 Τοποθεσία Πειράματος..... | 83 |
| 3.2 Φυτικό Υλικό..... | 84 |

| | |
|--|-----|
| 3.3 Πειραματικό σχέδιο..... | 85 |
| 3.4 Προσδιορισμοί - Μετρήσεις..... | 87 |
| 3.4.1 Απελευθέρωση Φυσικών Εχθρών | 87 |
| 3.4.2 Μετρήσεις..... | 92 |
| 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 93 |
| 4.1 Σύγκριση Πληθυσμών - Θερμοκηπίων | 93 |
| 4.2 Τετράνυχος..... | 95 |
| 4.3 Αφίδες | 96 |
| 4.4 Θρίπες..... | 97 |
| 4.5 Αλευρώδεις..... | 98 |
| 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 100 |
| 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 102 |
| 7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ..... | 113 |

Κατάλογος Εικόνων

| | |
|---|-----|
| Εικόνα 1: Καλλιεργούμενη έκταση κάνναβης ανά χώρα στην Ευρώπη το 2018 | 14 |
| Εικόνα 2: Τα κυριότερα κανναβινοειδή | 19 |
| Εικόνα 3: Ναρκωτικός τύπος (α) και κλωστικός τύπος (β) φυτών <i>Cannabis sativa</i> | 27 |
| Εικόνα 4: Ανάλυση βιομάζας κάνναβης με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας με αέρια χρωματογραφία (GC-FID)..... | 28 |
| Εικόνα 5: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του <i>C. sativa</i> | 30 |
| Εικόνα 6: Μικρο-μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού <i>C. sativa</i> | 32 |
| Εικόνα 7: Αδενώδη και μη Αδενώδη τριχώματα του <i>C. sativa</i> | 35 |
| Εικόνα 8: Ανατομία του φύλλου του <i>C. sativa</i> | 38 |
| Εικόνα 9: Ανατομία του στελέχους του <i>C. sativa</i> | 40 |
| Εικόνα 10: Ανατομία διαφόρων μερών του φυτού <i>C. sativa</i> | 41 |
| Εικόνα 11: Αρχικά στάδια βλάστησης σπόρου κάνναβης και εμφάνιση κοτυληδόνων | 43 |
| Εικόνα 12: Σπορόφυτο βιομηχανικής κάνναβης περίπου 2 εβδομάδων..... | 44 |
| Εικόνα 13: Θηλυκά άνθη κατά την πρώτη εβδομάδα της ανθοφορίας..... | 45 |
| Εικόνα 14: Άνθη βιομηχανικής κάνναβης κατά το τέλος της ανθοφορίας λίγο πριν τη συγκομιδή..... | 46 |
| Εικόνα 15: Ενήλικο άτομο <i>Tetranychus urticae</i> | 48 |
| Εικόνα 16: Βιολογικός κύκλος <i>Tetranychus urticae</i> | 49 |
| Εικόνα 17: Άπτερες μορφές του <i>Aphis gossypii</i> | 61 |
| Εικόνα 18: Προνύμφη του <i>Frankliniella occidentalis</i> | 69 |
| Εικόνα 19: Όλα τα στάδια του αλευρώδη <i>Bemisia tabaci</i> | 75 |
| Εικόνα 20: Αεροφωτογραφία του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών | 83 |
| Εικόνα 21: Διάταξη θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων | 86 |
| Εικόνα 22: Διάταξη θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων | 86 |
| Εικόνα 23: Διάταξη γλαστρών εντός του θερμοκηπίου | 113 |
| Εικόνα 24: Διάταξη γλαστρών εντός του θερμοκηπίου (1 από τα 4 plots)..... | 113 |
| Εικόνα 25: Προϊόντα Φυσικών Εχθρών της εταιρίας Koppert | 114 |
| Εικόνα 26: Υγιές φυτό στο (GH T) με χρήση ωφέλιμων εντόμων | 114 |
| Εικόνα 27: Εξαπόλυση αρπακτικών ακάρεων μέσα σε ειδικά φακελάκια | 115 |
| Εικόνα 28: Υγιή φυτά στο στάδιο της ανάπτυξης στο (GH T)..... | 116 |
| Εικόνα 29: Εξαπόλυση του αρπακτικού <i>Chrysopa carnea</i> | 117 |
| Εικόνα 30: Έλεγχος κολλητικής παγίδας | 117 |
| Εικόνα 31: Το αρπακτικό <i>C. carnea</i> τρέφεται με αφίδες | 118 |
| Εικόνα 32: Παρασιτισμένη αφίδα στο (GH T) | 118 |
| Εικόνα 33: Ιστός από τετράνυχο στο (GH C) | 119 |
| Εικόνα 34: Άπτερες μορφές αφίδας στο θερμοκήπιο μάρτυρα (GH C) | 120 |
| Εικόνα 35: Έντονη προσβολή από αφίδες στο (GH C)..... | 121 |
| Εικόνα 36: Έντονη προσβολή από τετράνυχο στο θερμοκήπιο μάρτυρα (GH C)..... | 122 |

Κατάλογος Πινάκων

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1: Ταξινόμηση του <i>Cannabis sativa</i> | 26 |
| Πίνακας 2: Βασικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας βιομηχανικής κάνναβης (<i>var. Futura 75</i>) | 84 |
| Πίνακας 3. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο του τετράνυχου (<i>TSSM</i>) | 87 |
| Πίνακας 4. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο των αφίδων | 89 |
| Πίνακας 5. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο των θριπών | 90 |
| Πίνακας 6. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο του αλευρώδη | 91 |
| Πίνακας 7. Μέσος αριθμός πληθυσμού παρασίτων στο (<i>GH T</i>) ανά φυτό | 93 |
| Πίνακας 8. Μέσος αριθμός πληθυσμού παρασίτων στο (<i>GH C</i>) ανά φυτό | 94 |

Κατάλογος Διαγραμμάτων

| | |
|--|----|
| Διάγραμμα 1: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (στρ) με βιομηχανική κάνναβη στην Ελλάδα τα έτη 2016-2020 (στοιχεία ΥΠΑΑΤ). | 15 |
| Διάγραμμα 2: Ποσοστά καλλιέργειας ποικιλιών βιομηχανικής κάνναβης το 2020..... | 16 |
| Διάγραμμα 3: Ποικιλίες βιομηχανικής κάνναβης που καλλιεργήθηκαν σε έκταση >50 στρέμματα, το 2019. | 16 |
| Διάγραμμα 4: Παγκόσμια παραγωγή σπόρου κάνναβης..... | 21 |
| Διάγραμμα 5: Καταμερισμός της παγκόσμιας παραγωγής σπόρου κάνναβης | 22 |
| Διάγραμμα 6: Παγκόσμια παραγωγή ίνας κάνναβης | 23 |
| Διάγραμμα 7: Καταμερισμός παγκόσμιας παραγωγής ίνας κάνναβης | 23 |
| Διάγραμμα 8: Οι 10 μεγαλύτερες χώρες παραγωγής ίνας κάνναβης..... | 24 |
| Διάγραμμα 9. Μέσος πληθυσμός του Τετράνυχου (<i>TSSM</i>) / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$). | 95 |
| Διάγραμμα 10. Μέσος πληθυσμός των αφίδων / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$). | 96 |
| Διάγραμμα 11. Μέσος πληθυσμός των θριπών / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$). | 97 |
| Διάγραμμα 12. Μέσος πληθυσμός του αλευρώδη / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$). | 98 |

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΝΝΑΒΗ

1.1 Εισαγωγή

Η βιομηχανική κάνναβη (*Cannabis Sativa* L.) είναι ένα είδος το οποίο συγκαταλέγεται στα ελαιούχα/κλωστικά φυτά και αποτελεί πρώτη ύλη για την παραγωγή πληθώρας προϊόντων. Ως βιομηχανική κάνναβη ορίζεται το είδος της κάνναβης (*Sativa*) το οποίο έχει περιεκτικότητα τετραϋδροκανναβινόλης (THC) < 0,2 %, που περιέχει τη ψυχοτρόπο ουσία του φυτού. Κάποια από τα προϊόντα που παράγονται από το φυτό είναι ο σπόρος του, ο ανθός του, το έλαιό του και οι ίνες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υφασμάτων αλλά και παλαιότερα για την παραγωγή χαρτιού.

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Η προέλευση του φυτού της κάνναβης (*Cannabis sativa* L.) τοποθετείται κατά την Νεολιθική εποχή, στην Κεντρική Ασία και διαδόθηκε σε όλον το κόσμο λόγω της μεγάλης προσαρμοστικότητας καθώς και των πολλών χρήσεων της (Fike, 2016). Κατά την αρχαιότητα οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν την κάνναβη για τη παραγωγή σχοινιών και υφασμάτων ενώ η πρώτη καταγραφή για την φαρμακευτική της χρήση βρέθηκε στους προϊστορικούς Σκύθες. Στη μεσαιωνική Ευρώπη η καλλιέργεια της κάνναβης καθιερώθηκε με σκοπό να καλύψει την αυξημένη ζήτηση για σχοινιά και πανιά των πλοίων (McPartland and Hegman, 2018).

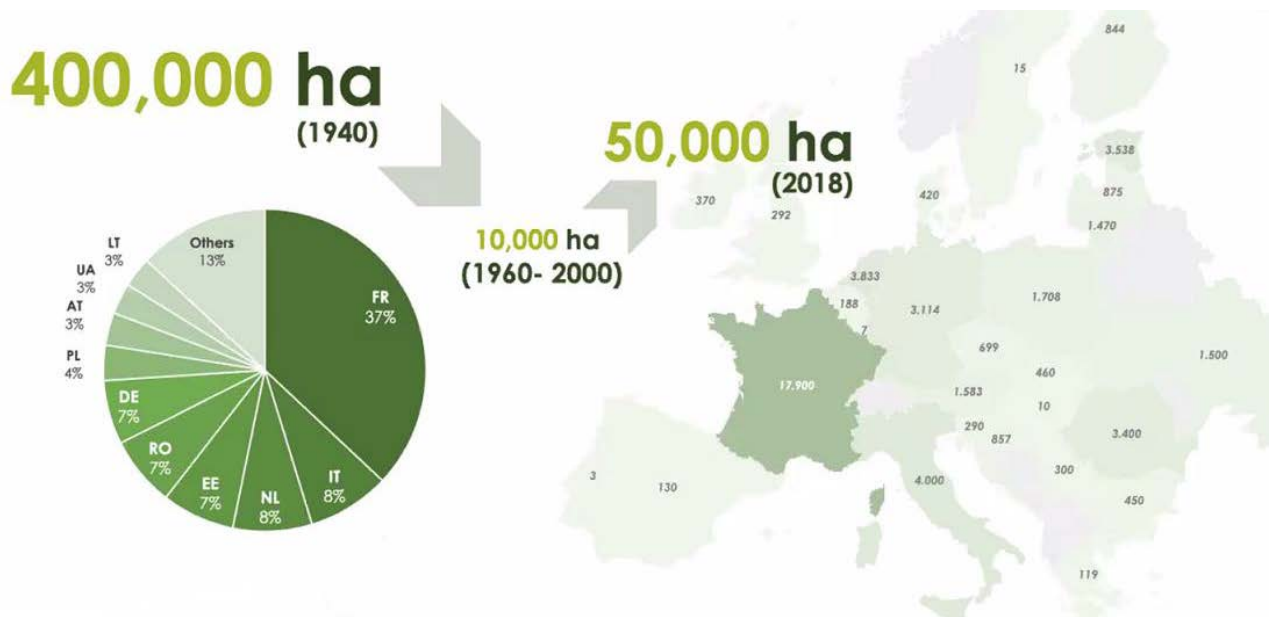
Η πρώτη αναφορά στην Ελλάδα την συναντάμε το 450 π.Χ. στον Ηρόδοτο για την παραγωγή σχοινιών και υφασμάτων. Το 1875 πραγματοποιήθηκε η πρώτη προσπάθεια οργανωμένης καλλιέργειας βιομηχανικής κάνναβης, η οποία και διαδόθηκε σταδιακά στα χρόνια που ακολούθησαν. Με τη λήξη του Α' Παγκοσμίου Πολέμου η βιομηχανική κάνναβη αποτέλεσε βασική γεωργική καλλιέργεια και εξαγωγίμο προϊόν έως το 1932. Στην Ελλάδα δραστηριοποιούνταν επτά κανναβουργεία, μέχρι το 1957 όπου βάση του νόμου απαγορεύθηκε η καλλιέργειά της (Παπαδόπουλος, 1974).

Η καλλιέργεια της κάνναβης άρχισε να φθίνει τη δεκαετία του 1980. Από 10,9 εκατ. στρέμματα, μέση ετήσια έκταση παγκοσμίως, την πενταετία 1948 - 1952, υποχώρησε στα 1,5 εκατ. στρέμματα την πενταετία 1987 - 1991, με κυριότερες χώρες καλλιέργειας την Κίνα, τον Καναδά, τις Ινδίες, την Αυστραλία, τη Ρωσία και την Ουγγαρία (Bouloc et al., 2013).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, η Ευρωπαϊκή Ένωση επανάφερε μέσω των επιδοτήσεων νέων καλλιεργειών, την καλλιέργεια της βιομηχανικής κάνναβης λόγω της ικανότητάς της να αναπτύσσεται σε μεγάλο φάσμα αγροκλιματικών συνθηκών με αυξημένη βιωσιμότητα σε οικονομικό, περιβαλλοντικό, αγρονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Επιπλέον αναπτυχθήκαν νέες ποικιλίες με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε τετραϋδρακανναβινόλη (THC) (Struik et al., 2000).

1.3 Δεδομένα Καλλιέργειας στην Ευρώπη

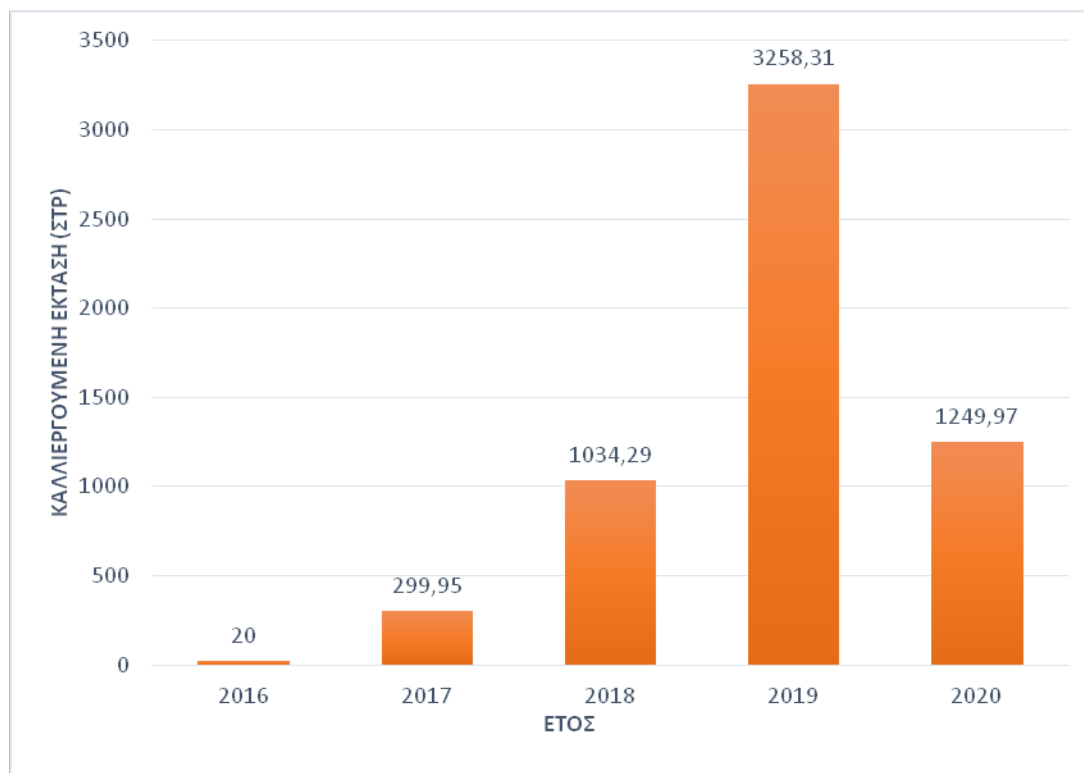
Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο Βιομηχανικής Κάνναβης (European Industrial Hemp Association EIIHA), αναφέρεται, ότι το 1940 η καλλιεργούμενη έκταση ήταν 4 εκ. στρ, το 2000 μειώθηκε στα 100.000 στρέμματα και το 2018 η καλλιεργούμενη έκταση αυξήθηκε αγγίζοντας τα 500.000 στρέμματα (EIIHA, 2018). Το 2018, στην Ευρώπη, η Γαλλία ήταν η χώρα με το μεγαλύτερο ποσοστό καλλιεργειών κάνναβης, που καταλάμβανε το 37% της προαναφερόμενης έκτασης. (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Καλλιεργούμενη έκταση κάνναβης ανά χώρα στην Ευρώπη το 2018

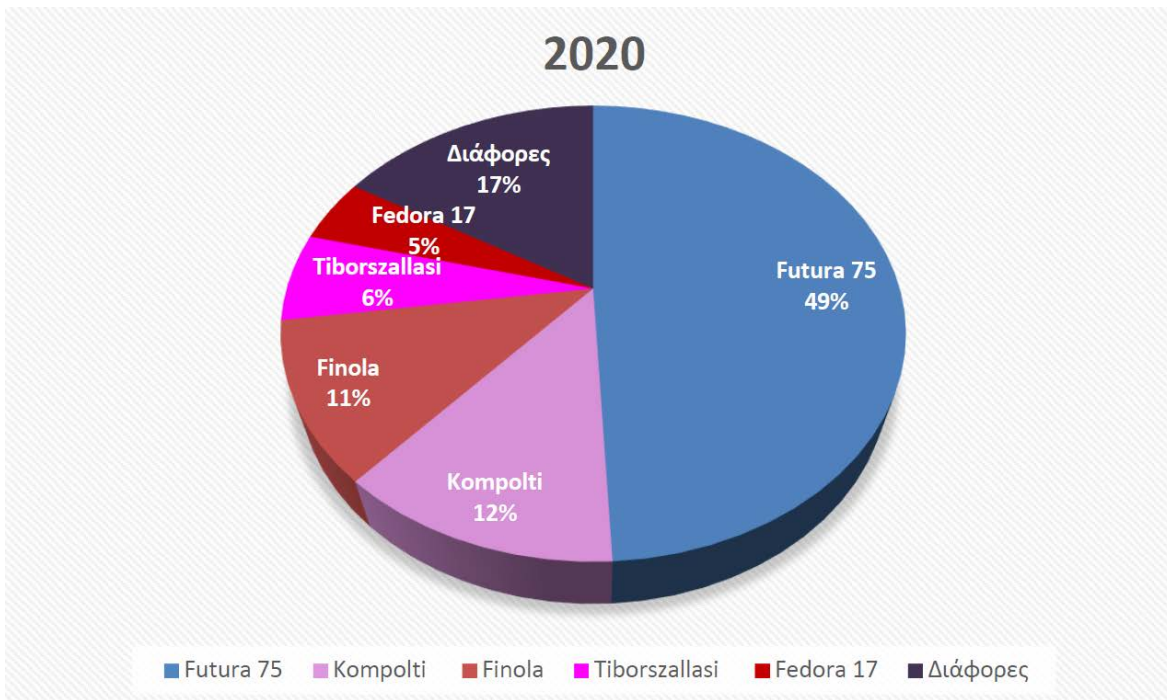
1.4 Δεδομένα Καλλιέργειας στην Ελλάδα

Το 2016 επιτράπηκε η καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης στην Ελλάδα, για ποικιλίες του φυτού *Cannabis Sativa* L με περιεκτικότητα τετραϋδροκανναβινόλης (THC) μικρότερη του 0,2%. Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζονται οι εκτάσεις που καλλιεργήθηκαν στην Ελλάδα, μετά το 2016.

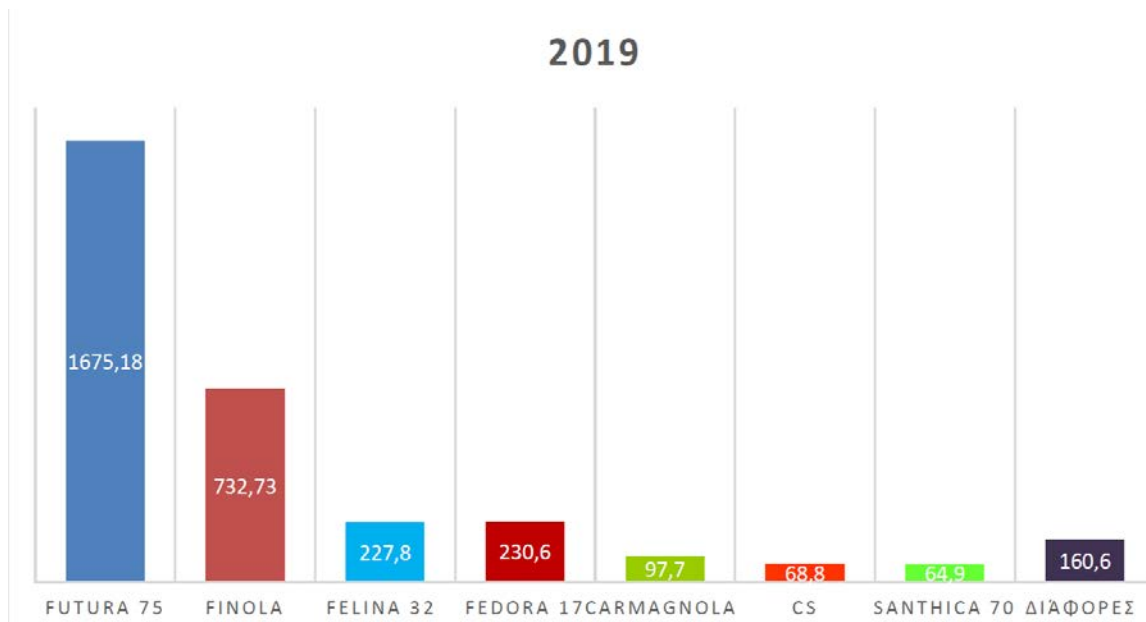


Διάγραμμα 1: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (στρ) με βιομηχανική κάνναβη στην Ελλάδα τα έτη 2016-2020 (στοιχεία ΥΠΑΑΤ).

Το 2020, στην Ελλάδα καλλιεργήθηκε βιομηχανική κάνναβη σε έκταση 1250 στρ. Κύρια καλλιεργούμενη ποικιλία, ήταν η γαλλική μονόκη ποικιλία Futura 75 σε ποσοστό 49%, ακολοθούμενη από τη ποικιλία Kompolti σε ποσοστό 12% (Διάγραμμα 2). Η ποικιλία Finola καλλιεργήθηκε σε ποσοστό 11% κυρίως για την παραγωγή ελαίου και σε μικρότερο ποσοστό, για την παραγωγή ανθού. Στο διάγραμμα 3 αναφέρονται τα στρέμματα καλλιέργειας των πιο ευρέως καλλιεργούμενων ποικιλιών για το έτος 2019.



Διάγραμμα 2: Ποσοστά καλλιέργειας ποικιλιών βιομηχανικής κάνναβης το 2020.



Διάγραμμα 3: Ποικιλίες βιομηχανικής κάνναβης που καλλιεργήθηκαν σε έκταση >50 στρέμματα, το 2019.

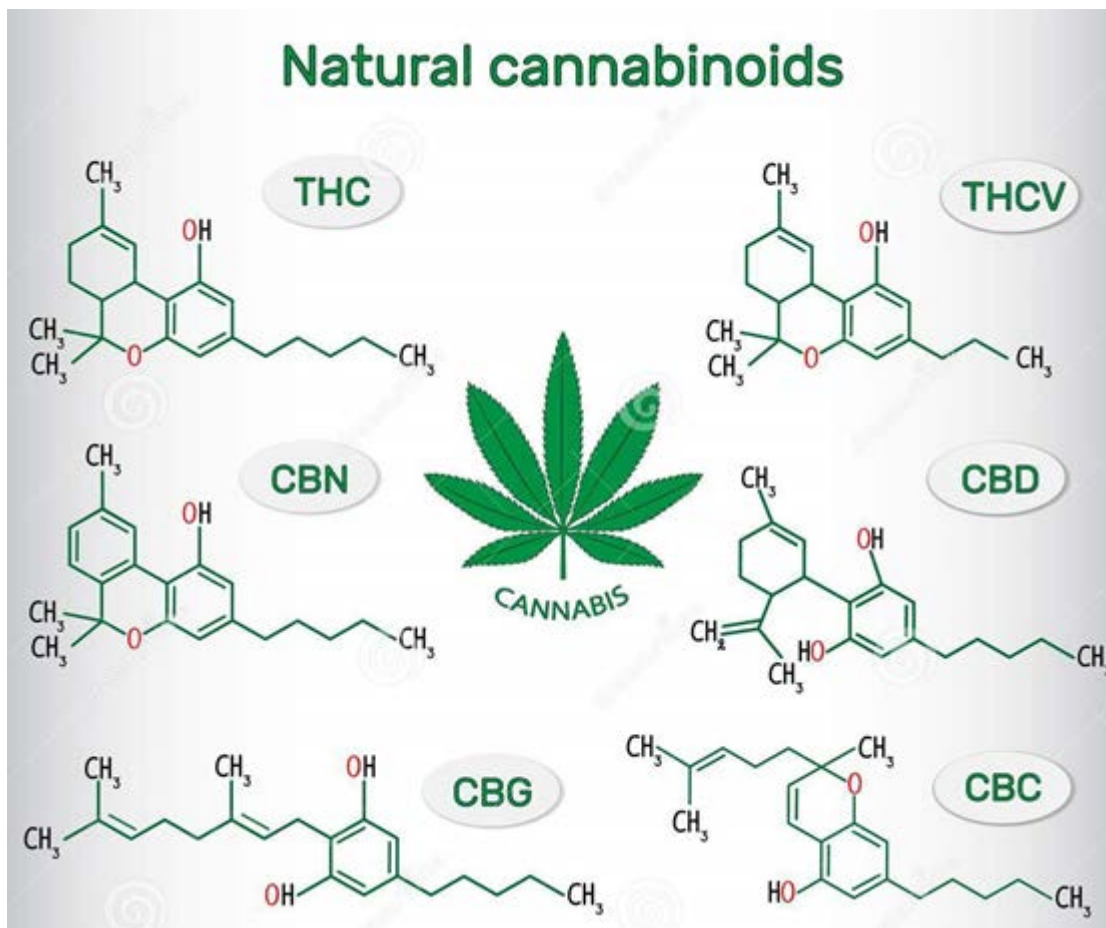
1.5 Προϊόντα και χρήσεις βιομηχανικής κάνναβης

Η βιομηχανική κάνναβη χρησιμοποιείται στην παραγωγή ενός πολύ μεγάλου φάσματος προϊόντων όπως υφάσματα, ρούχα, υποδήματα, βιοπλαστικά βιοκαύσιμα και άλλα. Οι ίνες του είδους αυτού είναι κατάλληλες για κατασκευή υφασμάτων 100% από κάνναβη όμως, το πιο σύνηθες είναι να αναμιγνύονται με ίνες από άλλα φυτά όπως με λινάρι, μετάξι, βαμβάκι και όχι μόνο. Τα υφάσματα κάνναβης έχουν παραπλήσια υφή με τα λινά υφάσματα, τα σχοινιά είναι κατά πολύ ανθεκτικότερα από τα αντίστοιχα βαμβακερά και ταυτόχρονα έχουν αντιβακτηριδιακή και αντιμυκητιακή ιδιότητα. Σημαντικό να αναφερθεί είναι το γεγονός πως οι ίνες των στελεχών του φυτού, προορίζονται για διαφορετική χρήση με βάση τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά δηλαδή το μήκος, πάχος και αντοχή. Οι πιο ποιοτικές ίνες οδηγούνται στην υφαντουργία σε ποσοστό 28% για να παραχθούν σχοινιά, σπάγκοι, υφάσματα ένδυσης, σάκοι, πανιά ιστιοφόρων κ.α. Η μεγαλύτερη ποσότητα των υπόλοιπων ινών, προωθείται για παραγωγή χαρτοπολτού αλλά και χαρτιού ειδικής ποιότητας (Κούστα, 2018). Οι ίνες κατώτερης ποιότητας, δηλαδή αυτές που έχουν μικρό μήκος ή είναι σπασμένες, χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστούν υλικά μόνωσης και οικοδομής αλλά χρήση έχουν ακόμα και στις αυτοκινητοβιομηχανίες. Όσον αφορά τις χρήσεις κάνναβης στις κατασκευές, οι ίνες της έχουν χρησιμοποιηθεί σε σκυρόδεμα μπλοκ από κάνναβη σαν μονωτικό υλικό (M.L. Ryder et al., 1987). Επίσης, τούβλα κάνναβης έχουν βρει πεδίο εφαρμογής σε οικοδομές όντας αντισεισμικά, πυρίμαχα αλλά και ανακυκλώσιμα (Τσιρογιάννης, 2020).

Ο σπόρος κάνναβης έχει περιεκτικότητα σε έλαιο που κυμαίνεται από 20 έως 35%. Το παραγόμενο έλαιο από το σπόρο μπορεί να γίνει στερεό και να χρησιμεύσει στην παρασκευή χρωμάτων που έχουν για βάση το λάδι, στη μαγειρική, σε πλαστικά ακόμα και σε κρέμες. Ακόμα, ο σπόρος του φυτού χρησιμοποιείται ευρέως μέσα στο μείγμα ζωοτροφών για πουλιά. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από μια μελέτη του 2003 η οποία έδειξε ότι πάνω από το 95% των σπόρων κάνναβης στην Ευρωπαϊκή Ένωση είχαν προορισμό τις ζωοτροφές πουλιών (Michael Karus, 2004). Είναι γεγονός ότι ο σπόρος κάνναβης είναι πηγή πολλών θρεπτικών στοιχείων και βιταμινών και έτσι από αυτόν παράγεται αλεύρι και λάδι για ανθρώπινη κατανάλωση. Το έλαιο περιέχει μεγάλο εύρος από λιπαρά οξέα όπως λινελαικό οξύ, άλφα και γάμμα λινελαικό, τα

οποία προσλαμβάνονται μονάχα μέσω του πεπτικού συστήματος και θεωρούνται απαραίτητα για τον άνθρωπο (Callaway, 1998). Εκτός των λιπαρών οξέων, περιέχει βιταμίνες, μέταλλα, αντιοξειδωτικά, πρωτεΐνες και αμινοξέα. Οι πρωτεΐνες αυτές είναι ισορροπημένες και εύκολα αφομοιώσιμες. Χαρακτηριστικά, 100 γραμμάρια σπόρου περιέχει 586 θερμίδες και αποτελείται από 5% νερό, 5% υδατάνθρακες, 49% ολικό λίπος και 31% από πρωτεΐνες (Τσιρογιάννης, 2020). Οι σπόροι αυτοί, καταναλώνονται ωμοί, αλεσμένοι ή ξηροί σε σκόνη. Μπορούν ακόμη να παραχθεί από αυτούς υγρό για ποτά όπως γάλα κάνναβης αλλά και αφεψήματα.

Το φυτό της κάνναβης είναι γνωστό από την αρχαιότητα για τη θεραπευτική της δράση. Οι ταξιανθίες ως επί το πλείστον και λιγότερο τα φύλλα του φυτού, περιέχουν βιοενεργούς δευτερογενείς μεταβολίτες, τα γνωστά κανναβινοειδή, τερπενοειδή και φλαβονοειδή (Hazekamp et al., 2010). Πολλά από τα κανναβινοειδή έχουν αντιφλεγμονώδη δράση και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται για την παρασκευή πολλών καλλυντικών και κρεμών αποτελώντας ένα φυσικό προϊόν για την πρόληψη και προστασία από διάφορες δερματικές ασθένειες. Το κανναβινοειδές το οποίο χαρακτηρίζεται και ως ψυχοτρόπος ουσία είναι η τετραϋδροκανναβινόλη (THC) της οποίας η ανώτατη περιεκτικότητα για την βιομηχανική κάνναβη ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο 0,2 %. Το πιο διαδεδομένο κανναβινοειδές στα φαρμακευτικά και παραφαρμακευτικά σκευάσματα είναι η κανναβιδιόλη (CBD) της οποίας το ποσοστό στην ταξιανθία κυμαίνεται από 0,5 έως 2 %. Έχουν υπάρξει μελέτες για τη φαρμακευτική και θεραπευτική του δράση σε περιπτώσεις ανορεξίας, πόνους από σκλήρυνση κατά πλάκας, καρκίνο, επιληψία κ.α. (Mechoulam και Hanus, 1997). Μιλώντας για φαρμακευτικά προϊόντα, αυτά πρέπει πάντα να περιέχουν ταυτόχρονα και τα 2 προαναφερθέντα κανναβινοειδή THC και CBD και η αναλογία τους χαρακτηρίζει την εξεταζόμενη κάνναβη ως φαρμακευτική ή βιομηχανική (Mechtler et al., 2004).



Εικόνα 2: Τα κυριότερα κανναβινοειδή

Παλαιότερα η ίνα της κάνναβης σε ποσοστό 95% χρησιμοποιούνταν για χαρτοπολτό και για παρασκευή χαρτιού υψηλής ποιότητας. Λόγω όμως της υψηλής τιμής του χαρτοπολτού από κάνναβη σε σχέση με αυτόν από ξύλο (σχεδόν πενταπλάσια τιμή), η παραγωγή έφθινε. Σήμερα, το μερίδιο της κάνναβης στην αγορά χαρτιού μένει σταθερό αλλά οι προσβλέψεις λένε πως δεν θα υπάρξει περεταίρω ανάπτυξη λόγω του ότι ο χαρτοπολτός από συνθετικό ξύλο μπορεί να αντικαταστήσει με πολύ μικρότερη τιμή αυτόν από κάνναβη. Μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, το 70% της παγκόσμιας παραγωγής χαρτιού προερχόταν από κάνναβη. Χρησιμοποιούνταν από την εποχή που γράφτηκε η πρώτη Βίβλος όπως επίσης τυπώθηκε και η Διακήρυξη Ανεξαρτησίας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής σε χαρτί από ίνες κάνναβης.

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μια παγκόσμια στροφή προς την καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης και αυτό συμβαίνει λόγω της θετικής επίδρασης που έχει η καλλιέργεια του φυτού στο περιβάλλον. Η συγκεκριμένη καλλιέργεια είναι χαμηλών εισροών καθώς δεν απαιτεί χρήση εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων και άλλων αγροχημικών (Struik et al., 2000). Επίσης, η καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης μπορεί να αποτελέσει λύση για τις περιοχές όπου τα δασικά ξύλα ολοένα και εξαντλούνται, καθώς μπορεί να προσφέρει τις ίνες της προς αντικατάσταση αυτών από ξύλο (Montford and Small, 1999). Θα μπορούσε ακόμα, η καλλιέργεια να χρησιμοποιηθεί ως μέσο εξυγίανσης εδαφών τα οποία έχουν μολυνθεί με βαρέα μέταλλα και μάλιστα χωρίς αυτά να επηρεάζουν την παραγωγή της σε ίνα και βιομάζα (Citterio et al., 2005 ; Gryndler et al., 2008). Τέλος, το φυτό της κάνναβης, αποτελεί ένα εξαιρετικό χουμικό-βελτιωτικό για τα εδάφη που προορίζονται για καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών και κηπευτικών καθώς επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για συστήματα αμειψισποράς βοηθώντας παράλληλα και στη της βιοποικιλότητα.

1.6 Στατιστικά και Οικονομικά στοιχεία

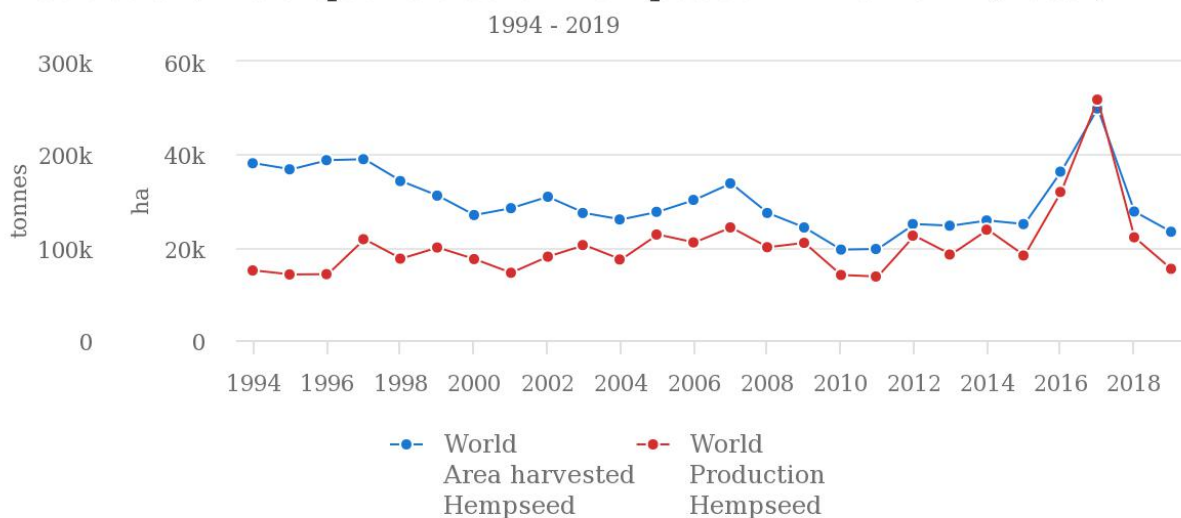
1.6.1 Παγκόσμια Παραγωγή

Η καλλιέργεια της βιομηχανικής/κλωστικής κάνναβης είναι ευρέως διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Τα τελευταία χρόνια, καλλιεργείται νόμιμα σε 30 χώρες στην Ευρώπη, την Ασία και Βόρεια και Νότια Αμερική. Σημαντικό ρόλο στον ρυθμό ανάπτυξης των εκτάσεων που καλλιεργείται το φυτό είναι το εκάστοτε θεσμικό πλαίσιο της κάθε χώρας από το οποίο καθορίζονται οι όροι καλλιέργειας. Έτσι υπάρχουν χώρες που υπάρχει αξιοσημείωτη ανάπτυξη λόγω ευνοϊκότερων θεσμικών πλαισίων αλλά και χώρες στις οποίες η αυστηρή νομοθεσία στέκεται εμπόδιο στην καλλιέργεια και καθυστερεί την ανάπτυξή της όπως η Ελλάδα. Γεγονός όμως είναι πως τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερες χώρες καθιστούν την καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης νόμιμη.

1.6.2 Παγκόσμια Παραγωγή Σπόρου

Από το έτος 2007 έως και το 2011 παρατηρήθηκε μια αξιοσημείωτη μείωση της καλλιεργούμενης ανά τον κόσμο έκτασης με προορισμό την παραγωγή σπόρου κάνναβης. Τα αμέσως επόμενα χρόνια ωστόσο η παραγωγή επανήλθε στα προηγούμενα επίπεδα και το έτος 2017 εκτοξεύθηκε στα 49.907 εκτάρια καλλιεργήσιμης έκτασης και στους 259.111 τόνους σπόρου. Ωστόσο τα έτη 2018 και 2019 οι εκτάσεις περιορίστηκαν εκ νέου στα 23.339 εκτάρια και η παραγωγή στους 76.730 τόνους. Την τελευταία δεκαετία και κατά μέσο όρο, η Ευρώπη διατηρεί το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής σπόρου κάνναβης το οποίο ανέρχεται σε 56,1% της παγκόσμιας παραγωγής, ακολουθεί η Ασία με 42,6% και η Αμερική κατέχει το 1,3%.

Production/Yield quantities of Hempseed in World + (Total)

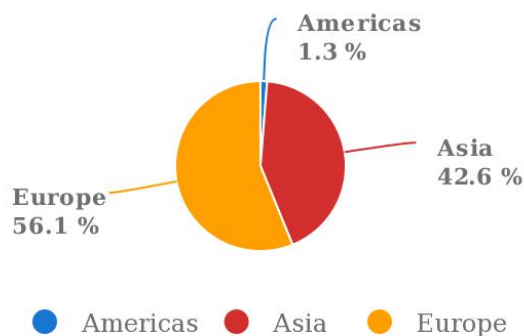


Source: FAOSTAT (Jul 13, 2021)

Διάγραμμα 4: Παγκόσμια παραγωγή σπόρου κάνναβης

Production share of Hempseed by region

Average 2010 - 2019



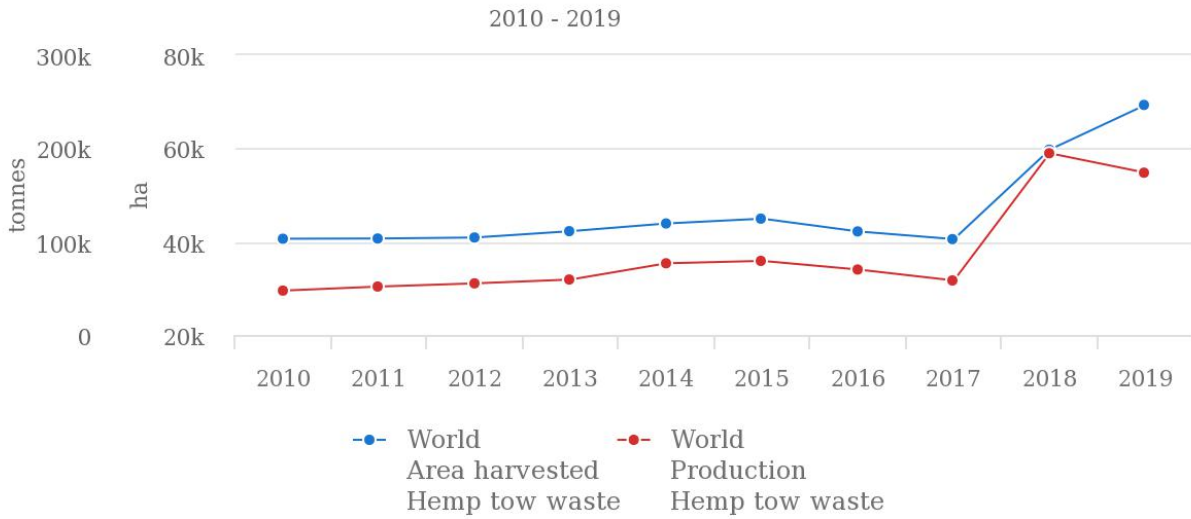
Source: FAOSTAT (Jul 14, 2021)

Διάγραμμα 5: Καταμερισμός της παγκόσμιας παραγωγής σπόρου κάνναβης

1.6.3 Παγκόσμια Παραγωγή Ίνας

Τα τελευταία 15 χρόνια η παγκόσμια παραγωγή ίνας από κάνναβη είχε μια σχετικά μικρή πτωτική τάση με εξαίρεση την πρόσφατη 5ετία από το 2017 όπου και η παραγωγή και η καλλιεργούμενη έκταση είχε μια πολύ ανοδική πορεία. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα του 2019 δείχνουν μια καλλιεργούμενη έκταση της τάξεως των 69.342 εκταρίων και συνολικό όγκο παραγωγής 174.027 τόνων. Και σε αυτόν το τομέα, η Ευρώπη κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο με ποσοστό 56,7%, ακολουθεί η Ασία με 38,4% και αμέσως μετά η Αμερική με 4,9% της παγκόσμιας παραγωγής ίνας από κάνναβη.

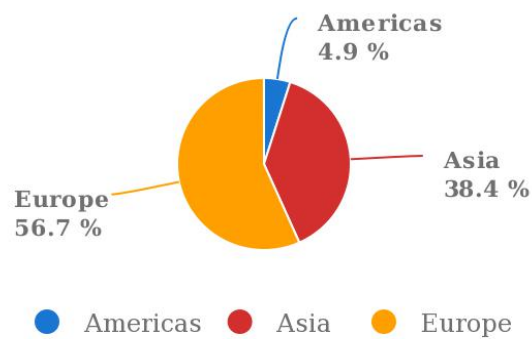
Production/Yield quantities of Hemp tow waste in World + (Total)



Διάγραμμα 6: Παγκόσμια παραγωγή ίνας κάνναβης

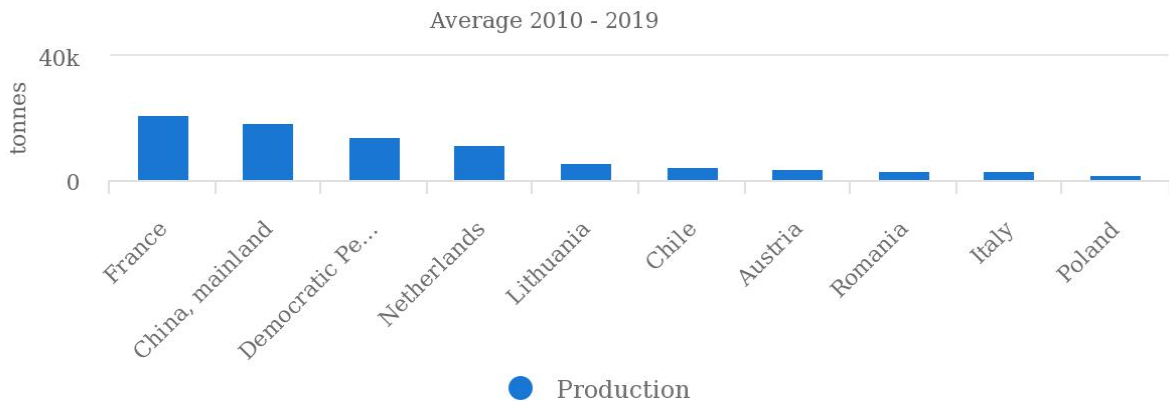
Production share of Hemp tow waste by region

Average 2010 - 2019



Διάγραμμα 7: Καταμερισμός παγκόσμιας παραγωγής ίνας κάνναβης

Production of Hemp tow waste: top 10 producers



Διάγραμμα 8: Οι 10 μεγαλύτερες χώρες παραγωγής ίνας κάνναβης

1.7 Συστηματική Ταξινόμηση

Η κάνναβη (*Cannabis sativa* L.) είναι ένα ετήσιο φυτό που έχει εξαπλωθεί και καλλιεργηθεί από τον άνθρωπο σε όλα σχεδόν τα μέρη του κόσμου. Αποτελεί μια από τις παλαιότερες φυτικές πηγές για έλαιο σπόρων, ναρκωτικές ουσίες, φάρμακα και κλωστικές ίνες (Kriese et al. 2004, Zuardi 2006). Τα αρχαιολογικά στοιχεία υποδεικνύουν ότι η καλλιέργεια της κάνναβης ξεκίνησε στην Κίνα για καλλιέργεια φυτικών ινών και στη συνέχεια εξαπλώθηκε στη Μέση Ανατολή, την Ευρώπη και τη Νότια Αμερική κατά τις αρχές του 16ου αιώνα (Nelson 1996). Είναι δύσκολο να εντοπιστεί η αρχική γεωγραφική κατανομή, καθώς αυτό το είδος έχει εξαπλωθεί και τροποποιηθεί στις εκάστοτε ανάγκες του ανθρώπου εδώ και χιλιάδες χρόνια.

Η κάνναβη έχει χρησιμοποιηθεί ως φυσικό θεραπευτικό βότανο κατά την διάρκεια των αιώνων. Οι πρώτες αναφορές για χρήση κάνναβης σε ιατρικές πρακτικές χρονολογούνται ήδη από τον 6ο αιώνα π.Χ. και εισήχθη στη Δυτική Ευρώπη ως φάρμακο στις αρχές του 19ου αιώνα για τη θεραπεία της επιληψίας, του τετάνου, των ρευματισμών, της ημικρανίας, του άσθματος, της κόπωσης και της αϋπνίας. Προς το παρόν, η κάνναβη και η καλλιέργειά της (τύπος

φαρμάκου ή κάνναβης) ελέγχεται αυστηρά στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη, σύμφωνα με τις ομοσπονδιακές νομοθεσίες.

1.7.1 Κάνναβη και Κανναβινοειδή

Η κάνναβη είναι το μόνο γένος της οικογένειας *Cannabaceae*. Ο αριθμός των ειδών του γένους *Cannabis* αποτελεί ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα και θέμα συζήτησης με έναν αριθμό εκθέσεων που το προτείνουν σαν ένα πολυτυπικό γένος, ενώ υπάρχουν και εκείνες που το προτείνουν ως ένα ενιαίο, εξαιρετικά πολυμορφικό είδος, *C sativa* L. (Small 2015). Ο πρωτοπόρος Σουηδός Carl Linnaeus (1753) θεώρησε την κάνναβη ως ένα μεμονωμένο είδος, ενώ ο Lamarck (1785) περιέγραψε την «ινδική κάνναβης» ταξινομικά διαφορετικό είδος από την «ευρωπαϊκή κάνναβη» και έδωσε το όνομα «*Cannabis indica*».

Η διαφωνία σχετικά με την ταξινόμηση εξακολουθεί να περιστρέφεται γύρω από τον τρόπο απόδοσης επιστημονικών ονομάτων σε διαφορετικά στελέχη κάνναβης με διαφορετικά μορφολογικά και χημικά χαρακτηριστικά, ειδικά στις σύγχρονες ποικιλίες (υβρίδια). Σε πρόσφατες αναφορές, οι Hillig (2004, 2005), McPartland and Guy (2004), Clarke and Merlin (2013) δέχονται μια ερμηνεία δύο ή τριών ειδών, ενώ μια αναφορά του Small (2015) προτείνει ένα σύστημα ειδών με διαφορετικές ποικιλίες.

Από την άλλη πλευρά, σε πρόσφατες έρευνες, προτείνεται το προφίλ κανναβινοειδών και τερπενίων ως βάση ταξινόμησης της κάνναβης (Piomelli and Russo 2016, Hazekamp et al. 2016). Η ταξινόμηση του *Cannabis sativa* έχει ως εξής:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Βασίλειο: | Φυτά (Plantae) |
| Υπερομοταξία: | Σπερματόφυτα (Spermatophyta) |
| Συνομοταξία: | Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta) |
| Ομοταξία: | Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida) |
| Τάξη: | Κνιδώδη (Urticales) |
| Οικογένεια: | Κανναβινοειδή (Cannabaceae) |
| Γένος: | Κάναβη (Cannabis L.) |
| Είδος: | Cannabis sativa L. |

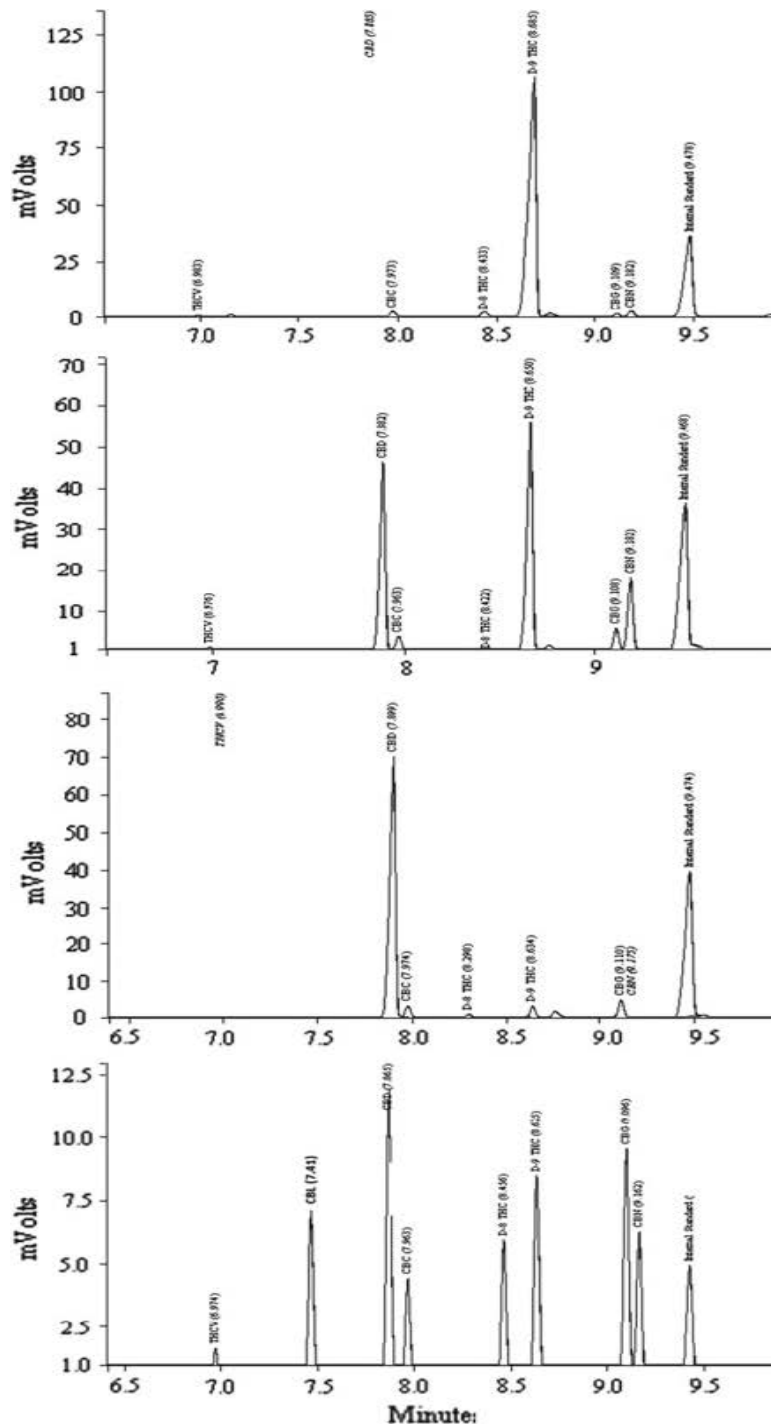
Πίνακας 1: Ταξινόμηση του Cannabis sativa

Η κάνναβη χωρίζεται κυρίως σε τρεις φαινότυπους. Ο φαινότυπος I (ναρκωτικός τύπος), με Δ⁹-Τετραϋδροκανναβινόλη (THC) >0,5% και κανναβιδιόλη (CBD) <0.5%. Ο φαινότυπος II (ενδιάμεσος τύπος), με τη κανναβιδιόλη (CBD) ως το κύριο κανναβινοειδές αλλά με παρουσία THC σε διάφορες συγκεντρώσεις και ο φαινότυπος III (κλωστικός τύπος), με ιδιαίτερα χαμηλή περιεκτικότητα σε THC (Εικ. 3).



Εικόνα 3: Ναρκωτικός τύπος (a) και κλωστικός τύπος (b) φυτών *Cannabis sativa*

Αντιπροσωπευτικά χημικά προφίλ των τριών διαφορετικών φαινοτύπων φαίνονται στην (εικόνα 4). Η κάνναβη συνήθως περιέχει μη ψυχοτρόπα ενεργά κανναβινοειδή ως κύρια συστατικά, π.χ. CBD ή κανναβιγερόλη (CBG) (De Backer et al. 2009; Galal et al. 2009). Παρόλο που οι περιβαλλοντικοί παράγοντες παίζουν ρόλο στα ποσοστά των κανναβινοειδών που βρίσκονται στα διάφορα μέρη του φυτού σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (Bocsa et al. 1997), η αναλογία CBD:THC στο μεγαλύτερο ποσοστό των ποικιλιών βρίσκονται υπό γενετικό έλεγχο (De Meijer et al. 2003).



Εικόνα 4: Ανάλυση βιομάζας κάνναβης με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας με αέρια χρωματογραφία (GC-FID).

1.8 Μορφολογία και Ανατομία του φυτού

Το γένος *Cannabis* L. ανήκει στην οικογένεια των ανθοφόρων φυτών Cannabaceae. Υπάρχει διαμάχη ως προς τον αριθμό των ειδών στο γένος *Cannabis*. Μερικοί συγγραφείς θεωρούν ότι το γένος αποτελείται από τρία είδη και συγκεκριμένα τα *C. sativa*, *C. indica* και *C. ruderalis* ενώ κάποιοι άλλοι έχουν αναγνωρίσει διαφορετικές ποικιλίες εντός του είδους *C. sativa*, όπως το var. *mexicana*, var. *Americana*, var. *sativa* και var. *indica*. Ωστόσο, η πλειοψηφία των συγγραφέων θεωρεί ότι το γένος αντιπροσωπεύει μόνο ένα εξαιρετικά πολυμορφικό είδος το *C. sativa* L. (Bouquet 1950; Gilmore et al. 2003).

Το *Cannabis sativa* (Εικ. 5) αποτελεί ενδημικό φυτό της Κεντρικής Ασίας, σε όρια που εκτείνονται από το Καζακστάν στα δυτικά, στο Πακιστάν στα ανατολικά και από τη Νότια Κίνα στα βόρεια έως τα Ιμαλάια στο νότο (Wills 1998). Όντας ένα από τα πρώτα εξημερωμένα φυτά στην ιστορία της ανθρωπότητας και με μακρά καλλιεργητική ιστορία, η αρχική προέλευση του *C. sativa* παραμένει άγνωστη (Wu et al. 2003).



Εικόνα 5: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του *C. sativa*

1.8.1 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Τα *Cannabis sativa* είναι ευθυτενή, ετήσια φυτά, ως επί το πλείστον δίοικα και σπάνια μονόικα, με ύψος 1–6 m (Miller 1970; Wu et al. 2003). Οι μίσχοι είναι πράσινοι, κυλινδρικοί με αυλακώσεις κατά μήκος του φυτού. Η έκταση της διακλάδωσης είναι μεταβλητή. Τα δευτερεύοντα κλαδιά ποικίλλουν από αντίθετα σε εναλλακτικά. Οι μίσχοι είναι μήκους έως 7 cm, κυλινδρικοί και φέρουν μια μεσαία αυλάκωση κατά μήκος της άνω επιφάνειας και είναι καλυμμένοι με μη αδενώδη και αδενώδη τριχώματα (Εικ. 6ε, f).

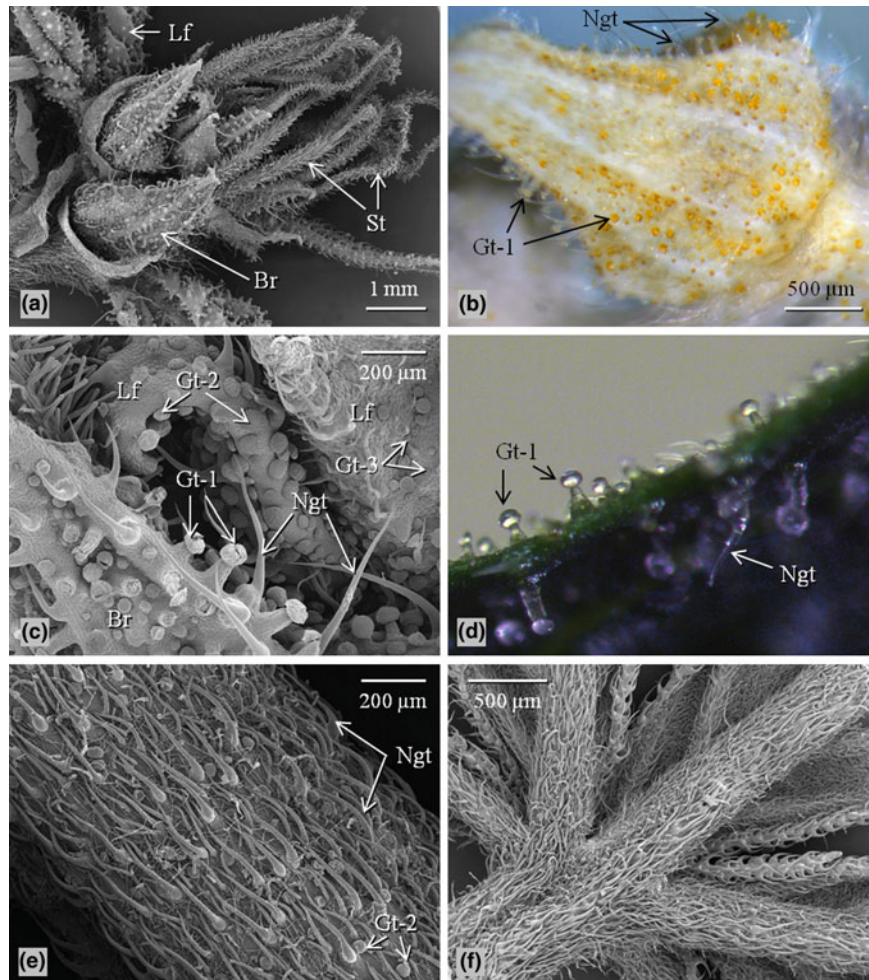
Τα φύλλα (Εικ. 5a–e) είναι παλαμοειδή με 3-9 λοβούς με ακτινοδρομική φλέβωση (Jiang et al. 2006). Τα νεότερα φύλλα μερικές φορές είναι χωρίς λοβό. Οι λοβοί είναι επιμήκεις λογχοειδείς, μήκους 3–20 cm, πλάτους έως 1,8 cm, σκούρο πράσινοι στην άνω επιφάνεια, πιο ανοιχτόχρωμοι στη κάτω επιφάνεια, λεπτοί στη βάση και οδοντωτοί κατά μήκος των παρυφών. Οι οδοντώσεις κατά μήκος των παρυφών είναι προεξέχουσες, κυρτές και στραμμένες προς τις άκρες των φυλλαρίων. Κάθε λοβός έχει μια κεντρική και αρκετές δευτερεύουσες φλεβώσεις σε κάθε πλευρά. Οι φλεβώσεις είναι εμφανώς ανυψωμένες σχηματίζοντας αυλακώσεις στον άξονα. Το χαμηλότερο ζεύγος λοβών είναι συνήθως πολύ μικρότερο από τα υπόλοιπα και είναι στραμμένο προς τα πίσω (Εικ. 10ε). Στα σπορόφυτα, το πρώτο ζεύγος των φύλλων είναι μονοφυλλοειδές με το δεύτερο και τρίτο ζευγάρι να είναι 3φυλλοειδές και 5φυλλοειδές, αντίστοιχα (Potter 2009).

Η κάνναβη περιλαμβάνει φυτά με θηλυκές και φυτά με αρσενικές ταξιανθίες. Τα αρσενικά φυτά (Fig. 5d) έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα, περιέχουν πολλά και μικρού μεγέθους άνθη που δεν φέρουν πέταλα, έχουν επιμηκυμένους στήμονες και βρίσκονται τόσο στην κορυφή όσο και σε δευτερεύοντες βλαστούς. Επίσης φέρουν κάλυκα με πέντε λευκά ή πράσινα σέπαλα και αντίστοιχα πέντε στήμονες οι οποίοι γίνονται εμφανείς κατά τη διάρκεια της άνθησης.

Τα θηλυκά φυτά (Εικ. 5a–c; 6a) έχουν σκούρο πράσινο χρώμα. Τα άνθη συγκεντρώνονται στην κορυφή των ταξιανθιών. Τα θηλυκά φυτά, χαρακτηρίζονται από ταξιανθίες μικρότερου μεγέθους, πιο συμπαγείς με μικρότερα ζευγαρωτά άνθη τα οποία εμφανίζονται στα άκρα των δευτερευουσών βλαστών αλλά και στην κορυφή του φυτού. Οι θηλυκές ταξιανθίες, αναπτύσσονται στις «μασχάλες» του φυτού, είναι όρθιες και συμπαγείς τύπου στάχυ. Το άνθος αποτελείται από ωοθήκη που καταλήγει σε ένα ζεύγος μακριών λεπτών φτερωτών στιγμάτων στην κορυφή (Εικ. 6a) και ένα μεμβρανώδες περιάνθιο περιβάλλει την ωοθήκη και τα βράκτια φύλλα. Το περιάνθιο είναι διαφανές, λείο και κατά την ωρίμανση καλύπτει περίπου τα δύο τρίτα της ωοθήκης. Τα βράκτια φύλλα (Εικ. 6a–d) είναι πράσινα με επικαλυπτόμενες άκρες, που περικλείουν το θηλυκό άνθος εκτός από τα εκτεθειμένα στίγματα που βρίσκονται στην κορυφή.

Ο καρπός είναι αχάινιο, ωοειδές ή ελλειψοειδές σχήματος, μήκους περίπου 4–6 mm και διαμέτρου 3–4 mm, λείος και κάπως συμπιεσμένος, που περιέχει έναν μόνο σπόρο που περιβάλλεται από σκληρό κέλυφος (Εικ. 5f) .

Τα αρσενικά και τα θηλυκά άνθη εμφανίζονται σε ξεχωριστά φυτά. Τα αρσενικά φυτά είναι συνήθως ψηλότερα ενώ τα θηλυκά φυτά είναι συνήθως πιο εύρωστα. Στην καλλιέργεια εμφανίζονται διάφορες ποικιλίες με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών της κάνναβης επηρεάζονται από την ποικιλία και από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως ο τύπος του εδάφους, το φως, το νερό, τα θρεπτικά συστατικά και ο χώρος (UNODC 2009).



Εικόνα 6: Μικρο-μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού *C. sativa*

1.8.2 Τριχώματα Κάνναβης

Παρατηρείται εντατική μελέτη σχετικά με τα τριχώματα της κάνναβης. Οι Briosi και Tognini (1894) δημοσίευσαν μια έρευνα και παρείχαν λεπτομερείς περιγραφές και απεικονίσεις των τριχωμάτων της κάνναβης. Οι περισσότεροι μελετητές, ωστόσο, περιγράφουν μόνο ορισμένες πτυχές των ώριμων τριχωμάτων, με εξαίρεση τους Ram και Nath (1964), οι οποίοι μελέτησαν την οντογένεση των τριχωμάτων. Αρκετές έρευνες που δημοσιεύθηκαν για την κάνναβη τις δεκαετίες του 1960 και του 1970 περιελάμβαναν χαρακτηρισμό των τριχωμάτων χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά μικροσκόπια και είχαν ως κύριο στόχο να βοηθήσουν στην ιατροδικαστική ταυτοποίηση παράνομων προϊόντων κάνναβης (Dayanandan and Kaufman 1976; Turner et al. 1977).

Σχεδόν όλα τα υπέργεια μέρη των φυτών της κάνναβης καλύπτονται με τριχώματα. Στο *C. sativa* υπάρχουν δύο κύριοι τύποι τριχωμάτων: (Α) αδενώδη τριχώματα και (Β) μη αδενώδη τριχώματα.

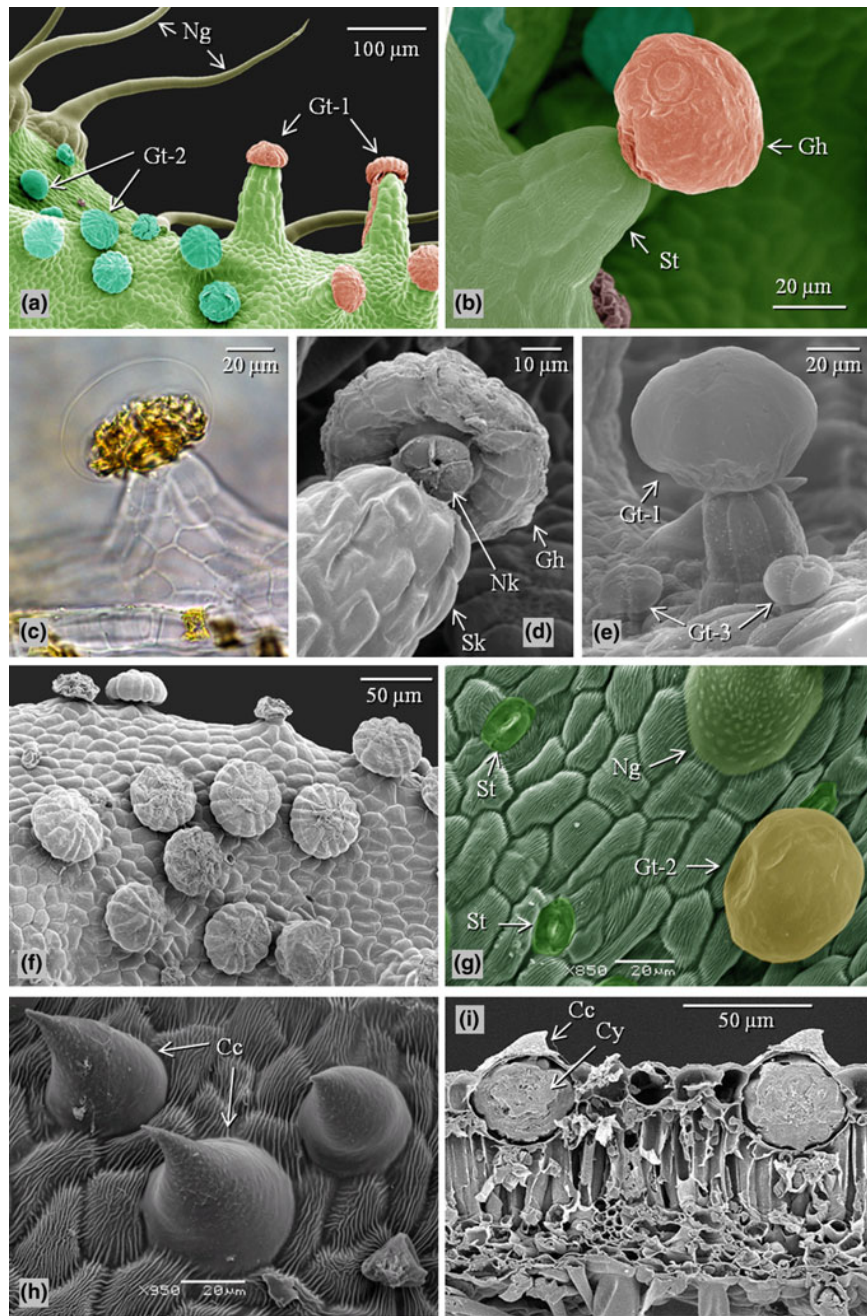
1.8.2.1 Αδενώδη Τριχώματα

Τα αδενώδη τριχώματα αποτελούν τις βασικές δομές για τη σύνθεση και αποθήκευση των κανναβινοειδών στο *C. sativa*. Στη κάνναβη υπάρχουν τρεις τύποι αδενωδών τριχωμάτων, τα *Capitate-stalked*, *Capitate-sessile* και *Bulbous*, (Hammond and Mahlberg 1973, 1977).

1. *Capitate-stalked* αδενώδες τρίχωμα (Εικ. 7a–e): Αυτός ο τύπος τριχώματος έχει μια μεγάλη σφαιρική κεφαλή με διάμετρο 50–70 μm και στιβαρό πολυκύτταρο μίσχο 100–200 μm. Οι ποικιλίες με υψηλό THC έχουν μεγαλύτερες σφαιρικές κεφαλές με διάμετρο έως 119 μm (Small and Naraine, 2016b). Το μήκος του μίσχου είναι μεταβλητό. Μερικοί από τους αδένες έχουν μικρότερους μίσχους ενώ μερικοί φαίνεται να είναι σχεδόν χωρίς μίσχο. Αυτοί οι αδένες παρατηρούνται σε αφθονία στα βράκτια φύλλα των θηλυκών φυτών και γίνονται πιο εμφανή στα μεγαλύτερα βράκτια (Hammond και Mahlberg 1977).

2. *Capitate-sessile* αδενώδες τρίχωμα (Εικ. 7a, f, g): Αυτός ο τύπος εμφανίζεται κατά τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης των βράκτιων φύλλων. Βρίσκεται κυρίως κεντρικά στα φύλλα και στους μίσχους. Ο αδένας αποτελείται από μια μεγάλη σφαιρική κεφαλή με διάμετρο περίπου 30-50 μm (Hammond και Mahlberg 1973).

3. *Bulbous* αδενώδες τρίχωμα (Εικ. 7e): Αυτός είναι ο μικρότερος τύπος αδενώδους τριχώματος που βρίσκεται στο *C. sativa*. Αυτά τα τριχώματα διαθέτουν ένα 1-2-κύτταρο μίσχο και μια 1-4-κύτταρο κεφάλι. Αυτά τα τριχώματα ποικίλλουν ως προς τα μεγέθη τους και είναι περίπου σε διάμετρο 10–20 μm και ύψος 15–30 μm (Dayanandan and Kaufman 1976).



Εικόνα 7: Αδενώδη και μη Αδενώδη τριχώματα του *C. sativa*

Τα αδενώδη τριχώματα *Capitate-stalked* και *Capitate-sessile* είναι παρόμοια από όλες τις απόψεις, εκτός από το ότι τα τριχώματα του τελευταίου τύπου έχουν τεράστιο, πολυκύτταρο μίσχο. Η σφαιρική κεφαλή και στους δύο τύπους αποτελείται από οκτώ κύτταρα που αναπτύχθηκαν αρχικά επιδερμικά. Αυτά τα κύτταρα σχηματίζουν έναν κυτταρικό δίσκο που έχει διάμετρο περίπου 30 μm και ύψος περίπου 15 μm. Λόγω της συσσώρευσης του ρητινώδους εκκρίματος μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του δίσκου και της εκτενής επιδερμικής μεμβράνης, η αδενώδης κεφαλή αποκτά σφαιρικό σχήμα.

1.8.2.2 Μη Αδενώδη Τριχώματα

Τα μη αδενώδη είναι μονοκύτταρα καλυπτικά τριχώματα που βρίσκονται στους μίσχους, στα φύλλα, στα βράκτια και στα τέπαλα. Τα μη αδενώδη τριχώματα χωρίζονται σε δύο είδη:

1. Τα μικρά και μεγάλα κυστολιθικά κωνικά τριχώματα (Εικ. 7h, i), τα οποία έχουν μήκος περίπου 50–125 μm με μεγάλη βάση και διάμετρο περίπου 60–140 μm. Αυτά τα τριχώματα βρίσκονται κυρίως στην κεντρική επιφάνεια των φύλλων. Περίπου 15-20 επιδερμικά κύτταρα σχηματίζουν έναν κύκλο γύρω από τη βάση των τριχωμάτων. Αυτά τα τριχώματα, με τη μεγάλη βάση τους και τη μικρή μυτερή άκρη τους, φαίνονται σαν «νύχι».

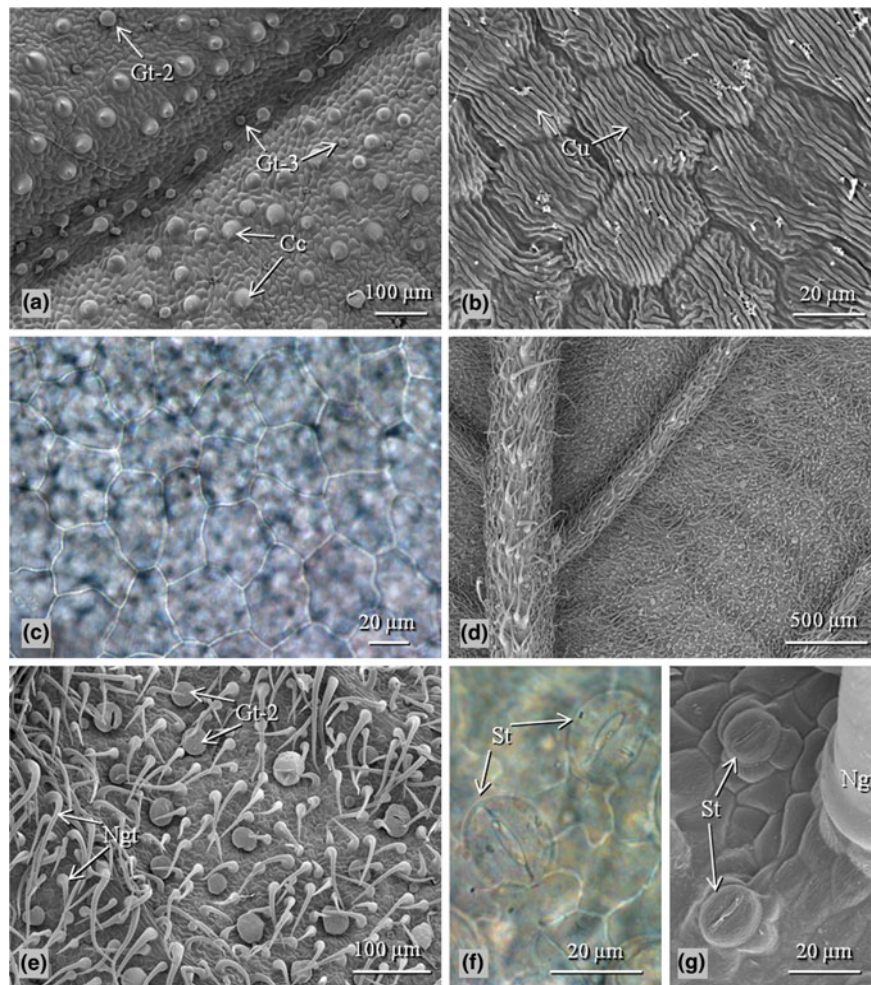
2. Τα μακριά και λεπτά τριχώματα (Εικ. 6e, f; 7a), τα οποία έχουν μήκος περίπου 250–370 μm και βρίσκονται κατανεμημένα στις κεντρικές επιφάνειες των φύλλων, τους μίσχους, τους και τα τέπαλα.

Τα μη αδενώδη τριχώματα είναι στραμμένα προς τις κορυφές των φύλλων ή των στελεχών. Βρίσκονται πάνω ή κοντά στις κύριες φλεβώσεις έχουν ανάγλυφη επιφάνεια ενώ αυτά που εμφανίζονται μεταξύ των φλεβώσεων έχουν ελαφρώς λεία επιφάνεια (Jiang et al. 2006). Το διευρυμένο βασικό τμήμα του κυστολιθικού τριχώματος περιέχει ένα μεγάλο κρύσταλλο ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) (Εικ. 7i) και διακρίνονται στα τριχώματα που βρίσκονται στη κεντρική επιφάνεια του φύλλου. Το ασβέστιο (Ca) εναποτίθεται βρίσκεται κυρίως με τη μορφή CaCO_3 στους κυστόλιθους αλλά μπορεί επίσης να βρεθεί σε μικρή ποσότητα σε όλη την εσωτερική κοιλότητα των τριχωμάτων (Dayanandan και Kaufman 1976).

Τόσο τα αδενώδη όσο και τα μη αδενώδη τριχώματα παρατηρούνται από το αρχικό στάδιο των σπορόφυτων έως και την ωρίμανση. Τα *Capitate-stalked* αδενώδη τριχώματα βρίσκονται μόνο στα βράκτια των θηλυκών φυτών και στους ανθήρες των αρσενικών φυτών (Dayanandan and Kaufman 1976). Τα *Bulbous* και *Capitate-sessile* αδενώδη τριχώματα εμφανίζονται σε όλα τα μέρη κατά την ανάπτυξη και την ανθοφορία. Τα βράκτια έχουν την υψηλότερη συγκέντρωση αδενωδών τριχωμάτων από οποιοδήποτε άλλο μέρος στα θηλυκά φυτά (Hammond και Mahlberg 1973).

1.8.3 Ανατομία φυτού

Η κάνναβη έχει συνδεθεί με τον άνθρωπο από την αρχαιότητα, ωστόσο, δεν υπήρχαν αρκετά δεδομένα για τη συγκριτική της ανατομία (Anderson 1974). Ο Tippro (1938) έκανε λίγα γενικά σχόλια για το ξύλο του *C. sativa* και ο Nassonov (1940) αναφέρθηκε στο σχήμα του στελέχους και των φύλλων στις διάφορες ποικιλίες της και σχολίασε ότι οι άγριες και οι καλλιεργούμενες ποικιλίες κάνναβης δεν μπορούσαν να διαφοροποιηθούν ξεκάθαρα με βάση την ανατομία του στελέχους και των φυτικών ινών. Ο Hayward (1938) μελέτησε τη γενική μορφολογία, την ανατομία των φυταρίων και τη δομή των ανθέων της κάνναβης.

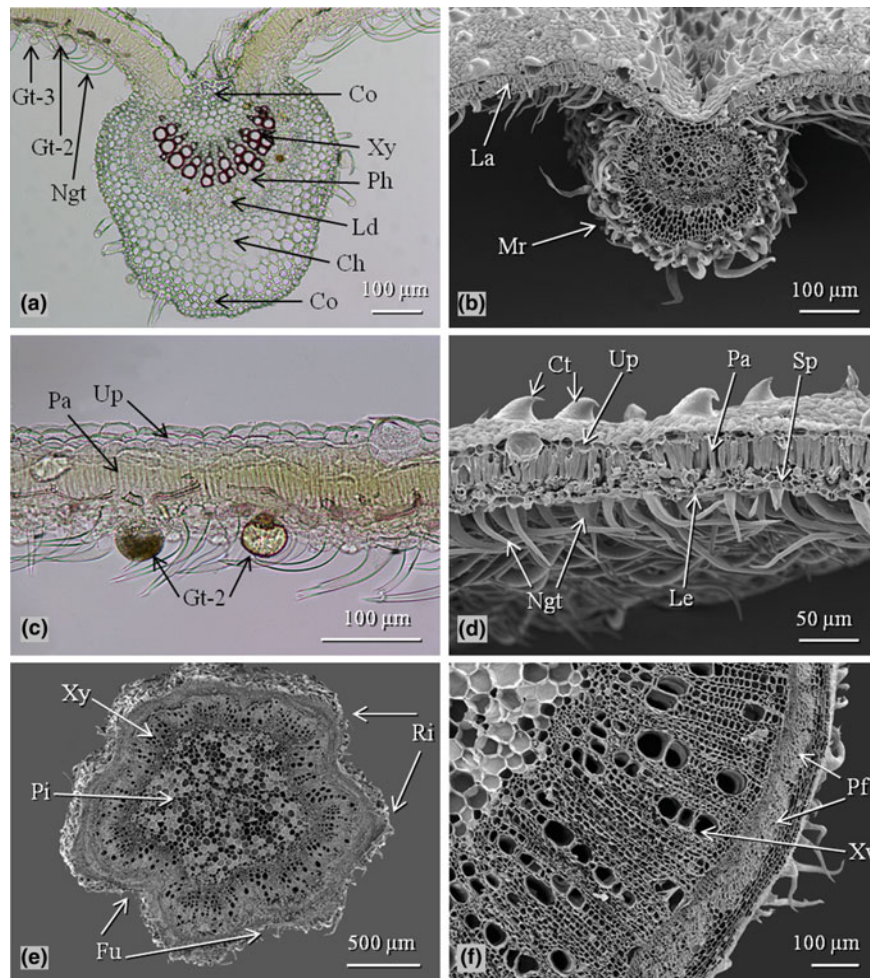


Εικόνα 8: Ανατομία του φύλλου του *C. sativa*

Οι Shimomura et al. (1967) διαφοροποίησαν το *C. sativa* και το *C. indica* με βάση την ανατομία των φύλλων και των βρακτίων δίνοντας μεγάλη έμφαση στα τριχώματα. Ο Anderson (1974) μελέτησε την ανατομία του ξύλου της κάνναβης και βρήκε σημαντικές ανατομικές διαφορές μεταξύ *C. sativa* και *C. indica* (Εικ. 8) .

Στην τομή, το φύλλο του *C. sativa* παρατηρείται ένα λεπτό έλασμα και κύριες φλέβες, οι οποίες είναι πιεσμένες στην άνω επιφάνεια και εμφανώς ανυψωμένες στη κάτω επιφάνεια (Εικ. 9a, b). Κάθε μία από την άνω και κάτω επιδερμίδα είναι μονοστρωματική. Σε επιφανειακή όψη,

τα επιδερμικά κύτταρα εμφανίζουν ελαφρώς κυματοειδή τοιχώματα. Στην ανώτερη επιδερμίδα (Εικ. 8a–c) υπάρχουν τα χαρακτηριστικά κυστολιθικά τριχώματα με μια διευρυμένη βάση που περιέχουν ένα μεγάλο κρύσταλλο κυστολίθου. Στην κατώτερη επιδερμίδα υπάρχουν πολυάριθμα μη αδενώδη και αδενώδη τριχώματα (Εικ. 8 d–g). Τα στόματα (Εικ. 8 f, g) είναι πολυάριθμα στην κάτω επιδερμίδα και δεν παρατηρούνται στην άνω. Το μεσόφυλλο αποτελείται από το δρυφακτοειδές και σπογγώδες παρέγχυμα. Στο δρυφακτοειδές, υπάρχουν πυκνά στοιβαγμένα, κάθετα κύτταρα και καταλαμβάνει περισσότερο από το μισό πάχος του ελάσματος. Τα κύτταρα του σπογγώδη ιστού είναι χαλαρά διατεταγμένα με μεγάλους χώρους αέρα που οδηγούν σε στοματικές κοιλότητες (Εικ. 9c, d). Η τομή της μεσαίας πλευράς (Εικ. 9a, b) δείχνει μια μονή παράπλευρη αγγειακή δέσμη. Μικρές ομάδες κυττάρων κολλεγχυματικού ιστού υπάρχουν μεταξύ της άνω επιδερμίδας και της κάτω επιδερμίδας. Κρυσταλλικές συστάδες οξαλικού ασβεστίου (Εικ. 10 e, f) βρίσκονται συνήθως στο μεσόφυλλο και στις φλέβες στο παρεγχυματικό ιστό του φλοιώματος (Hayward 1938).

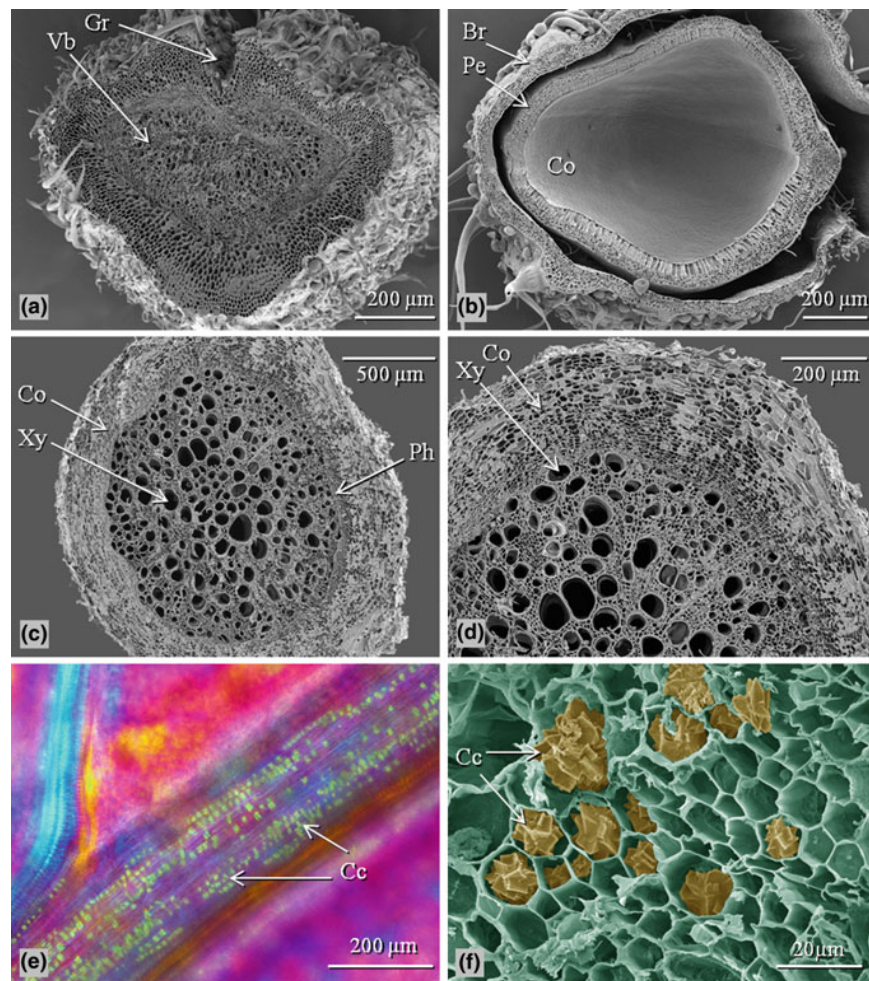


Εικόνα 9: Ανατομία του στελέχους του *C. sativa*

Ο μίσχος είναι σχετικά τριγωνικός και η τομή του εμφανίζει μια αυλάκωση στην άνω πλευρά (Εικ. 10 a). Η επιδερμίδα είναι μονοστρωματική και παράγει πολυάριθμα μη αδενώδη και αδενώδη τριχώματα. Ένας δακτύλιος από κολεγχύμα βρίσκεται δίπλα στην επιδερμίδα, η οποία είναι στενή κοντά στην αυλάκωση και πολύ πιο φαρδιά στη κεντρική επιφάνεια. Ο αγωγός ιστός αποτελείται από το ξύλωμα και το φλοίοωμα, που μαζί συγκροτούν τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες. Ο χώρος που περιβάλλει τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες αποτελείται από χλωρέγχυμα (Hayward 1938).

Το στέλεχος έχει κυματιστό περίγραμμα σε τομή λόγω των ραβδώσεων και των αυλακώσεων (Εικ. 9ε). Η επιδερμίδα αποτελείται από μια μονοστρωματική υποδερμίδα και μερικές στοιβάδες χλωρεγχύματος, το οποίο είναι επενδεδυμένο από το στρώμα του ενδοδερμίου. Ο περίκυκλος

είναι ευρύς, αποτελούμενος από πολυάριθμες περικυκλικές ίνες κατανεμημένες μεταξύ μεγάλων πολυγωνικών παρενχυματικών κυττάρων. Αυτές οι ίνες έχουν παχύρρευστα τοιχώματα και στενές κοιλότητες και έχουν διάμετρο περίπου 5-20 μm . Το δευτερεύον φλοιόωμα σχηματίζει ένα στενό δακτύλιο και αποτελείται από ίνες φλοιού, παρέγγυμα και μερικούς δικτυωτούς πόρους. Το κάμβιο που σχηματίζεται είναι υπεύθυνο για την κατά πάχος αύξηση των αγωγών ιστών και των εντερικών ακτινών. Οι ίνες τους ξυλώματος παρατηρούνται διατεταγμένες σε ακτινικές σειρές (Hayward 1938) (Εικ. 9e, f).



Εικόνα 10: Ανατομία διαφόρων μερών του φυτού *C. sativa*

Η τομή μιας πρωτογενούς ρίζας (Εικ. 10c, d) εμφανίζει μια μονοστρωματική επιδερμίδα και ένα υποδερμικό στρώμα. Το ενδοδερμίδιο είναι επίσης μονοστρωματικό ενώ ο περίκυκλος είναι πολυστρωματικός. Ο αγωγός ιστός αποτελείται από ένα διάφραγμα ξυλώματος και δύο ομάδες πρωτογενούς φλοιώματος (Hayward 1938).

Σε εγκάρσια τομή, το περικόρπιο (Εικ. 10β) εμφανίζει την ακόλουθη διάταξη του ιστού: το εξωτερικό στρώμα, το επικάρπιο, που αποτελείται από σκληρογυματικά κύτταρα και την υποδερμίδα που αποτελείται από ένα ή περισσότερα στρώματα χαλαρά διατεταγμένων σπογγωδών παρεγυματικών κυττάρων (Hayward 1938).

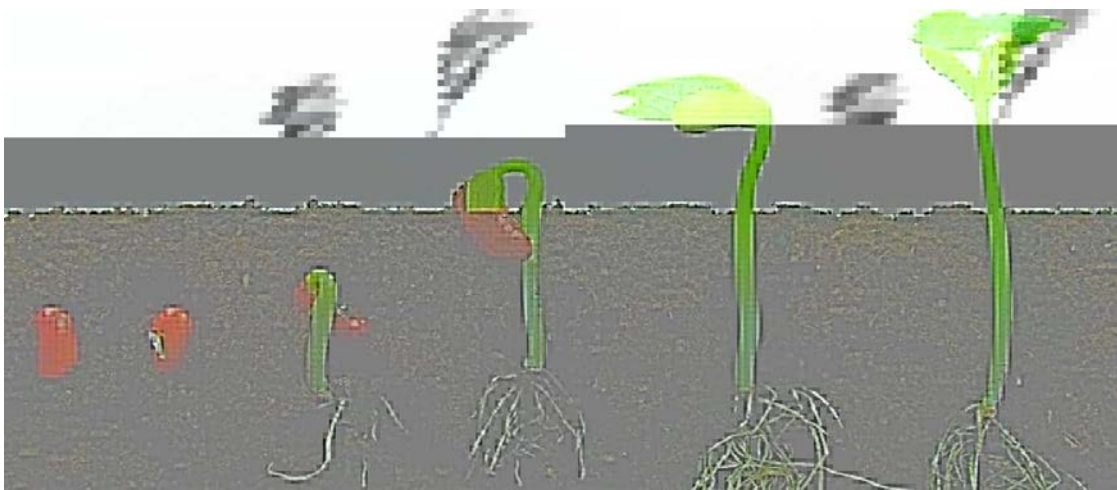
Το περίβλημα του σπόρου (Εικ. 10 β) φέρει δύο στρώσεις. Το εξωτερικό στρώμα που αποτελείται από σωληνικά κύτταρα και το εσωτερικό στρώμα που αποτελείται από σπογγώδη παρεγυματικά κύτταρα. Το κάλυμμα του σπόρου ακολουθείται από το περισπέρμιο και το ενδοσπέρμιο. Τα κύτταρα του ενδοσπερμίου περιέχουν κόκκους αλευρόνης. Το έμβρυο έχει σχήμα U, αποτελείται από δύο κοτυληδόνες που περικλείουν ένα επικοτύλιο, ένα υποκοτύλιο και την κεντρική ρίζα (Hayward 1938).

1.9 Βιολογικός Κύκλος

Όσον αφορά τον βιολογικό κύκλο της κάνναβης, μια μορφή τυποποιημένης κλίμακας προτάθηκε από τους Mediavilla et al. (1998). Έτσι, στον βιολογικό κύκλο του φυτού ξεχωρίζουμε τέσσερις φάσεις ανάπτυξης, α) Την βλάστηση των σπόρων και την ανάδυση των σποροφύτων, β) Τη βλαστική ανάπτυξη του φυτού, γ) Την ανθοφορία και ωρίμανση των σπόρων και γ) Τον γηρασμό. Άλλοι επιστήμονες δηλώνουν πως το φυτό της κάνναβης έχει τρία βασικά στάδια, τη βλάστηση, την ανάπτυξη και την ανθοφορία και πως μέσα σε αυτά τα στάδια υπάρχουν άλλα υπό-στάδια όπως τα αναγράφονται παρακάτω:

1.9.1 Βλάστηση (Germination)

Το στάδιο αυτό του φυτού, ξεκινά όταν το έμβρυο «σπάσει» το κέλυφος του σπόρου και το αρχικό ριζίδιο κάνει την εμφάνισή του. Η ρίζα αμέσως αναπτύσσεται κατακόρυφα προς τα κάτω μέσα στο εδαφικό μέσο και ταυτόχρονα σπρώχνει το «νεογέννητο» σπορόφυτο προς την επιφάνεια. Μετά την ανάδυση του σποροφύτου στην επιφάνεια του εδάφους, δυο εμβρυικά φύλλα, οι κοτυληδόνες, ανοίγουν για να απορροφήσουν ηλιακή ενέργεια και αποβάλλουν το άδειο πλέον κέλυφος. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να διαρκέσει από 12 ώρες έως και τρεις εβδομάδες αλλά σε γενικές γραμμές ολοκληρώνεται εντός 3-4 ημερών και οι περισσότεροι σπόροι δεν αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα προβλήματα να βλαστάνουν.



Εικόνα 11: Αρχικά στάδια βλάστησης σπόρου κάνναβης και εμφάνιση κοτυληδόνων

1.9.2 Σπορόφυτο (Seedling)

Το στάδιο του σποροφύτου ξεκινά ουσιαστικά κατά την εμφάνιση του πρώτου ζεύγους πραγματικών φύλλων αμέσως μετά της κοτυληδόνες. Κατά τη διάρκεια της φάσης, το φυτάριο έχει χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης και τα φύλλα που αναπτύσσονται είναι απλά και με κοντούς εσωτερικούς κόμβους. Ο μικρός κύκλος αυτού του σταδίου διαρκεί ανάμεσα από 1 έως και 3 εβδομάδες και τελειώνει όταν το φυτό έχει πλέον από 4 μέχρι 8 νέα φύλλα ενώ ορισμένες φορές τα κατώτερα φύλλα και οι κοτυληδόνες έχουν ήδη μαραθεί.



Εικόνα 12: Σπορόφυτο βιομηχανικής κάνναβης περίπου 2 εβδομάδων

1.9.3 Βλαστική ανάπτυξη (Vegetative growth)

Το φυτό της κάνναβης στο στάδιο της ανάπτυξης, φτάνει στο σημείο που παράγει ενέργεια από τα φύλλα του, ενώ παράλληλα υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη και δημιουργία νέων σύνθετων φύλλων. Επίσης, αυξάνεται κατά πολύ το μέγεθος του φυτού, καθώς μπορεί να ψηλώνει έως και 7 εκατοστά την ημέρα (Clarke, 1981), ενώ ο κορμός και οι διακλαδώσεις γίνονται όλο και πιο στιβαρές και ξυλοποιούνται. Η φάση της ανάπτυξης μπορεί να διαρκέσει από έναν μέχρι και 5 μήνες στη φύση, αναλόγως την ποικιλία, τις συνθήκες υγρασίας αλλά κυρίως της διάρκειας της ημέρας καθώς μια αυξημένη φωτοπερίοδος επιμηκύνει το στάδιο της ανάπτυξης.

1.9.4 Προ-άνθηση (Pre-flowering)

Το φυτό εισερχόμενο σε αυτό το στάδιο του βιολογικού του κύκλου, επιβραδύνει την κατακόρυφη ανάπτυξη του, και αναπτύσσεται κυρίως πλευρικά, αυξάνοντας τους κλάδους και

τους κόμβους του. Η κάνναβη αρχίζει να παρουσιάζει το φύλλο της αυτή τη περίοδο και εμφανίζονται κάλυκες στις «μασχάλες» του φυτού, δηλαδή στο σημείο όπου οι κλάδοι συναντούν το στέλεχος ή τους κόμβους. Η ανάπτυξη όλο και περισσότερων κάλυκων προσδιορίζει πως το φυτό είναι αρκετά ώριμο ώστε να μπει στη φάση της άνθησης.



Εικόνα 13: Θηλυκά άνθη κατά την πρώτη εβδομάδα της ανθοφορίας

1.9.5 Ανθοφορία

Στο στάδιο της ανθοφορίας, πραγματοποιούνται αλλαγές στην φυλλοταξία και πιο συγκεκριμένα, τροποποιείται από αντίθετη σε σπειροειδή, ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται μείωση της επιμήκυνσης του μίσχου. Πλέον σε αυτή τη φάση, το φύλλο του φυτού είναι πλέον ξεκάθαρο, με τα αρσενικά φυτά να παρουσιάζουν κλειστά, πολλά και μικρά σφαιρίδια που σχηματίζουν όλα μαζί σχήμα τσαμπιού από σταφύλια ενώ τα θηλυκά εμφανίζουν διογκωμένους στύλους περικυκλωμένους από λευκά τριχίδια. Η διάρκεια της ανθοφορίας μέχρι την ωρίμανση των

ταξιανθιών διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία και διαρκεί από δύο έως και δέκα μήνες (Aron, 1972) και η συγκομιδή στον αγρό πραγματοποιείται συνήθως μετά το τέλος της θερμής περιόδου και ανάμεσα από τα μέσα Σεπτεμβρίου και τα μέσα Οκτωβρίου (Haney and Bazzaz, 1970 ; Bloomquist, 1971). Κατά το τέλος της ανθοφορίας, τα αρσενικά άνθη ανοίγουν και εξαπολύουν μεγάλες ποσότητες γύρης η οποία μπορεί να γονιμοποιήσει θηλυκά άνθη, μετατρέποντάς τα σε ερμαφρόδιτα.



Εικόνα 14: Άνη βιομηχανικής κάνναβης κατά το τέλος της ανθοφορίας λίγο πριν τη συγκομιδή

1.10 Εντομολογικοί εχθροί και ακάρεα

1.10.1 Δίστικτος τετράνυχος *Tetranychus urticae*

Το *Tetranychus urticae* ανήκει στην τάξη των ακάρεων Trombidiformes και στην οικογένεια Tetranychidae. Ένα άλλο όνομα που συναντάται συχνά είναι και *Tetranychus cinnabarinus*, το κόκκινο άκαρι. Ωστόσο, οι περισσότεροι ειδικοί είναι πεπεισμένοι ότι αυτό δεν είναι ένα ξεχωριστό είδος, αλλά μια διαφορετική χρωματική μορφή του *T. urticae*. Το άκαρι με τις δύο κηλίδες που φέρει, είναι πολυφάγο με περισσότερα από 1.000 φυτά ξενιστές.

Ο τετράνυχος περνά πέντε στάδια ανάπτυξης: αυγό, προνύμφη, πρωτονύμφη, δευτερονύμφη και ενήλικο. Στα προνυμφικά και νυμφικά στάδια, διακρίνεται μια ενεργή περίοδος και μια περίοδος ανάπαυσης περίπου ίσης διάρκειας. Σε αυτό το στάδιο τα ακάρεα δεν κινούνται ούτε τρέφονται και το επόμενο στάδιο αναπτύσσεται εντός της επιδερμίδας του τρέχοντος σταδίου. Τα αυγά βρίσκονται συνήθως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Είναι στρογγυλά, με μέση διάμετρο 0,14 mm και διαφανή, ενώ στη συνέχεια αποκτούν αδιαφανές χρώμα. Μέχρι να είναι έτοιμα να εκκολαφθούν θα αποκτήσουν ένα καφέ - αχυρένιο χρώμα.

Όταν εκκολαφθούν, οι προνύμφες είναι σχεδόν άχρωμες με δύο σκούρα κόκκινα μάτια. Οι προνύμφες φέρουν μόνο τρία ζεύγη ποδιών. Μόλις αρχίσουν να τρέφονται, το χρώμα τους αλλάζει σε πράσινο ή καστανοκίτρινο. Δύο σκούρες κηλίδες αναπτύσσονται στην ανω πλευρά του σώματός τους.



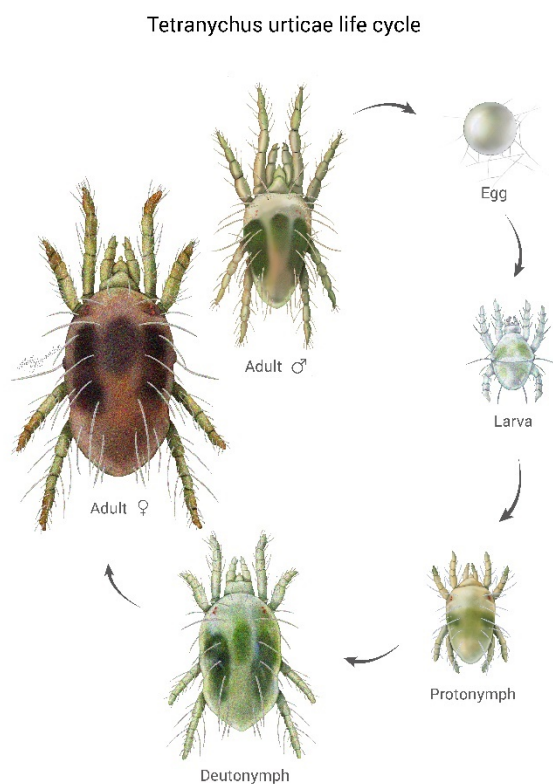
Εικόνα 15: Ενήλικο άτομο *Tetranychus urticae*

1.10.1.1 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο δίστικτος τετράνυχος είναι μικρός σε μέγεθος και φέρει οκτώ πόδια. Τα ενήλικα θηλυκά έχουν μήκος περίπου 0,5 mm. Έχουν οβάλ σώμα που γίνεται πιο στρογγυλό στο πίσω άκρο. Το χρώμα τους μπορεί να ποικίλλει από πορτοκαλί, ανοιχτό κίτρινο ή ανοιχτό πράσινο, έως σκούρο πράσινο, κόκκινο, καφέ ή σχεδόν μαύρο. Τα αρσενικά είναι μικρότερα και πιο δραστήρια από τα θηλυκά, με σώμα πιο στενό και πιο μυτερό στο πίσω μέρος. Το χρώμα ποικίλει από ανοιχτό κίτρινο ή πορτοκαλί έως σκούρο κίτρινο ή καφέ. Το χρώμα των ενηλίκων εξαρτάται συχνά από την καλλιέργεια στην οποία εμφανίζονται (π.χ. στα αγγούρια είναι συχνά κιτρινο-καφέ, στις ντομάτες είναι κυρίως κόκκινο-καφέ).

Τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά έχουν συνήθως δύο μεγάλες μαύρες κηλίδες, εξού και το όνομα, «άκαρι με τις δύο κηλίδες». Οι κηλίδες μπορεί να διαφέρουν τόσο στη μορφή όσο και στο μέγεθος. Τα κόκκινα μάτια διακρίνονται σε όλα τα στάδια.

Οι πρωτονύμφες έχουν τέσσερα ζεύγη ποδιών και είναι λίγο μεγαλύτερες από τις προνύμφες. Το χρώμα τους ποικίλλει από ανοιχτό έως σκούρο πράσινο. Οι δύο κηλίδες του σώματος είναι μεγαλύτερες και καλύτερα ορατές από ότι στο στάδιο της προνύμφης. Οι δευτερονύμφες είναι μεγαλύτερες από τις πρωτονύμφες με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά να είναι κοινά.



Εικόνα 16: Βιολογικός κύκλος *Tetranychus urticae*

1.10.1.2 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Η αύξηση του πληθυσμού των τετρανύχων εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, καθώς και από την καλλιέργεια. Διαφορετικά στελέχη τετρανύχων μπορεί επίσης να παρουσιάζουν διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης.

Η θερμοκρασία είναι ο σημαντικότερος παράγοντας ανάπτυξης. Η ανάπτυξη είναι δυνατή μεταξύ 12°C και 40°C. Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού αυξάνεται σε θερμοκρασίες έως 30°C, αλλά μειώνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Το *T. urticae* γεννά περισσότερα αυγά και αναπτύσσεται γρηγορότερα σε χαμηλότερη υγρασία.

Η διάρκεια του σταδίου του ωού είναι μεγάλη σε σύγκριση με τα επόμενα στάδια και η ανάπτυξη είναι ταχύτερη σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Στους 25°C, στα τριαντάφυλλα το στάδιο του αυγού διαρκεί 4,3 ημέρες, ενώ η ανάπτυξη του προνυμφικού και νυμφικού σταδίου διαρκεί 1,8, 1,5 και 2,0 ημέρες αντίστοιχα.

Τα θηλυκά μπορούν να παράγουν περισσότερα από δέκα αυγά την ημέρα. Μαζί με τον χρόνο παραγωγής να είναι μικρότερος από δύο εβδομάδες στους 25°C, αυτό οδηγεί σε εξαιρετικά γρήγορη ανάπτυξη πληθυσμού σε υψηλές θερμοκρασίες και σε συνθήκες θερμοκηπίου. Στους 25°C ο πληθυσμός των τετρανύχων μπορεί να διπλασιαστεί σε λιγότερο από τρεις ημέρες και να δεκαπλασιαστεί σε περίπου δέκα ημέρες. Η αναλογία φύλου στο πληθυσμό *T. urticae* είναι συνήθως 75% θηλυκά και 25% αρσενικά. Ο αριθμός των αυγών που γεννιούνται ανά θηλυκό στους 25°C μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 75 και 130 ανάλογα με το φυτό ξενιστή.

1.10.1.3 Συμπτώματα προσβολής

Οι προνύμφες, οι νύμφες και τα ενήλικα προκαλούν ζημιά απομυζώντας τους χυμούς των φυτών. Εμφανίζονται κυρίως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων όπου τρυπούν τα φυτικά κύτταρα και απομυζούν το περιεχόμενό τους. Τα κενά νεκρά κύτταρα γίνονται κίτρινα και σε πολλά φυτά η ζημιά μπορεί επίσης να παρατηρηθεί και στην άνω επιφάνεια των φύλλων ως μικρές κίτρινες κουκίδες. Η καταστροφή των κυττάρων οδηγεί σε μειωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα,

αυξημένη διαπνοή και μειωμένη ανάπτυξη των φυτών. Καθώς συντελείται όλο και μεγαλύτερη ζημιά, ολόκληρα τα φύλλα κιτρινίζουν και επειδή αφαιρείται περισσότερος κυτταρικός χυμός, το φύλλο, και τελικά ολόκληρο το φυτό, μπορεί να σαπίσει. Στις τομάτες και τα αγγούρια, μόλις 30% ζημιά στην επιφάνεια των φύλλων μπορεί να επιφέρει απώλεια της σοδειάς. Οι νύμφες και τα ενήλικα παράγουν επίσης ιστούς και τα φυτά μπορούν να καλυφθούν πλήρως με αυτούς. Η δημιουργία ιστών και κηλίδων επάνω στα φύλλα επηρεάζει την καλλιέργεια. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα για τις καλλιέργειες καλλωπιστικών φυτών.

1.10.1.4 Διασπορά

Σε έντονη προσβολή, τα ακάρεα πέφτουν στο έδαφος και εξαπλώνονται ή μετακινούνται σε νέα φυτά μέσω των ιστών που δημιουργούν. Οι τετράνυχοι επίσης διασκορπίζονται από φυτό σε φυτό εάν αυτά αγγίζουν το ένα το άλλο. Διασπορά σε μεγαλύτερες αποστάσεις πραγματοποιούνται μέσω του αέρα. Για να επιτευχθεί αυτό, τα ενήλικα θηλυκά, μεταναστεύουν στην κορυφή των φυτών και κάθονται σε μια θέση εκτεθειμένη στον αέρα.

Τα ακάρεα μπορούν επίσης να διασκορπιστούν και μηχανικά, είτε με την μετακίνηση μολυσμένου φυτικού υλικού, είτε σε ρούχα και άλλα αντικείμενα. Παρά την ευκολία διασποράς, εμφανίζονται συχνά τοπικά σε θερμοκήπια σε συγκεκριμένα σημεία. Τέτοια σημεία μπορεί να έχουν πιο ευνοϊκές (ξηρές, θερμότερες) συνθήκες.

1.10.1.5 Διαχείμαση

Όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες επιδεινώνονται, τα θηλυκά εισέρχονται σε διάπαυση. Ο κύριος παράγοντας που προκαλεί διάπαυση είναι η μείωση της διάρκειας της ημέρας. Η πτώση της θερμοκρασίας και η μείωση της διαθέσιμης τροφής μπορούν να συμβάλουν σε αυτό.

Τα θηλυκά που εισέρχονται σε διάπαυση αποκτούν πορτοκαλί-κόκκινο χρώμα. Αφού γονιμοποιηθούν διαχειμάζουν, κρυμμένα μέσα στη δομή του θερμοκηπίου και σε προστατευμένα σημεία. Κατά τη διάρκεια της διάπαυσης δεν τρέφονται, δεν γεννούν αυγά και αποκτούν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα φυτοφάρμακα. Είναι επίσης πιο δύσκολο να τα εντοπίσουν τα

αρπακτικά ακάρεα, όχι μόνο επειδή κρύβονται, αλλά και επειδή τα φυτά-ξενιστές δεν απελευθερώνουν ουσίες που τα προσελκύουν κατά τη διακοπή της σίτισης. Όταν οι συνθήκες γίνονται ευνοϊκές την άνοιξη, τα θηλυκά ενεργοποιούνται και αρχίζουν ξανά την ωοτοκία. Σε θερμοκήπια με τεχνητό φωτισμό, το *T. urticae* αναπαράγεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

1.10.1.6 Φυσικοί εχθροί των τετρανύχων

Το αρπακτικό ακάρι *Neoseiulus californicus* αποτελεί ιδανική λύση σε υψηλότερες θερμοκρασίες, χαμηλότερη υγρασία και στα φυτοφάρμακα καθώς είναι πιο ανθεκτικό έναντι του *P. persimilis*. Το *Neoseiulus californicus* μπορεί επίσης να τραφεί και με άλλες πηγές τροφής όπως άλλα ακάρεα, θρίπες ή γύρη. Έχει τη δυνατότητα να επιβιώσει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από το *P. persimilis* όταν δεν υπάρχει παρουσία τετρανύχων. Η κηκιδόμυγα *Feltiella acarisuga*, μπορεί να εισαχθεί σε θερμοκήπια για τον έλεγχο των τετρανύχων σε σημεία έντονης προσβολής.

1.10.1.6.1 Αρπακτικό άκαρι *Phytoseiulus persimilis*

Το αρπακτικό ακάρεα *Phytoseiulus persimilis*, αποτελεί το σημαντικότερο φυσικό εχθρό του *T. urticae*, και έχει εισαχθεί σε πολλές καλλιέργειες παγκοσμίως. Αυτό το αρπακτικό άκαρι ήταν ο πρώτος φυσικός εχθρός που χρησιμοποιήθηκε στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Είναι ειδικός θηρευτής και δεν μπορεί να τραφεί με άλλα ακάρεα, ωστόσο μπορεί να ελέγξει τις προσβολές από τους τετρανύχους πολύ γρήγορα. Σε ξηρές, ζεστές συνθήκες παρατηρείται μεγαλύτερη δυσκολία στο έλεγχο του πληθυσμού των τετρανύχων από το *P. persimilis*. Ανήκει στην οικογένεια Phytoseiidae, μια μεγάλη οικογένεια που περιέχει περισσότερα από 2700 είδη που τρέφονται με ακάρεα ή μικρά έντομα.

Το 1958, το *P. persimilis* εισήχθη στη Γερμανία σε φυτικό υλικό από τη Χιλή. Μόλις ανακαλύφθηκε από έναν ερευνητή, διανεμήθηκε σε ερευνητικά ιδρύματα σε ολόκληρο τον κόσμο. Την ίδια περίπου εποχή βρέθηκε και στην Αλγερία. Πλέον χρησιμοποιείται αποτελεσματικά ως παράγοντας βιολογικού ελέγχου για τους τετρανύχους σε μια μεγάλη γκάμα θερμοκηπιακών και υπαίθριων καλλιεργειών.

1.10.1.6.1.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Το *P. persimilis* αναπτύσσεται ταχύτερα από το *T. urticae*, ιδιαίτερα όταν οι θερμοκρασίες δεν είναι πολύ υψηλές. Στους 20°C, ο μέσος χρόνος αναπαραγωγής του αρπακτικού είναι μικρότερος από εκείνον του τετρανύχου, με αποτέλεσμα την ταχύτερη εγκατάσταση του πληθυσμού των ωφέλιμων έναντι των παρασίτων. Ανάπτυξη είναι δυνατή από τους 12°C, ωστόσο σε θερμοκρασίες κάτω των 15°C η θνησιμότητα στα προνυμφικά και νυμφικά στάδια είναι υψηλή. Πάνω από τους 32°C, η θνησιμότητα των μη ενήλικων σταδίων αυξάνεται και άνω των 35°C δεν είναι δυνατή καμία ανάπτυξη.

Ο πληθυσμός των αρπακτικών ακάρεων αποτελείται περίπου από 80% θηλυκά. Το ζευγάρι είναι απαραίτητο για την αναπαραγωγή και λαμβάνει χώρα αμέσως μετά την εμφάνιση των ενήλικων. Στους 25°C, τα ενήλικα θηλυκά αρχίζουν να γεννούν αυγά περίπου μία ημέρα μετά την εκκόλαψη και η περίοδος ωοτοκίας διαρκεί περίπου 15 ημέρες. Με επαρκή ποσότητα τροφής, μπορούν να γεννούν έως και πέντε αυγά την ημέρα, με συνολικό βάρος ίσο με το δικό τους και ο πληθυσμός μπορεί να διπλασιάζεται κάθε δύο ημέρες.

Άλλοι παράγοντες, όπως το φυτό-ξενιστής ή η σχετική υγρασία, μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη. Για παράδειγμα, η διάρκεια ζωής και η αναπαραγωγή του *P. persimilis* είναι χαμηλότερη στην ντομάτα σε σχέση με το φασόλι. Σχετική υγρασία κάτω από 70% στους 25°C έχει δυσμενή επίδραση στην εκκόλαψη των αυγών.

1.10.1.6.1.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Τα ενήλικα είναι πορτοκαλοκόκκινα με οκτώ μακριά πόδια και πολύ δραστήρια, ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα θηλυκά έχουν μήκος περίπου 0,6 mm, και παρόλο που τα αρσενικά είναι ελαφρώς μικρότερα, πιο επίπεδα και πιο επιμήκη, είναι δύσκολο να διακριθούν μεταξύ

τους. Όταν κινούνται, κουνάνε το πρώτο ζευγάρι ποδιών πάνω-κάτω στον αέρα καθώς αυτά φέρουν αισθητήρια όργανα για να καταγράφουν τις πτητικές ουσίες που εκπέμπονται από τα κατεστραμμένα φυτά. Τα ακάρεα της οικογένειας Phytoseiidae δεν έχουν οφθαλμούς και ως εκ τούτου βασίζονται στις πτητικές ουσίες που απελευθερώνονται από τα κατεστραμμένα φυτά και στην αίσθηση της αφής για να βρουν τη λεία τους.

Ο βιολογικός κύκλος του *P. persimilis* είναι τα ίδια με αυτά των τετρανύχων: ωό, προνύμφη, πρωτονύμφη, δευτερονύμφη και ενήλικο, εκτός από την περίοδο ανάπαυσης στο προνυμφικό και νυμφικό στάδιο. Στα φυτά, τα αυγά συνήθως εναποτίθενται κοντά σε μια αποικία τετρανύχων. Έχουν περίπου διπλάσιο μέγεθος από τα αυγά του τετράνυχου και έχουν ένα διαφανές ανοιχτό ροζ χρώμα κατά την εναπόθεση και στη πορεία αποκτούν μια ελαφρώς πιο σκούρα απόχρωση.

Οι προνύμφες φέρουν τρία ζεύγη ποδιών. Δεν τρέφονται και παραμένουν αδρανείς εκτός εάν ενοχληθούν από κάτι. Μόλις φτάσει το στάδιο της πρωτονύμφης (με τέσσερα ζεύγη ποδιών), αρχίζει άμεσα τη σίτιση. Κατά τη διάρκεια του πρωτονυμφικού, δευτερονυμφικού και ενήλικου σταδίου τα ακάρεα τρέφονται συνεχώς. Το πρωτονυμφικό και δευτερονυμφικό στάδιο είναι παρόμοιο με το ενήλικο στην εμφάνιση, αλλά μικρότερο σε μέγεθος.

1.10.1.6.1.3 Διατροφική συμπεριφορά

Το *P. persimilis* τρέφεται με όλα τα στάδια του τετράνυχου, ωστόσο έχει προτίμηση στα αυγά. Τα αρπακτικά ακάρεα τρυπούν το θήραμα με τα στοματικά τους μόρια και το απομυζούν. Τα πρώτα στάδια ανάπτυξης τα αρπακτικά ακάρεα τρέφονται μόνο με μικρότερα στάδια θηράματος. Στο προνυμφικό στάδιο δεν παρατηρείται σίτιση έως ότου αναπτυχθούν σε πρωτονύμφες. Η ποσότητα της τροφής που καταναλώνεται εξαρτάται από τον πληθυσμό των αρπακτικών και των θηραμάτων, το φύλο, την ηλικία, τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία. Γενικά, η ποσότητα της τροφής που καταναλώνεται αυξάνεται όσο αυξάνεται και η θερμοκρασία. Ωστόσο σε θερμοκρασίες άνω των 30°C παρατηρείται μείωση και σε θερμοκρασίες άνω των 35°C, το *P. persimilis* σταματά να τρέφεται. Η βέλτιστη θερμοκρασία για τον έλεγχο των τετράνυχων είναι μεταξύ 15 και 25°C. Στους 20°C με υψηλή παρουσία τετράνυχων, ένα ενήλικο θηλυκό αρπακτικό καταναλώνει έως και πέντε ενήλικα ή 20 νεαρές προνύμφες ή αυγά τετράνυχων

ημερησίως. Επειδή ο ρυθμός ανάπτυξης του αρπακτικού είναι περίπου διπλάσιος από του τετράνυχου, ο πληθυσμός των αρπακτικών αυξάνεται γρηγορότερα με αποτέλεσμα την ταχύτερη μείωση της προσβολής λόγω υψηλού ποσοστού θήρευσης.

Το *P. persimilis* είναι αποτελεσματικό και εξειδικεύεται μόνο κατά των τετράνυχων και ειδικά σε έντονες προσβολές που παράγεται και μεγάλη ποσότητα ιστού. Μπορεί να κινηθεί μέσα στους ιστούς με ευκολία. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι μια έντονη προσβολή αντιμετωπίζεται γρήγορα και αποτελεσματικά. Εν απουσία θηράματος, κυρίως τα ενήλικα θηλυκά θα εγκαταλείψουν το φυτό αναζητώντας άλλες εστίες τετράνυχων. Ο πληθυσμός τους θα μειωθεί δραματικά και τα αρπακτικά ακάρεα θα αρχίσουν να δρουν κανιβαλιστικά.

1.10.1.6.1.4 Ανιχνευτική συμπεριφορά και εξάπλωση

Η ικανότητα του *P. persimilis* να εξαπλώνεται και να βρίσκει νέες αποικίες θηραμάτων εξαρτάται από το περιβάλλον, το φυτό ξενιστή, την πυκνότητα, την κατανομή του θηράματος και την παρουσία ιστών. Η πυκνότητα των φυτών είναι επίσης πολύ σημαντικός παράγοντας. Όταν τα προσβεβλημένα φυτά έρχονται σε επαφή με τα γειτονικά, η εξάπλωση των αρπακτικών ακάρεων είναι πιο εύκολα.

Η ζημιά και ο ιστός που δημιουργεί ο τετράνυχος βοηθά το αρπακτικό να εντοπίσει τη λεία του. Αν και το *P. persimilis* δεν έχει οφθαλμούς, ανιχνεύει τους ιστούς με την αίσθηση της αφής και τη φθορά των φύλλων με την μυρωδιά. Το φυτό αντιδρά στην ζημιά που προκαλείται από την σίτιση των τετράνυχων, παράγοντας πτητικές χημικές ουσίες που λειτουργούν ως σήματα στα αρπακτικά ακάρεα. Εάν η πυκνότητα του θηράματος είναι σχετικά χαμηλή σε σύγκριση με την πυκνότητα των αρπακτικών, το ενήλικο θηλυκό του *P. persimilis* θα απλωθεί σε αναζήτηση νέων πηγών τροφής. Οι νύμφες συχνά παραμένουν στο προσβεβλημένο φυτό και τρέφονται με ό,τι βρουν.

Σε χαμηλή σχετική υγρασία, το *P. persimilis* μετακινείται προς τα χαμηλότερα σημεία της καλλιέργειας όπου υπάρχει υψηλότερη υγρασία, ενώ οι τετράνυχλοι αναζητούν πιο ξηρά μέρη του

φυτού με αποτέλεσμα να μετακινούνται σε υψηλότερα σημεία της καλλιέργειας. Κατά συνέπεια, το παράσιτο και ο φυσικός εχθρός μπορούν να διαχωριστούν.

1.10.1.6.2 Αρπακτικό άκαρι *Neoseiulus californicus*

Το *Neoseiulus californicus* είναι ένα αρπακτικό άκαρι που εμφανίζεται φυσικά σε εύκρατες και υποτροπικές περιοχές της Βόρειας και Νότιας Αμερικής και γύρω από τη Μεσόγειο Θάλασσα. Όπως και το *P. persimilis*, ανήκει στην οικογένεια Phytoseiidae. Είναι γενικό αρπακτικό διαφόρων ειδών τετράνυχων, συμπεριλαμβανομένου και του *T. urticae*.

1.10.1.6.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Όπως σε όλα τα αρπακτικά ακάρεα, το *N. californicus* αναπτύσσεται ταχύτερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Αν και τρέφεται με πολλά είδη ακάρεων, μικρά έντομα και γύρη, η μέγιστη αύξηση πληθυσμού παρατηρείται με το *T. urticae* ως θήραμα, ιδιαίτερα στα ατελή στάδια. Το ανώτατο όριο ανάπτυξης είναι υψηλότερο από του *P. persimilis*, καθώς μπορεί να αναπτυχθεί και στους 38°C. Στους 40°C δεν εναποτίθενται αυγά και είναι αδύνατη η ανάπτυξη. Το κατώτερο όριο ανάπτυξης είναι περίπου στους 10°C και σχετική υγρασία μικρότερη από 70% έχει αρνητική επίδραση στην αύξηση του πληθυσμού καθώς η θνησιμότητα των αυγών αυξάνεται με τη μείωση της υγρασίας. Ωστόσο, η δυσμενής επίδραση της χαμηλής υγρασίας είναι λιγότερο σοβαρή από ότι στο *P. persimilis*. Η αύξηση του πληθυσμού υπό θερμές και ξηρές συνθήκες είναι επομένως καλύτερη έναντι του *P. persimilis*. Σε εργαστηριακές μελέτες στους 25°C, η ανάπτυξη από ωό σε ενήλικο διαρκεί τέσσερις έως έξι ημέρες και τα ενήλικα ακάρεα αρχίζουν να γεννούν αυγά περίπου δύο ημέρες μετά την εμφάνιση τους. Ο ρυθμός ανάπτυξης είναι υψηλότερος γύρω στους 30-32°C και η ανάπτυξη από ωό σε ενήλικο διαρκεί τρεις ή τέσσερις ημέρες σε αυτές τις θερμοκρασίες. Η περίοδος ωοτοκίας είναι περίπου 20 ημέρες και τα θηλυκά μπορούν να ζήσουν για άλλες δύο εβδομάδες. Εναποθέτουν περίπου 40-60 αυγά συνολικά και το ποσοστό των θηλυκών είναι περίπου 60%.

Το ζευγάριωμα είναι απαραίτητο για την ωοτοκία. Η ωοτοκία εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα τροφής. Σε χαμηλό ποσοστό θηραμάτων, τόσο ο αριθμός των αυγών όσο και το ποσοστό των θηλυκών μειώνεται.

1.10.1.6.2.2 Διατροφική συμπεριφορά

Το *N. californicus* είναι αρπακτικό των ακάρεων της οικογένειας Tetranychid, αλλά μπορεί επίσης να τραφεί και να επιβιώσει και με άλλα θηράματα, συμπεριλαμβανομένων άλλων ακάρεων, θρίπες ή γύρη.

1.10.1.6.2.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Τα στάδια ανάπτυξης είναι τα ίδια όπως και για πολλά μέλη της οικογένειας Phytoseiidae: ωό, προνύμφη, πρωτονύμφη, δευτερονύμφη και ενήλικο. Τα ενήλικα ακάρεα είναι ελαφρύτερα και έχουν επίπεδο πιο επίμηκες σώμα από το *P. persimilis* και έχουν μήκος περίπου 0,4 mm.

Τα ωά είναι οβάλ, διαφανή έως λευκά και εναποτίθενται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Οι προνύμφες φέρουν τρία ζεύγη ποδιών και τρέφονται με ωά τετράνυχων. Οι νύμφες και τα ενήλικα έχουν διάφανο λευκό χρώμα. Σε πολλές περιπτώσεις, το χρώμα της τροφής που προσλαμβάνεται διαπερνά το δέρμα και εμφανίζεται ως σημάδι σε σχήμα X στην πλάτη.

Ακριβώς όπως το *P. persimilis*, μπορεί να κινηθεί εύκολα μέσα στον ιστό του τετράνυχου. Η ανάπτυξη του πληθυσμού είναι πολύ πιο γρήγορη όταν τρέφεται με τετράνυχους παρά με άλλες πηγές τροφής. Μπορούν επίσης να επιβιώσουν σε πλήρη απουσία τροφής, παραμένοντας στην καλλιέργεια έως ότου ανιχνεύσουν το θήραμα τους. Όταν τρέφεται με το *T. urticae*, το *N. californicus* δείχνει προτίμηση στα ανώριμα στάδια (ωά, προνύμφες και νύμφες) σε αντίθεση με τα ενήλικα. Ωστόσο, τα ενήλικα θηλυκά τρέφονται με όλα τα στάδια του *T. urticae*, ενώ οι προνύμφες τρέφονται κυρίως με ωά και οι νύμφες με ωά, προνύμφες και νύμφες. Η σίτιση εξαρτάται από την πυκνότητα του αρπακτικού και του θηράματος, καθώς και από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία. Τα θηλυκά που γεννούν ωά καταναλώνουν την

περισσότερη πηγή τροφής. Όταν ο πληθυσμός των παρασίτων είναι υπερβολικά μικρός, ένα μέρος των αρπακτικών θα διασκορπιστεί αναζητώντας νέα λεία, μεταναστεύοντας τόσο πάνω από την καλλιέργεια όσο και κατά μήκος του εδάφους. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού θα παραμείνει στην καλλιέργεια και θα περιμένει την άφιξη νέων θηραμάτων. Αυτό οφείλεται στην υψηλότερη ανοχή τους στην πείνα και στο ευρύτερο διατροφικό φάσμα. Παρόμοια με το *P. persimilis*, το *N. californicus* μπορεί να χρησιμοποιήσει τις πτητικές ουσίες που εκπέμπονται από τα προσβεβλημένα φυτά από τα ακάρεα ως ενδείξεις για να βρει τη λεία του. Το *N. californicus* είναι επίσης αρκετά ανθεκτικό σε πολλά συνθετικά φυτοφάρμακα.

1.10.1.6.3 *Feltiella acarisuga*

Η κηκιδόμυγα *Feltiella acarisuga* ανήκει στην τάξη των Δίπτερων και στην οικογένεια Cecidomyiidae. Οι προνύμφες όλων των ειδών του γένους *Feltiella* τρέφονται αποκλειστικά με τετράνυχους και εμφανίζονται σε πολλές καλλιέργειες όπως η τομάτα, το αγγούρι, η γλυκιά πιπεριά και το τριαντάφυλλο σε πολλά μέρη του κόσμου.

Οι προνύμφες μπορούν να επιβιώσουν για αρκετές ημέρες χωρίς τροφή. Είναι επίσης πιθανό η έλλειψη τροφής να προκαλέσει νωρίτερα την νύμφωση εάν η προνύμφη έχει φτάσει σε επαρκές μέγεθος. Τα ενήλικα είναι μικρά σε μέγεθος, ροζ-καφέ χρώματος με ένα ελαφρύ κάλυμμα από τρίχες στα φτερά και στο σώμα. Τα αρσενικά και τα θηλυκά διακρίνονται από τις κεραίες τους. Στα αρσενικά, τα τμήματα της κεραίας είναι μακρύτερα και πιο τριχωτά από αυτά του θηλυκού.

1.10.1.6.3.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Η ανάπτυξη του *F. acarisuga* εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και τον πληθυσμό του παρασίτου. Η ανάπτυξη από ωό σε ενήλικο διαρκεί 34 ημέρες στους 15°C και μειώνεται σε δέκα ημέρες στους 27°C. Στους 30°C η ανάπτυξη διαρκεί περισσότερο από ό,τι στους 27°C. Τα ωά δεν εκκολάπτονται στους 35°C και άνω, και η ανάπτυξη σταματά κάτω από 8°C. Οι κηκιδόμυγες χρειάζονται υψηλή υγρασία για να αναπτυχθούν και η θνησιμότητα τα ανώριμα στάδια είναι υψηλή κάτω από 65% σχετικής υγρασίας.

Τα ενήλικα ζευγαρώνουν μέσα σε μια ημέρα από την εμφάνιση τους. Μετά από μία ή δύο ημέρες, τα θηλυκά αρχίζουν να γεννούν ωά τα οποία εναποτίθενται χωριστά στην κάτω επιφάνεια των προσβεβλημένων φύλλων. Ζουν έως και 14 ημέρες και γεννούν έως και 60 ωά στους 20-27°C και 75-85% σχετικής υγρασίας. Η χαμηλή σχετική υγρασία έχει επίσης αρνητική επίδραση στη διάρκεια ζωής και την ωοτοκία των ενηλίκων. Η επιβίωση και η γονιμότητα ενισχύονται με την παρουσία μιας πηγής σακχάρων (π.χ. μελίτωμα που εκκρίνεται από αφίδες ή νέκταρ). Η αναλογία είναι περίπου 60% θηλυκά. Οι βέλτιστες συνθήκες για το *F. acarisuga* είναι πάνω από 75% σχετική υγρασία και θερμοκρασία 20-27°C. Το *F. acarisuga* μπορεί να διαχειμάσει στο προνυμφικό στάδιο σε εύκρατες περιοχές.

1.10.1.6.3.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο βιολογικός κύκλος του *F. acarisuga* αποτελείται από ωό, τρία προνυμφικά στάδια, νυμφικό στάδιο και το ενήλικο. Τα θηλυκά εναποθέτουν τα ωά τους σε φύλλα και ιστούς μέσα και γύρω από τις αποικίες των τετράνυχων. Τα ωά τοποθετούνται συχνά ανάμεσα στις φλέβες των φύλλων. Είναι διαφανή έως ανοιχτό κίτρινο, ελαφρώς μακρότερα από τη διάμετρο των ωών των τετράνυχων και έχουν σχεδόν μακρόστενο και κυρτό. Το χρώμα της προνύμφης είναι συνήθως πορτοκαλί, αλλά μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το χρώμα του θηράματος που τρέφεται. Αμέσως μετά την εκκόλαψη, η προνύμφη είναι κίτρινη ή λευκή. Τα ωά και τα προνυμφικά στάδια είναι πολύ δύσκολο να εντοπιστούν με το μάτι στην καλλιέργεια λόγω του μικρού τους μεγέθους και του χρώματος τους . Καθώς η ανάπτυξη εξελίσσεται, μια κόκκινη κηλίδα εμφανίζεται κεντρικά, έως ότου ολόκληρη η προνύμφη γίνει πιο σκούρα. Τέλος, στο σώμα εμφανίζονται λευκές κηλίδες. Μια πλήρως αναπτυγμένη προνύμφη έχει μήκος περίπου 2 mm. Στο τελευταίο προνυμφικό στάδιο, η προνύμφη δημιουργεί ένα λευκό κουκούλι κοντά σε μια φλέβα στο φύλλο και νυμφώνεται μέσα σε αυτό.

1.10.1.6.3.3 Διατροφική συμπεριφορά

Το *F. acarisuga* τρέφεται με πολλά είδη τετράνυχων όπως *T. urticae* , *T. turkestanii* , *T. kanzawai* και πολλά άλλα. Είναι πολύ αποτελεσματικό σε εστίες έντονης προσβολής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τα αρπακτικά ακάρεα *P. persimilis* και *N. californicus*.

Αμέσως μετά την εκκόλαψη, οι προνύμφες τρέφονται άμεσα με όλα τα στάδια του τετράνυχου. Χρησιμοποιούν τα στοματικά τους μόρια για να ακινητοποιήσουν πρώτα το θήραμά τους και μετά να απομυζήσουν το εσωτερικό τους. Οι προνύμφες τρέφονται επίσης και με τετράνυχους που βρίσκονται σε διάπαυση και μπορούν να καταναλώσουν έως 15 ενήλικα ή έως και 50 αυγά την ημέρα. Τα ενήλικα δεν είναι αρπακτικά και χρειάζονται μόνο νερό και σάκχαρα. Τα ενήλικα διασκορπίζονται εύκολα λόγω τις ικανότητας του να πετούν. Ανιχνεύουν τις αποικίες τετράνυχων στα φύλλα και γεννούν τα αυγά τους δίπλα σε αυτές τις αποικίες.

1.10.2 Αφίδες

Οι αφίδες σχηματίζουν μια πολύ μεγάλη ομάδα εντόμων: την υπεροικογένεια Aphidoidea, που ανήκει στην τάξη των Ημιπτέρων. Οι αφίδες που ανήκουν στην οικογένεια Aphididae , μπορούν να προκαλέσουν ζημιές σε πολλές καλλιέργειες.



Εικόνα 17: Άπτερες μορφές του *Aphis gossypii*

1.10.2.1 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Οι αφίδες έχουν έναν περίπλοκο βιολογικό κύκλο, με πτερωτές και άπτερες μορφές ενηλίκων του ίδιου είδους να αναπτύσσονται, ανάλογα με τις συνθήκες. Οι πτερωτές αφίδες φέρουν δύο ζεύγη φτερών, το ένα από τα οποία είναι πολύ μεγαλύτερο από το άλλο.

Για μια μεγάλη διάρκεια της περιόδου, ο πληθυσμός των αφίδων αποτελείται από ζωοτόκα θηλυκά. Καθώς η αναπαραγωγή είναι ασεξουαλική, οι απόγονοι ενός μόνο θηλυκού είναι γενετικά πανομοιότυποι με τη μητέρα. Με άλλα λόγια, είναι κλώνοι. Επειδή δεν υπάρχει γενετικός ανασυνδυασμός, διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως οι χρωματικές μορφές ή η αντοχή στα φυτοφάρμακα, παραμένουν αμετάβλητα και αδιαχώριστα. Οι νεαρές αφίδες γεννιούνται ως ανεπτυγμένες νύμφες και αρχίζουν να τρέφονται αμέσως με το χυμό των φυτών. Αναπτύσσονται γρήγορα και αλλάζουν δέρμα τέσσερις φορές προτού ενηλικιωθούν, με εμφανή λευκά εκδύματα που παραμένουν στην επιφάνεια των φύλλων, προδίδοντας την παρουσία των αφίδων στην καλλιέργεια.

Υπάρχουν δυο τύποι αφίδων: αυτά που αλλάζουν φυτά ξενιστές το χειμώνα και αυτά που δεν αλλάζουν. Τα είδη που εναλλάσσονται μεταξύ φυτών ξενιστών αναπαράγονται ασεξουαλικά κατά την θερινή περίοδο, μεταναστεύοντας στο χειμερινό φυτό ξενιστή το φθινόπωρο, όπου αναπαράγονται σεξουαλικά και γεννούν ωά όπου θα διαχειμάσουν. Τα φυτά ξενιστές του καλοκαιριού είναι είτε ποώδη είτε ξυλώδη, ενώ τα φυτά ξενιστές του χειμώνα είναι ανθεκτικά, ξυλώδη πολυετή φυτά. Οι αφίδες που δεν εναλλάσσονται μεταξύ των φυτών ξενιστών ζευγαρώνουν επίσης το φθινόπωρο και γεννούν ωά που διαχειμάζουν. Όπου συμβαίνει το ζευγάρισμα και τα ωά εναποτίθενται, ο βιολογικός κύκλος ονομάζεται ολοκυκλικός (πλήρης). Στα θερμοκήπια, ωστόσο, η εναλλαγή του φυτού ξενιστή και της φωτοκίας μπορεί να μην πραγματοποιηθεί. Σε αυτή την περίπτωση, η αναπαραγωγή συνεχίζεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα με παρθενογένεση, με τα ζωοτόκα μη γονιμοποιημένα θηλυκά να συνεχίζουν να παράγουν νέες γενιές θηλυκών. Αυτό είναι γνωστό ως ανολοκυκλικός (ατελής) βιολογικός κύκλος. Ωστόσο, σε ορισμένες θερμοκηπιακές καλλιέργειες με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα (π.χ. φράουλες), έχουν παρατηρηθεί ωά αφίδων.

1.10.2.2 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Η ανάπτυξη του πληθυσμού των αφίδων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος, το φυτό ξενιστής, οι κλιματικές συνθήκες, η πυκνότητα του πληθυσμού και η παρουσία φυσικών εχθρών. Κάτω από βέλτιστες συνθήκες στους 23°C περίπου, τα ανώριμα στάδια για να φτάσουν στην ενήλικη μορφή χρειάζονται έξι ή επτά ημέρες.

Ο ρυθμός αναπαραγωγής μεταξύ των αφίδων είναι ταχύς και υπάρχουν αρκετοί λόγοι για αυτό. Σε συνθήκες θερμοκηπίου, απαντώνται μόνο θηλυκές αφίδες, οι οποίες αναπαράγονται παρθενογενετικά. Λόγω του μικρού χρόνου αναπαραγωγής τους και του γεγονότος ότι στο θερμοκήπιο η αναπαραγωγή τους είναι συχνά ασεξουαλική, η προσβολή από αφίδες μπορεί πολύ γρήγορα να φτάσει σε κρίσιμα επίπεδα. Ένα θηλυκό παράγει από τρεις έως δέκα νεαρές αφίδες την ημέρα για αρκετές εβδομάδες. Καθώς δεν απαιτείται γονιμοποίηση, η ανάπτυξη των επόμενων γενεών μπορεί να ξεκινήσει αμέσως μετά τη γέννηση μιας αφίδας. Αυτό σημαίνει ότι από τη στιγμή που μια αφίδα έχει αναπτυχθεί πλήρως, αρκετές νεαρές νύμφες έχουν ήδη αναπτυχθεί και είναι έτοιμες να γεννήσουν.

1.10.2.3 Ζημιά

Οι νύμφες και τα ενήλικα αφαιρούν θρεπτικά συστατικά από το φυτό και διαταράσσουν την ισορροπία των αυξητικών ορμονών. Ως αποτέλεσμα, η ανάπτυξη του φυτού επιβραδύνεται, προκαλώντας παραμόρφωση των φύλλων και σε έντονη προσβολή μπορεί να οδηγήσει ακόμα και στο θάνατο νεαρών φυτών. Η καθυστερημένη ανάπτυξη και η αποφύλλωση μειώνουν την απόδοση της καλλιέργειας.

Ο χυμός των φυτών έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη αλλά είναι πλούσιος σε σάκχαρα. Επομένως, οι αφίδες πρέπει να εξάγουν μεγάλες ποσότητες χυμού για να λάβουν επαρκή πρωτεΐνη. Κατά συνέπεια, η περίσσεια σακχάρων εκκρίνεται με τη μορφή μελιτώματος, κάνοντας επιφάνεια των φύλλων και των καρπών κολλώδη. Ταυτόχρονα, η φωτοσυνθετική ικανότητα στα φύλλα μειώνεται, επηρεάζοντας την παραγωγή.

Οι αφίδες μπορούν να μεταδώσουν παθογόνους οργανισμούς και ιδιαίτερα ιούς. Οι ιοί μεταδίδονται κυρίως από τα περωτά άτομα. Ο ιός της πατάτας Y (PVY) μεταδίδεται από τις αφίδες στην ντομάτα με αυτόν τον τρόπο, όπως και ο ιός του μωσαϊκού του αγγουριού (CMV) στο αγγούρι.

1.10.2.4 Διανομή και διασπορά

Οι αφίδες είναι συνήθως άπτερες. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη περωτής μορφής είναι ο συνωστισμός, η ποιότητα του φυτού, η θερμοκρασία και διάρκεια της ημέρας καθώς και γενετικοί παράγοντες.

Ο συνωστισμός, ωστόσο, είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που οδηγεί στην ανάπτυξη της περωτής μορφής και σε υψηλές πυκνότητες μεταναστεύουν σε άλλα φυτά. Αυτός ο πολυμορφισμός επιτρέπει στις αφίδες να αντιδρούν βέλτιστα στις αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών. Οι περωτές μπορούν να καλύψουν μεγάλες αποστάσεις για να δημιουργήσουν νέες αποικίες. Συνήθως οι πρώτες αφίδες που βρίσκονται σε μια καλλιέργεια είναι διάσπαρτες, αλλά λόγω του γρήγορου αναπαραγωγικού τους ρυθμού, σύντομα σχηματίζουν πυκνές αποικίες. Εάν εντοπιστούν έγκαιρα, μπορούν να ελεγχθούν. Μόλις ο πληθυσμός αυξηθεί, τα περωτά άτομα μπορούν να διασκορπιστούν σε όλη την καλλιέργεια.

Οι αφίδες αντιδρούν στο χρώμα των φυτών. Το χρώμα των φύλλων δίνει στην αφίδα πληροφορίες για την ηλικία και την ποιότητα του φύλλου, και δεδομένου ότι τα νεαρά φύλλα είναι γενικά η πιο κατάλληλη πηγή τροφής, το κιτρινοπράσινο είναι ένα ιδιαίτερα ελκυστικό χρώμα . Η οσμή παίζει ρόλο μόνο σε αποστάσεις μικρότερες του ενός μέτρου. Μια αφίδα θα δοκιμάσει πρώτα ένα φύλλο που φαίνεται κατάλληλο ανιχνεύοντας την επιδερμίδα του φυτού. Εάν γίνει αποδεκτή, η αφίδα θα μετακινηθεί στην κάτω επιφάνεια του φύλλου και θα αρχίσει να εισάγει τα στοματικά μόρια μύζησης στο φυτικό ιστό.

1.10.2.5 Φυσικοί εχθροί των αφίδων

Υπάρχουν διάφορα είδη αρπακτικών, παρασιτικών σφηκών και μυκήτων που συμβάλλουν στον βιολογικό έλεγχο των αφίδων. Η επιλογή της καλύτερης στρατηγικής που θα εφαρμοστεί σε κάθε δεδομένη κατάσταση θα εξαρτηθεί από το είδος της αφίδας, την καλλιέργεια και τη διάρκεια του κύκλου καλλιέργειας.

1.10.2.5.1 Παρασιτική σφήκα *Aphidius ervi*

Το *Aphidius ervi* ανήκει στην οικογένεια Braconidae και στην υποοικογένεια Aphidiinae. Εντοπίζεται σε πολλές χώρες της Ευρώπης και της Μέσης Ανατολής. Το είδος έχει καταγραφεί και στην Κίνα. Εισήχθη στις ΗΠΑ από τη Γαλλία το 1959 και κυκλοφόρησε σε διάφορα μέρη της Καλιφόρνια το 1976.

1.10.2.5.1.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Ο χρόνος ανάπτυξης από το ωό στο ενήλικο είναι 13 ημέρες στους 20°C και 10 ημέρες στους 25°C. Μια θηλυκή παρασιτική σφήκα παρασιτεί εκατοντάδες αφίδες μέσα σε δύο ημέρες. Αυτό Το συγκεκριμένο είδος *Aphidius* είναι ευαίσθητο σε υπερπαρασιτισμό . Όταν αναδυθεί, ένα θηλυκό έχει ήδη περίπου 100 ώριμα ωά στην κοιλιά του και μπορεί να αρχίσει να παρασιτεί τις αφίδες, με τα περισσότερα ωά να γεννώνται κατά τις τρεις πρώτες ημέρες μετά την εμφάνιση του ενήλικου. Ακόμη και σε θερμοκρασία 10°C οι παρασιτικές σφήκες εξακολουθούν να πετούν.

1.10.2.5.1.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Το *Aphidius ervi* είναι ένα πολύ σκούρο. Η μέση του είναι εντελώς μαύρη, χωρίς ρίγες. Καθώς μπορεί να αναπτυχθεί σε πολλά είδη αφίδων, είναι μεγαλύτερο από το *A. colemani* ή το *A. matricariae*. Το *A. ervi* είναι επιθετικό και μπορεί να κυνηγήσει την αφίδα για να παρασιτήσει. Εξαιτίας αυτού, η διαταραχή των αποικιών αφίδων μπορεί να έχει σοβαρό αντίκτυπο. Οι αφίδες μπορούν να εξαπλωθούν μέσω της καλλιέργειας και έχει αποδειχθεί ότι τα ποσοστά θνησιμότητας μεταξύ των αφίδων λόγω της διαταραχής από τα παρασιτοειδή μπορεί να είναι πολύ υψηλά. Η παρασιτισμένη αφίδα θα μετατραπεί σε μια δερματοποιημένη, χρυσή-καφέ μούμια.

1.10.2.5.2 Παρασιτική σφήκα *Aphidius matricariae*

Το *Aphidius matricariae* ανήκει στην οικογένεια Braconidae και στην υποοικογένεια Aphidiinae. Έχει ευρωπαϊκή προέλευση. Είναι ευρέως διαδεδομένο στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αφρική, τη Μέση Ανατολή και τη Βόρεια Αμερική. Υπάρχουν επίσης αναφορές από το Περού και τη Βραζιλία. Στα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται κυρίως κατά του *Myzus* spp.

1.10.2.5.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του πληθυσμού είναι μεταξύ 20 και 25°C. Ο ρυθμός ανάπτυξης μειώνεται σε θερμοκρασίες πάνω από 28°C ή κάτω από 15°C. Στα θερμοκήπια προσαρμόζονται καλύτερα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από το *A. colemani*.

1.10.2.5.2.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Τα ενήλικα έχουν χρυσο-καφέ χρώμα με μέγεθος 3-4 mm και μακριές κεραίες. Χαρακτηριστικό για τη διάκριση του είδους είναι οι λεπτές ρίγες στα πλαϊνά της μέσης της παρασιτικής σφήκας. Το *A. matricariae* είναι ειδικό για αφίδες της οικογένειας Aphididae. Τα περισσότερα είδη

ανήκουν στα γένη *Myzus* , *Aphis*, *Onatus* , *Rhopalosiphum* και *Sitobion* . Η βιολογία του *Aphidius matricariae* μοιάζει πολύ με αυτό του *A. colemani*.

1.10.2.5.3 *Chrysoperla carnea*

Το *Chrysoperla carnea*, ανήκει στην τάξη Neuroptera, στην υποτάξη Planipennia και στην οικογένεια Chrysopidae. Τα ενήλικα Chrysopidae είναι πράσινα και τρέφονται με γύρη και μελιτώματα. Τα ωά εναποτίθενται στους μίσχους, πιθανώς ως προστασία από τα αρπακτικά. Όταν η προνύμφη είναι έτοιμη να εκκολαφθεί, το ωό λυγίζει και στρέφεται προς την επιφάνεια του φύλλου. Οι μικρές προνύμφες είναι αδηφάγα αρπακτικά και πολλές φορές εν απουσία τροφής δρουν κανιβαλιστικά.

Τα Hemerobiidae είναι μια άλλη οικογένεια που ανήκει στα Neuroptera που διακρίνονται από τα Chrysopidae από το καφέ τους χρώμα , τα ωά χωρίς μίσχο και από την αρπακτική διατροφική συνήθεια τόσο των ενηλίκων όσο και των προνυμφών. Τα περισσότερα hemerobiids είναι δραστήρια σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από τα Chrysopidae. Ανάμεσα στα Chrysopidae, το *Chrysoperla carnea* είναι το πιο κοινό και διαδεδομένο είδος. Το *C. carnea* προτιμά τις αφίδες ως θήραμα, αλλά τρέφεται επίσης με άλλα έντομα και ακάρεα.

1.10.2.5.3.1 Διατροφική συμπεριφορά

Οι προνύμφες αναζητούν ενεργά την λεία τους στο φυτό. Η αποτελεσματικότητά τους περιορίζεται από την παρουσία τριχών στα φύλλα. Οι προνύμφες είναι δραστήριες κυρίως τη νύχτα, καθώς την ημέρα εντοπίζονται προφυλαγμένες κάτω από το φυτό ή το χείλος της γλάστρας. Οι προνύμφες επιτίθενται μέσω των στοματικών μορίων στη λεία τους. Το θήραμα μπορεί μερικές φορές να είναι μεγαλύτερο από την ίδια την προνύμφη. Κατά μέσο όρο, μια προνύμφη θα τραφεί με 300-400 αφίδες διαφόρων σταδίων κατά την ανάπτυξή της, αν και η πραγματική ποσότητα εξαρτάται από το είδος του θηράματος και τη θερμοκρασία. Περίπου το 75% της συνολικής διατροφής του *Chrysoperla carnea* θα λάβει χώρα κατά το τελευταίο προνυμφικό στάδιο. Οι θηλυκές προνύμφες τρέφονται περισσότερο από τις αρσενικές και τα

υπολείμματα των αφίδων είναι τόσο συρρικνωμένα που είναι δύσκολο να εντοπιστούν στην καλλιέργεια.

Η κύρια πηγή τροφής τους είναι οι αφίδες, αλλά τρέφονται επίσης και με αλευρώδεις τετράνυχους και θρίπες και ωά λεπιδοπτέρων. Εν απουσία τροφής, οι προνύμφες μπορούν να καταφύγουν στον κανιβαλισμό, με τις μεγαλύτερες προνύμφες να τρώνε τις νεότερες. Τα ενήλικα δεν συμβάλλουν στον βιολογικό έλεγχο. Τρέφονται αποκλειστικά με γύρη, νέκταρ και μελιτώματα.

1.10.2.5.3.2 Πληθυσμιακή ανάπτυξη και διαχείμαση

Η ανάπτυξη από το στάδιο του ωού στο ενήλικο διαρκεί κατά μέσο όρο 69 ημέρες στους 16°C, 35 ημέρες στους 21°C και 25 ημέρες στους 28°C. Σε σταθερές θερμοκρασίες κάτω των 10°C η ανάπτυξη δεν ολοκληρώνεται.

Η γονιμότητα επηρεάζεται ιδιαίτερα από την πρόσληψη τροφής τους. Μετά την εκκόλαψη, οι χρύσωπες έχουν ανώριμα αναπαραγωγικά όργανα. Πρώτα θα μεταναστεύσουν, πετώντας κατά τη διάρκεια της νύχτας για δυο ή τρεις μέρες. Στη συνέχεια θα γίνει το ζευγάρι. Ένα θηλυκό μπορεί να γεννήσει από 400 έως 500 ωά. Μετά από μία ή δύο εβδομάδες τα αρσενικά πεθαίνουν, αλλά τα θηλυκά έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Στο ενήλικο στάδιο παρατηρείται διαχείμαση. Τα ενήλικα που διαχειμάζουν αποκτούν κίτρινο χρώμα. Η διάπαυση προκαλείται από τη μείωση της διάρκειας της ημέρας και διακόπτεται την άνοιξη από την άνοδο της θερμοκρασίας.

Στην Κεντρική Ευρώπη υπάρχουν συνήθως δύο γενιές το χρόνο, στη Νότια Ευρώπη υπάρχουν τρεις ή τέσσερις γενιές. Περισσότερες γενιές είναι εφικτές σε συνθήκες θερμοκηπίου. Οι προνύμφες είναι αρκετά ανθεκτικές στα εντομοκτόνα.

1.10.2.5.3.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο βιολογικός κύκλος του χρύσωπα αποτελείται από τα εξής στάδια: ωό, προνυμφικό, νυμφικό και ενήλικο στάδιο. Οι προνύμφες του *C. carnea* έχουν μήκος 2-10 mm. Έχουν μεγάλες, προεξέχουσες σιαγόνες και καλά ανεπτυγμένα πόδια. Η προνύμφη είναι άχρωμη και διαφανής

όταν εκκολαφθεί και αργότερα αποκτά κρεμ έως ανοιχτό καφέ χρώμα. Το κεφάλι είναι ανοιχτό γκρι, με μαύρα μάτια και σκούρα στοματικά μόρια και κεραίες, με δύο συγκλίνουσες σκούρες καφέ ραχιαίες λωρίδες που γίνονται ευρύτερες προς τα πίσω. Οι νύμφες αναπτύσσονται σε ένα κουκούλι σε σχήμα σφαίρας που είναι σκληρό, αλλά εύκαμπτο και περικλείεται από πολυάριθμες λευκές κλωστές, με τις οποίες συνδέεται και με το φύλλο. Οι νύμφες σπάνια εμφανίζονται σε ομάδες όταν η πυκνότητα του πληθυσμού είναι ιδιαίτερα υψηλή. Η ανάπτυξη της νύμφης είναι ορατή εξωτερικά. Το εξωτερικό κουκούλι έχει μήκος 8 mm και πάχος 4 mm. Το εσωτερικό κουκούλι είναι υπόλευκο και σε σχήμα αυγού, περίπου 3 mm μήκους και 2,5 mm πάχους. Τα κουκούλια μπορούν να βρεθούν προσκολλημένα στην επάνω ή κάτω επιφάνεια των φύλλων, σε διάφορα άλλα προστατευμένα μέρη, ακόμη και στο έδαφος.

1.10.3 Θρίπες

Αρκετά είδη θριπών αποτελούν σοβαρό πρόβλημα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Το *Frankliniella occidentalis* είναι το πιο επιβλαβές είδος. Οι θρίπες σχηματίζουν την τάξη Thysanoptera, ένα όνομα που κυριολεκτικά σημαίνει «φτερά με κρόσσια» και αναφέρεται στις τρίχες που μοιάζουν με βλεφαρίδες κατά μήκος των δύο άκρων των λεπτών φτερών. Υπάρχουν περισσότερα από 6.000 γνωστά είδη. Τα περισσότερα είναι ακίνδυνα, μερικά είναι αρπακτικά και λιγότερα από 20 είδη μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στη γεωργία. Οι θρίπες είναι μικρά έντομα (0,5-14 mm). Σε εύκρατες περιοχές δεν είναι μεγαλύτερα από 2,5 mm. Όλα τα είδη θριπών που προκαλούν ζημιές στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες ανήκουν στην οικογένεια Thripidae.



Εικόνα 18: Προνύμφη του *Frankliniella occidentalis*

1.10.3.1 Αναπαραγωγή

Η αναπαραγωγή στους θρίπες μπορεί να είναι είτε σεξουαλική είτε ασεξουαλική. Τα μη γονιμοποιημένα θηλυκά αναπαράγουν αρσενικούς απογόνους, ενώ τα γονιμοποιημένα θηλυκά αναπαράγουν τόσο αρσενικούς όσο και θηλυκούς απογόνους. Σε εκείνα τα είδη όπου τα αρσενικά είναι σπάνια, τα θηλυκά αναπαράγονται παρθενογενετικά, δηλαδή από μη γονιμοποιημένα ωά, όπως το *Thrips tabaci*.

1.10.3.2 Ανάπτυξη και διασπορά

Η προσβολή στα θερμοκήπια μπορεί να ξεκινήσει μέσω της εισαγωγής προσβεβλημένου φυτικού υλικού ή από ενήλικα που πετούν από έξω. Επιπλέον, ορισμένα είδη θριπών μπορούν να διαχειμάσουν μέσα στα θερμοκήπια. Στα θερμοκήπια, οι πρώτοι θρίπες μπορούν συνήθως να

ανιχνευθούν κοντά στην είσοδο, στα ανοίγματα ή, σε ιδιαίτερα ζεστά μέρη που βρίσκονται κοντά σε τοίχους ή σωλήνες θέρμανσης. Η εξάπλωση των θριπών μπορεί να είναι τόσο ενεργή (πτήση) όσο και παθητική διαδικασία (επιπλέει σε ρεύματα αέρα ή μέσω της κίνησης φυτών, υλικών και ανθρώπων).

1.10.3.3 Ζημιά

Οι θρίπες προκαλούν ζημιές στο φυτό τρυπώντας τα κύτταρα του επιφανειακού ιστού και απομυζώντας το περιεχόμενό τους, προκαλώντας τον θάνατο τους. Οι ασημί-γκρίζες κηλίδες στα φύλλα και οι μαύρες κουκίδες των εκκρίσεων τους υποδηλώνουν την παρουσία τους στην καλλιέργεια. Σε μεταγενέστερο στάδιο, τα άδεια κύτταρα αποξηραίνονται και τα γειτονικά κύτταρα γίνονται καφέ. Η ευρωστία του φυτού μειώνεται από την απώλεια χλωροφύλλης. Σε έντονη προσβολή τα φύλλα μπορεί να συρρικνωθούν. Στα καλλωπιστικά, τα άνθη μπορεί να υποστούν σοβαρή ζημιά, ενώ τα φύλλα συχνά καταστρέφονται και παραμορφώνονται. Οι θρίπες είναι επίσης υπεύθυνοι για τη μετάδοση ιών, ο πιο γνωστός από τους οποίους είναι ο ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (TSWV), που μεταδίδεται κυρίως από το *F. occidentalis*.

1.10.3.4 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο βιολογικός κύκλος του θρίπα αποτελείται από τα εξής στάδια: ωό, πρωθυμικό, νυμφικό και ενήλικο στάδιο. Τα ωά έχουν νεφροειδές σχήμα με λευκό ή κίτρινο κέλυφος. Πριν ένα θηλυκό εναποθέσει ένα ωό, δημιουργεί μία μικρή τρύπα στον φυτικό ιστό. Τα αυγά τοποθετούνται σε φύλλα, άνθη και στα μαλακά μέρη των μίσχων. Τρέφονται στα υπέργεια μέρη του φυτού και είναι αρκετά δραστήρια. Αμέσως μετά την εκκόλαψη, οι προνύμφες αρχίζουν να τρέφονται με φυτικό ιστό στην κάτω επιφάνεια του φύλλου. Οι προνύμφες είναι μικρότερες από τα ενήλικα και δεν έχουν φτερά.

Ανάλογα με το είδος, η νύμφωση πραγματοποιείται πάνω στο φυτό είτε στο έδαφος. Στα ενήλικα, και τα δύο ζεύγη φτερών είναι πλήρως ανεπτυγμένα. Μόνο σε αυτό το στάδιο μπορεί να αναγνωριστεί το είδος του θρίπα με βάση τη μορφή, το χρώμα και το σχέδιο των τριχών.

1.10.3.5 Φυσικοί εχθροί των θρίπα

Οι πιο σημαντικοί φυσικοί εχθροί των θριπών είναι τα αρπακτικά ακάρεα και τα αρπακτικά έντομα *Orius* spp. Τα ακάρεα phytoseiid μπορούν να τρέφονται μόνο με προνύμφες, ενώ τα *Orius* spp. μπορούν να τραφούν και με τα ενήλικα.

1.10.3.5.1 Αρπακτικό άκαρι *Amblyseius swirskii*

Το *Amblyseius swirskii* ανήκει στην οικογένεια Phytoseiidae και βρίσκεται στη λεκάνη της Μεσογείου, τη Μέση Ανατολή και την Αφρική, αλλά εισήχθη σε άλλα μέρη του κόσμου ως παράγοντας βιολογικού ελέγχου.

1.10.3.5.1.1 Ανάπτυξη πληθυσμού

Η αύξηση του πληθυσμού του *A. swirskii* εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και τη διαθεσιμότητα παρασίτων και άλλων πηγών τροφής. Η χαμηλή υγρασία επηρεάζει αρνητικά την ωοτοκία και την εκκόλαψη, την επιβίωση των προνυμφών, τη μακροζωία των ενηλίκων και τον χρόνο ανάπτυξης. Στους 13°C, τα ωά δεν εκκολάπτονται. Στους 15°C, η ανάπτυξη του ωό στο ενήλικο διαρκεί περισσότερες από 20 ημέρες. Αυτό μειώνεται σε δέκα, επτά και πέντε ημέρες στους 20, 25 και 30°C, αντίστοιχα. Η ανάπτυξη είναι ακόμα δυνατή στους 36°C, αλλά ο χρόνος ανάπτυξης αυξάνεται ξανά σε αυτή τη θερμοκρασία.

Το ζευγάριωμα είναι απαραίτητο για την αναπαραγωγή στα αρπακτικά ακάρεα. Στους 25°C, τα θηλυκά μπορούν να γεννούν τρία έως τέσσερα ωά την ημέρα. Η αναλογία είναι περίπου 60-70% θηλυκά και 30-40% αρσενικά. Τα ωά του *A. swirskii* είναι ευαίσθητα στη χαμηλή υγρασία. Μόνο το 50% των ωών εκκολάπτονται σε σχετική υγρασία 63%. Ωστόσο, μια χαμηλή σχετική υγρασία στο θερμοκήπιο δεν έχει απαραίτητα αρνητικές επιπτώσεις στον πληθυσμό των αρπακτικών ακάρεων. Σε υγιή φυτά το μικροκλίμα κοντά στην επιφάνεια των φύλλων (στο λεγόμενο οριακό στρώμα, όπου ζουν τα ακάρεα) είναι συνήθως πιο υγρό από την υγρασία στο περιβάλλον. Το *A. swirskii* δεν εισέρχεται σε διάπαυση

1.10.3.5.1.2 Διατροφική συμπεριφορά

Τα αρπακτικά ακάρεα τρυπούν τη λεία τους και απομυζούν το περιεχόμενό τους. Το *A. swirskii* τρέφεται επίσης με αλευρώδεις, άλλα ακάρεα, μικρά έντομα και γύρη. Οι προνύμφες του θρίπα πρώτου σταδίου μπορούν να εξουδετερωθούν πολύ πιο εύκολα από τις προνύμφες δεύτερου σταδίου και τα μικρότερα είδη θριπών πιο εύκολα από τα μεγαλύτερα. Στους 25°C υπό βέλτιστες συνθήκες, ένα ενήλικο θηλυκό *A. swirskii* καταναλώνει τέσσερις προνύμφες *F. occidentalis* πρώτου σταδίου την ημέρα και γεννά 1,4 ωά την ημέρα.

1.10.3.5.1.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο βιολογικός κύκλος του *A. swirskii* αποτελείται από το ωό, προνύμφη, πρωτονύμφη, δευτερονύμφη και ενήλικο. Τα ωά τοποθετούνται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, συχνά στην μασχάλη των φλεβών. Είναι οβάλ, λευκά και έχουν διάμετρο περίπου 0,14 mm. Οι προνύμφες φέρουν έξι πόδια, έχουν το ίδιο χρώμα με τα ωά και είναι ελαφρώς μεγαλύτερες. Ακριβώς όπως το *N. cucumeris*, οι προνύμφες του *A. swirskii* δεν χρειάζεται να τραφούν. Οι νύμφες είναι μεγαλύτερες από τις προνύμφες, έχουν οκτώ πόδια και έχουν λευκό-κίτρινο χρώμα. Τα ενήλικα ακάρεα έχουν οκτώ πόδια και έχουν επίπεδο, επίμηκες σώμα. Έχουν μήκος περίπου 0,4 mm. Τα αρσενικά είναι μικρότερα από τα θηλυκά. Τα ακάρεα είναι πολύ δραστήρια και αναζητούν ενεργά τροφή στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Συχνά συγκεντρώνονται στις μασχάλες των φλεβών των φύλλων για να ξεκουραστούν. Το χρώμα τους μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το

θήραμα που τρέφονται και ποικίλλει από σχεδόν διαφανές υπόλευκο έως αδιαφανές λευκό ή κίτρινο. Λόγω του μεγέθους και του χρώματός τους είναι δύσκολο να εντοπιστούν στην καλλιέργεια.

1.10.3.5.2 Αρπακτικό *Orius laevigatus*

Το *Orius laevigatus* χρησιμοποιείται με επιτυχία για τον βιολογικό έλεγχο των θριπών για περισσότερα από 20 χρόνια στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αφρική. Είναι ευρέως διαδεδομένο στην Ευρώπη και τη Μέση Ανατολή και ανήκει στην τάξη Heteroptera , της οικογένειας Anthocoridae.

1.10.3.5.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Ο χρόνος ανάπτυξης εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία, την τροφή και, σε μικρότερο βαθμό, από την καλλιέργεια, τη διάρκεια της ημέρας και την υγρασία. Η ανάπτυξη από το ωό σε ενήλικο διαρκεί περισσότερες από 50 ημέρες στους 15°C, μειώνεται σε περίπου 20 ημέρες στους 25°C και 15 ημέρες στους 30°C. Στους 35°C, εξακολουθούν να αναπτύσσονται μέχρι το ενήλικο στάδιο, αλλά ο χρόνος ανάπτυξης είναι μεγαλύτερος από τους 30°C και τα ενήλικα γεννούν πολύ λίγα ωά.

Τα ενήλικα ζουν τρεις έως τέσσερις εβδομάδες στους 25°C και τα θηλυκά μπορούν να γεννήσουν περισσότερα από 160 ωά όταν τρέφονται με το *F. occidentalis*. Το ζευγάρι πραγματοποιείται αμέσως μετά την εμφάνιση του ενήλικου. Η ωοτοκία ξεκινά τρεις έως τέσσερις ημέρες μετά την εμφάνιση του και κορυφώνεται μετά από μια εβδομάδα με περίπου έξι ωά την ημέρα. Η αναλογία φύλου είναι 50-60% θηλυκά.

Τα *Orius* επιτίθενται και σε μια γκάμα μικρών αρθρόποδων εκτός από τους θρίπες και μπορούν επίσης να τραφούν με γύρη. Η γύρη μπορεί να ενισχύσει την ανάπτυξη του πληθυσμού και να εξασφαλίσει την επιβίωση όταν η παρουσία θηράματος είναι ελάχιστη ή μηδενική.

1.10.3.5.2.2 Διατροφική συμπεριφορά

Το *O. Laevigatus* τρυπά το θήραμα του με τα στοματικά μόρια και απομυζεί το περιεχόμενο του. Τρέφεται με όλα τα στάδια των θριπών. Οι νύμφες του *O. Laevigatus* σκοτώνουν περίπου 54 νύμφες δεύτερου σταδίου *F. occidentalis* κατά την ανάπτυξή τους (τέσσερις ανά ημέρα κατά μέσο όρο). Τα ενήλικα θηλυκά μπορούν να σκοτώσουν έως και 20 νύμφες ή έξι έως επτά ενήλικα την ημέρα. Παρουσιάζουν και κανιβαλιστικές τάσεις. Στα φυτά που παράγουν γύρη, οι νεότερες νύμφες του *Orius* βρίσκονται κυρίως στα φύλλα, ενώ τα ενήλικα βρίσκονται κυρίως στα άνθη.

1.10.3.5.2.3 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο βιολογικός κύκλος του *O. laevigatus* αποτελείται από επτά στάδια: ωό, πέντε νυμφικά στάδια και το ενήλικο. Τα ωά που έχουν μήκος περίπου 0,4 mm και πλάτος 0,13 mm και είναι άχρωμα , ενώ αργότερα γίνονται γαλακτώδες λευκά. Βρίσκονται στο φυτικό ιστό, συχνά στο στέλεχος του φύλλου ή στην κύρια φλέβα στην κάτω επιφάνεια ενός φύλλου. Κατά την εκκόλαψη οι νύμφες, είναι γυαλιστερές και σχεδόν άχρωμες , αλλά μέσα σε λίγες ώρες γίνονται κίτρινες. Τα μεταγενέστερα νυμφικά στάδια είναι κίτρινα-πορτοκαλί με πορτοκαλοκαφέ κηλίδες. Στα ενήλικα, τα φτερά χρειάζονται περίπου μία ώρα πριν ξεδιπλωθούν πλήρως. Τα ενήλικα είναι καφέ έως μαύρο με ανοιχτό γκρι-λευκό στίγματα. Τα κόκκινα μάτια είναι ευδιάκριτα και αναγνωρίζονται εύκολα σε όλα τα στάδια. Στο δεύτερο προνυμφικό στάδιο, οι οφθαλμοί των φτερών αρχίζουν να αναπτύσσονται, αλλά μόνο στο πέμπτο νυμφικό στάδιο γίνονται καθαρά ορατοί. Υπάρχει μικρή διαφορά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών. Στα θηλυκά, η κοιλιά είναι ελαφρώς μεγαλύτερη και πιο εύρωστη από τα αρσενικά. Το ενήλικο *O. laevigatus* έχει μήκος 1,4-2,4 mm.

1.10.3.5.2.4 Συμπεριφορά αναζήτησης και διασπορά

Τα *Orius* εξερευνούν τα φυτά και αναζητούν την λεία τους. Ελκύονται από φύλλα που είναι κατεστραμμένα από θρίπες. Τα αρπακτικά αντιδρούν σε οποιαδήποτε κίνηση του θηράματός τους, και ιδιαίτερα τα ενήλικα αντιδρούν άμεσα σε οποιαδήποτε διαταραχή. Με οποιαδήποτε απειλή κινδύνου, πετούν αμέσως, ή πέφτουν στο έδαφος.

1.10.4 Αλευρώδεις

Οι αλευρώδεις δεν είναι δίπτερα αλλά ανήκουν στην τάξη Hemiptera. Μαζί με τις αφίδες και τα κοκκοειδή, ανήκουν στα Sternorrhyncha. Οι αλευρώδεις αποτελούν την οικογένεια Aleyrodidae. Τα πιο συνηθισμένα είδη αλευρώδη είναι ο αλευρώδης του θερμοκηπίου, *Trialeurodes vaporariorum* και ο αλευρώδης του καπνού, *Bemisia tabaci*. Και τα δύο είδη είναι ευρέως διαδεδομένα, με παρόμοια χαρακτηριστικά.



Εικόνα 19: Όλα τα στάδια του αλευρώδη *Bemisia tabaci*

1.10.4.1 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο βιολογικός κύκλος του αλευρώδη αποτελείται από 6 στάδια: ωό, 4 προνυμφικά στάδια και το ενήλικο. Το τέταρτο στάδιο της προνύμφης αναφέρεται συχνά ως «νύμφη» και η εξωτερική εμφάνιση του εντόμου αλλάζει σημαντικά κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου. Τα ωά είναι οβάλ και στενά και συχνά εναποτίθενται σε κύκλους. Οι νεαρές προνύμφες, κατά την εκκόλαψη έχουν ήδη καλά ανεπτυγμένα πόδια και κεραίες. Μετά την εκκόλαψη ασχολούνται ενεργά για αρκετές ώρες στην αναζήτηση κατάλληλης θέσης στο φύλλο όπου μπορούν να τραφούν. Μόλις

βρουν ένα τέτοιο σημείο, παραμένουν εκεί καθ' όλη την περίοδο ανάπτυξης του προνυμφικού σταδίου. Στο δεύτερο και τρίτο προνυμφικό στάδιο, τόσο τα πόδια όσο και οι κεραίες μειώνονται σε ένα ή δύο τμήματα και δεν είναι πλέον ορατά. Στο τέταρτο προνυμφικό στάδιο, το έντομο γίνεται τελικά πιο επίπεδο, στη συνέχεια παχύτερο και η επιδερμίδα σκληραίνει. Το ενήλικο αναδύεται από τη σκληρή επιδερμίδα της νύμφης μέσω ενός χαρακτηριστικά διαμορφωμένου ανοίγματος. Τα ενήλικα που εμφανίστηκαν πρόσφατα φέρουν δύο ζεύγη διάφανων φτερών. Αργότερα αυτά τα δύο ζεύγη φτερών και το σώμα καλύπτονται με μια λευκή, κηρώδη σκόνη που δίνει στο έντομο τη χαρακτηριστική του εμφάνιση. Τα ενήλικα βρίσκονται κυρίως στην κάτω επιφάνεια των νεαρών φύλλων όπου γεννούν τα ωά τους. Εάν το φυτό ανακινηθεί, τα ενήλικα πετούν προς τα πάνω και στη συνέχεια επιστρέφουν στις θέσεις που βρίσκονταν.

1.10.4.2 Ζημιά

Οι προνύμφες χρειάζονται πολλά θρεπτικά για την σωστή ανάπτυξη και έτσι καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα φυτικού χυμού. Αυτό περιέχει μεγάλη αναλογία σακχάρων και η περίσσεια αποβάλλεται ως μελίτωμα. Εάν ο πληθυσμός είναι πολύ μεγάλος, η διατροφή με τους χυμούς του φυτού μπορεί να επηρεάσει τη φυσιολογία του φυτού, με αποτέλεσμα να καθυστερεί η ανάπτυξη. Σε πλήρες ηλιακό φως, τα φύλλα μπορεί να μαραθούν και να πέσουν. Τέτοιες ζημιές στα φύλλα μπορεί με τη σειρά τους να επηρεάσουν την ανάπτυξη του καρπού και να οδηγήσουν σε μείωση της απόδοσης. Εκκρίνοντας μελιτώματα, μειώνουν την αισθητική αξία των καλλιεργειών, ιδιαίτερα στα καλλωπιστικά. Το μελίτωμα που εναποτίθεται στα φρούτα τα κάνει κολλώδη. Η βρωμιά προσκολλάται στον καρπό και ευνοούνται συνθήκες για ανάπτυξη του *Cladosporium* spp.. Σε σοβαρές περιπτώσεις ο καρπός θα σαπίσει. Τόσο το *T. vaporariorum* όσο και το *B. tabaci* είναι γνωστό ότι μεταδίδουν ιούς.

1.10.4.3 Φυσικοί εχθροί του αλευρώδη

1.10.4.3.1 Παρασιτική σφήκα *Encarsia Formosa*

Το *Encarsia Formosa* αποτελεί παρασιτική σφήκα που προέρχεται από μια τροπική ή υποτροπική περιοχή, αλλά η ακριβής προέλευση είναι άγνωστη. Σήμερα, μπορεί να βρεθεί στην Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή, την Ασία, την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία, τη Βόρεια και Κεντρική Αμερική. Το *E. formosa* ανήκει στην οικογένεια Aphelinidae , και στη τάξη Hymenoptera.

1.10.4.3.1.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Ο χρόνος ανάπτυξης του *E. formosa* εξαρτάται κυρίως από την ηλικία του ξενιστή που και από την θερμοκρασία που επικρατεί. Σχετική υγρασία μεταξύ 50-85% είναι η βέλτιστη για την αύξηση του πληθυσμού. Το *E. formosa* αναπτύσσεται πιο γρήγορα από τους αλευρώδεις. Σε θερμοκρασίες μικρότερες των 12°C, η ανάπτυξη της παρασιτικής σφήκας σταματά, ενώ η μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι περίπου 38°C. Η παρασιτική σφήκα δεν θα επιβιώσει σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

Ο πληθυσμός του *E. formosa* αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από θηλυκά. Τα αρσενικά δεν συναντώνται σχεδόν ποτέ. Το ζευγάριωμα είναι επομένως περιττό για την αναπαραγωγή και τα θηλυκά παράγουν θηλυκούς απογόνους μέσω παρθενογένεσης.

1.10.4.3.1.2 Βιολογικός κύκλος και χαρακτηριστικά

Ο βιολογικός κύκλος του *E. formosa* αποτελείται από έξι στάδια: ωό, τρία προνυμφικά στάδια, ένα νυμφικό στάδιο και το ενήλικο. Όλα αυτά τα στάδια εκτός από το ενήλικο βρίσκονται μέσα στον ξενιστή. Το θηλυκό μπορεί να εναποθέσει το αυγό του σε οποιοδήποτε στάδιο της προνύμφης του αλευρώδη, αλλά κατά προτίμηση επιλέγει το τρίτο και το τέταρτο προνυμφικό στάδιο. Το ωό έχει μήκος 0,08 mm και πλάτος 0,03 mm. Περίπου στα μισά της ανάπτυξης του

παρασιτοειδούς, η νύμφη-ξενιστής γίνεται αλλάζει χρώμα και σκουραίνει. Οι παρασιτισμένες νύμφες αναγνωρίζονται έτσι πιο εύκολα.

1.10.4.3.2 Παρασιτική σφήκα *Eretmocerus eremicus*

Το *Eretmocerus eremicus* είναι μια παρασιτική σφήκα που παρασιτεί το *Bemisia tabaci* και *Trialeurodes vaporariorum* και ανήκει στην οικογένεια Aphelinidae , στην υπεροικογένεια Chalcidoidea. Αυτό το είδος προέρχεται αρχικά από τα νοτιοδυτικά των Ηνωμένων Πολιτειών. Το *Eretmocerus eremicus* εναποθέτει το ωό κάτω από την προνύμφη του αλευρώδη, αλλά μόλις εκκολαφθεί, η προνύμφη της παρασιτικής σφήκας σέρνεται και προσβάλλει τον ξενιστή της.

1.10.4.3.2.1 Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Όπως συμβαίνει με όλα τα έντομα, ο χρόνος ανάπτυξης του *E. eremicus* καθορίζεται κυρίως από τη θερμοκρασία. Ο χρόνος ανάπτυξης του *Eretmocerus eremicus* είναι ελαφρώς μεγαλύτερος από ό,τι το *Encarsia formosa* , αλλά επειδή το *Eretmocerus eremicus* παρασιτεί τον αλευρώδη σε προγενέστερο στάδιο, τα ενήλικα εμφανίζονται νωρίτερα. Μετά την ανάδυση, τα θηλυκά μπορούν να αρχίσουν να παρασιτούν νέους ξενιστές σχεδόν αμέσως. Το ζευγάριωμα είναι απαραίτητο σε αυτό το είδος, διαφορετικά παράγονται μόνο αρσενικοί απόγονοι . Ο πληθυσμός του *E. eremicus* συνήθως αποτελείται από 60% θηλυκά και 40% αρσενικά. Ένα θηλυκό μπορεί να γεννήσει από 50 έως 200 ωά.

1.10.4.3.2.2 Βιολογικός κύκλος και εμφάνιση

Ο βιολογικός κύκλος του *Eretmocerus eremicus* αποτελείται από έξι στάδια: ωό, τρία προνυμφικά στάδια, ένα νυμφικό στάδιο και το ενήλικο. Για την ωοτοκία, προτιμάται το δεύτερο και τρίτο προνυμφικό στάδιο του αλευρώδη. Το θηλυκό εναποθέτει το αυγό του κάτω από την προνύμφη. Στην αρχή, το ωό είναι διαφανές, αλλά μετά από δύο ή τρεις ημέρες γίνεται ανοιχτό

καφέ. Αν και η παρασιτική σφήκα αναζητά τα νεότερα στάδια του αλευρώδη να παρασιτίσει, το ωό εκκολάπτεται μόνο όταν ο αλευρώδης έχει αναπτυχθεί στο τέταρτο προνυμφικό στάδιο. Αυτό δίνει στη παρασιτική σφήκα καλύτερες πιθανότητες επιβίωσης. Μετά την εκκόλαψη, η προνύμφη διεισδύει στον ξενιστή για να ολοκληρώσει την ανάπτυξή της. Τα υπολείμματα του ωού παραμένουν ορατά στην κάτω επιφάνεια της προνύμφης ως καφέ σημάδι. Το σώμα του θηλυκού είναι κίτρινο με πράσινους σύνθετους οφθαλμούς. Τα θηλυκά έχουν μήκος περίπου 0,75 mm. Το αρσενικό έχει σκούρο κίτρινο έως καφέ χρώμα και είναι ελαφρώς μικρότερο από το θηλυκό. Τα αρσενικά και τα θηλυκά διακρίνονται καλύτερα από τη μορφή των κεραίων τους. Στα θηλυκά οι κεραίες αποτελούνται από πέντε τμήματα, ενώ στα αρσενικά οι κεραίες έχουν μόνο τρία, το τελευταίο εκ των οποίων είναι εξαιρετικά μεγεθυμένο.

1.11 Επιπτώσεις Εντομοκτόνων

Η αλόγιστη χρήση των εντομοκτόνων δημιουργεί ανεπιθύμητα προβλήματα, και έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, στο περιβάλλον και στην ανάπτυξη του φυτού. Υπάρχουν συντριπτικά αποδεικτικά στοιχεία ότι ορισμένες από τις χημικές ουσίες των εντομοκτόνων αποτελούν κίνδυνο για όλες τις μορφές ζωής και το περιβάλλον (Forget, 1993; Igbedioh, 1991; Jeyaratnam, 1985). Σύμφωνα με παγκόσμια δεδομένα, οι θάνατοι και οι χρόνιες ασθένειες λόγω δηλητηρίασης από φυτοφάρμακα ανέρχονται σε περίπου 1 εκατομμύριο ετησίως (Environews Forum, 1999). Κανένα τμήμα του πληθυσμού δεν προστατεύεται πλήρως από την έκθεση σε φυτοφάρμακα, ενώ τις σοβαρότερες επιπτώσεις τις επωμίζονται οι άνθρωποι των αναπτυσσόμενων χωρών και οι ομάδες υψηλού κινδύνου (WHO, 1990). Ορισμένες χημικές ουσίες, συμπεριλαμβανομένων των φυτοφαρμάκων, που ονομάζονται ενδοκρινικοί διαταράκτες, είναι γνωστό ότι προκαλούν τις δυσμενείς επιπτώσεις τους μιμούμενοι ή ανταγωνιζόμενοι τις φυσικές ορμόνες στο σώμα. Έχει αποδειχθεί ότι η μακροχρόνια έκθεση σε αυτές τις ουσίες συνδέεται όλο και περισσότερο με καταστολές του ανοσοποιητικού, ορμονικές διαταραχές, νευρολογικά συμπτώματα, μειωμένη νοημοσύνη, αναπαραγωγικές ανωμαλίες και τον καρκίνο (Brouwer et al., 1999; Crisp et al., 1998; Hurley et al., 1998; Nigam et al., 1993). Δεδομένα δείχνουν ότι έχουν προκληθεί θάνατοι λόγω υπολειμμάτων (που ξεπερνούν τα MRLs) σε

τρόφιμα (WHO, 2001). Επιπλέον τα εντομοκτόνα επιμολύνουν τα ύδατα, το έδαφος, τους μικροοργανισμούς του εδάφους, καθώς είναι τοξικά και για τα πτηνά, τα ψάρια, τα ωφέλιμα έντομα και τα φυτά που δεν αποτελούν στόχο (Aktar, 2009). Η ανθεκτικότητα των εντομολογικών εχθρών στα εντομοκτόνα είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που παρουσιάζονται λόγω της αλόγιστης χρήσης των τελευταίων (Christoffers, 2020). Επιπροσθέτως, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία υπάρχουν απαγορεύσεις στην χρήση εντομοκτόνων σε καλλιέργεια βιομηχανικής και φαρμακευτικής κάνναβης.

Τα παραπάνω δεδομένα μπορούν να θεωρηθούν ως βοήθημα για την καλύτερη κατανόηση του προβλήματος. Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η πρόληψη των δυσμενών επιπτώσεων από την χρήση εντομοκτόνων στην υγεία είναι καθοριστική. Η πρόληψη αυτή αποτελεί επικερδή επένδυση για τους εργοδότες και τους εργαζομένους ως ένα μέσο ανάπτυξης μιας βιώσιμης οικονομίας. Για τους λόγους αυτούς, υπάρχει ανάγκη εύρεσης νέων, φιλικών, ασφαλέστερων προς το περιβάλλον και κερδοφόρων μεθόδων για τον έλεγχο των παρασίτων (Van der Werf, 1996).

1.12 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παρασίτων – IPM (Integrated Pest Management)

Το IPM είναι η συνδυασμένη εφαρμογή καλλιεργητικών, βιολογικών, βιοτεχνολογικών, χημικών και άλλων μέσων φυτοπροστασίας, για την αντιμετώπιση ενός ή περισσότερων φυτοπαρασίτων μια καλλιέργειας, με στόχο τη διατήρηση των πληθυσμών και των ζημιών σε επίπεδα οικονομικώς ανεκτά.

Μια από τις μεθόδους αυτές είναι και ο βιολογικός έλεγχος με τη χρήση ωφέλιμων εντόμων και αρπακτικών ακάρεων, όπου αποτελεί μια εναλλακτική, ορθολογιστική μέθοδο διαχείρισης παρασίτων στα θερμοκήπια. Οι φυσικοί εχθροί συμβάλουν στον έλεγχο και στη μείωση του αριθμού των εχθρών (Quarles, 2018). Η χρήση ωφέλιμων εντόμων έχει αποδειχθεί αποτελεσματική ως μέσο αντιμετώπισης εντομολογικών εχθρών σε πολλές καλλιέργειες και πλεονεκτεί έναντι των φυτοφαρμάκων καθώς (van Lenteren, 2000):

- Είναι πλήρως ασφαλής μέθοδος για τον καλλιεργητή (δεν έρχεται σε επαφή με τοξικές ουσίες κατά την εφαρμογή)
- Αποφεύγονται οι φυτοτοξικές επιδράσεις στα νεαρά φυτά
- Δεν ελλοχεύει κίνδυνος ανθεκτικότητας

Δεν υπάρχουν περιορισμοί στην περίοδο συγκομιδής, εν αντιθέσει με το χημικό έλεγχο όπου πρέπει να περιμένουμε αρκετές ημέρες πριν επιτραπεί ξανά η συγκομιδή

- Η εισαγωγή φυσικών εχθρών προωθεί και αυξάνει τον πληθυσμό τους και η διαχείριση των εχθρών είναι μόνιμη
- Είναι εναρμονισμένη με το σχέδιο μείωσης των φυτοπροστατευτικών ουσιών της ΕΕ.

2. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η αποκατάσταση και η προστασία των οικοσυστημάτων με φυσικές μεθόδους είναι η βάση για υγιείς καλλιέργειες και ένα ισορροπημένο περιβάλλον. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό, είναι η χρήση φυσικών εχθρών για την καταπολέμηση των επιβλαβών οργανισμών των καλλιεργειών.

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών με ωφέλιμα έντομα και αρπακτικά ακάρεα, σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis sativa* L.), κάτω από μη βέλτιστες συνθήκες. Επιπλέον επιδίωξη της μελέτης, να λειτουργήσει και ως ένας χρήσιμος οδηγός βιολογικής φυτοπροστασίας στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια της κάνναβης. Το θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του προγράμματος ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών θα αναφέρεται ως GH Treatment (GH T).

Για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε και σύγκριση όσο αφορά τις προσβολές σε θερμοκήπιο, στο οποίο ακολουθήθηκαν οι ίδιες καλλιεργητικές τεχνικές με τις ίδιες κλιματικές συνθήκες, με την διαφορά ότι δεν εφαρμόστηκε πρόγραμμα φυτοπροστασίας. Για την διευκόλυνση των αποτελεσμάτων το εν λόγω θερμοκήπιο θα αναφέρεται ως GH Control (GH C).

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Τοποθεσία Πειράματος

Το πείραμα υλοποιήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος: $37^{\circ} 59' 1,70''$ Β, 121 γεωγραφικό μήκος: $23^{\circ} 42' 7,04''$ Α και υψόμετρο: 29 μ. από την επιφάνεια της θάλασσας) στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Γεωργίας.



Εικόνα 20: Αεροφωτογραφία του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

3.2 Φυτικό Υλικό

Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε στο εν λόγω πείραμα ήταν η ποικιλία Futura 75, η οποία είναι πιστοποιημένη από την Ευρωπαϊκή Ένωση, επιτρέπεται η καλλιέργειά τους στην Ελλάδα και εμπεριέχεται στον Κοινοτικό κατάλογο ποικιλιών. Η επιλογή της συγκεκριμένης ποικιλίας έγινε με βάση τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής αλλά και με βάση τα χαρακτηριστικά της Futura 75. Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται αναλυτικά τα στοιχεία του φυτικού υλικού της ποικιλίας Futura 75.

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ | |
|--|---------------------------|
| Είδος | <i>Cannabis Sativa L.</i> |
| Ποικιλία | Futura 75 |
| Χώρα προέλευσης | Γαλλία |
| Γονοτυπική έκφραση | Μόνοικη |
| Βλαστικός κύκλος | <160 ημέρες |
| Ύψος στην ωρίμανση (εκ) | 250-350 |
| Απόδοση σε σπόρο (kg/ha) | 1000-1200 |
| Απόδοση σε ίνα/στέλεχος (%) | 30-35 |
| Απόδοση σε ξηρή βιομάζα (t/ha) | 12,0-15,0 |
| Περιεκτικότητα σπόρου σε λάδι (%) | 28-30 |
| Περιεκτικότητα σε κανναβιδιόλη (CBD) (%) | 1,0-2,0 |
| Περιεκτικότητα σε τετραυδροκανναβινόλη (THC) (%) | <0,07 |
| Προτεινόμενη χρήση | Σπόρος, Ίνα |

Πίνακας 2: Βασικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας βιομηχανικής κάνναβης (var. Futura 75)

3.3 Πειραματικό σχέδιο

Η σπορά πραγματοποιήθηκε σε float system εντός θερμοκηπιακής μονάδας όπου χρησιμοποιήθηκε δεξαμενή 0,66 m³ (2m μήκος, 55cm βάθος και 60 cm πλάτος). Χρησιμοποιήθηκαν δίσκοι πολυστερίνης, που διέθεταν κελιά με ανάστροφη πυραμιδοειδή διάταξη (4cm βάθος). Πραγματοποιήθηκε σπορά 160 σπόρων στους δίσκους την 1η Μαρτίου 2021. Δεν έγινε προσθήκη λιπάσματος, εντομοκτόνων ή προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων κατά την διάρκεια του float system. Μόλις τα σπορόφυτα ανέπτυξαν το δεύτερο ζευγάρι πραγματικών φύλλων, μεταφύτευτηκαν σε γλάστρες 16 lt. Σε κάθε γλάστρα προστέθηκε μείγμα από κομπόστ και χώμα από τον πειραματικό αγρό του τμήματος Γεωργίας. Η μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε στα θερμοκήπια στις 22 Μαρτίου 2021. Κατά τη διάρκεια του πειράματος ακολουθήθηκε άρδευση σύμφωνα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις των διάφορων σταδίων της καλλιέργειας. Τα στάδια ανάπτυξης και ανθοφορίας των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκαν σε δυο διαφορετικά θερμοκήπια (80 φυτά ανά θερμοκήπιο). Έγινε χρήση ωφέλιμων εντόμων και αρπακτικών ακάρεων μόνο στο ένα θερμοκήπιο (GH T), εν αντιθέσει με το θερμοκήπιο μάρτυρα (GH C), όπου δεν πραγματοποιήθηκε καμία εξαπόλυση φυσικών εχθρών. Κατά την διάρκεια της καλλιέργειας, δεν έγινε καμία προσθήκη λιπασμάτων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων στα θερμοκήπια. Τρεις εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση, ξεκίνησαν οι επεμβάσεις με τις εξαπολύσεις φυσικών εχθρών στο (GH T), προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της βιολογικής διαχείρισης των εντομολογικών εχθρών.

Επίσης χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Trianum-P (KOPPERT B.V.), βιολογικό μυκητοκτόνο με προληπτική δράση κατά των παθογόνων του εδάφους που περιέχει το στέλεχος T-22 του ωφέλιμου μύκητα *Trichoderma harzianum* (υδατοδιαλυτοί κόκκοι 1% β/β (1x10¹² CFU/kg)). Επιπροσθέτως, το Trianum-P διευκολύνει την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών, βελτιώνοντας την θρέψη των φυτών.



Εικόνα 21: Διάταξη θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων



Εικόνα 22: Διάταξη θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων

3.4 Προσδιορισμοί - Μετρήσεις

3.4.1 Απελευθέρωση Φυσικών Εχθρών

Τα είδη των φυσικών εχθρών που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε εντομολογικό εχθρό, ο χρόνος και ο ρυθμός εξαπόλυσης παρουσιάζονται στους Πίνακες 3,4,5,6.

Τα αρπακτικά *N. californicus* χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο του τετράνυχου, τοποθετώντας φακελάκια βραδείας αποδέσμευσης (κάθε φακελάκι περιείχε 100 αρπακτικά ακάρεα όλων των σταδίων) στα φυτά κάνναβης. Παράλληλα έγινε χρήση του *F. acarisuga*, κάνοντας μια οπή στο καπάκι του κουτιού και τοποθετώντας το στη μέση του θερμοκηπίου (Πίνακας 3).

| Ημερομηνία απελευθέρωσης (εβδομάδα) | Φυσικοί εχθροί | Αριθμός φυσικών εχθρών/ m ² |
|--|------------------------|---|
| 14-Απριλίου (4) | <i>N. californicus</i> | 1 φακελάκι |
| | <i>F. acarisuga</i> | 0.2 |
| 28-Απριλίου (6) | <i>F. acarisuga</i> | 0.2 |
| 5-Μαΐου (7) | <i>N. californicus</i> | 1 φακελάκι |
| 19- Μαΐου (9) | <i>N. californicus</i> | 1 φακελάκι |
| | <i>F. acarisuga</i> | 0.2 |

Πίνακας 3. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο του τετράνυχου (TSSM)

Για τον έλεγχο των αφίδων έγινε χρήση των *Aphidius matricariae* και *Aphidius ervi* (παρασιτικές σφήκες), μέσω Diboxes στο θερμοκήπιο. Επιπροσθέτως έγινε χρήση του *C. carnea* (προνυμφικό στάδιο) όπου έγινε εφαρμογή στα φύλλα των φυτών ομοιόμορφα στη καλλιέργεια (Πίνακας 4).

| Ημερομηνία απελευθέρωσης (εβδομάδα) | Φυσιικοί εχθροί | Αριθμός εχθρών/ m ² | φυσικών |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|---------|
| 14- Απριλίου (3) | <i>Aphidius ervi</i> | 2 | |
| | <i>Aphidius matricariae</i> | 5 | |
| | <i>Chrysoperla carnea</i> | 20 | |
| 21- Απριλίου (4) | <i>Aphidius ervi</i> | 2 | |
| | <i>Aphidius matricariae</i> | 5 | |
| | <i>Chrysoperla carnea</i> | 20 | |
| 28- Απριλίου (5) | <i>Aphidius ervi</i> | 2 | |
| | <i>Aphidius matricariae</i> | 5 | |
| | <i>Chrysoperla carnea</i> | 20 | |
| 5- Μαΐου (6) | <i>Aphidius ervi</i> | 2 | |
| | <i>Aphidius matricariae</i> | 5 | |
| | <i>Chrysoperla carnea</i> | 20 | |
| 12- Μαΐου (7) | <i>Aphidius ervi</i> | 2 | |
| | <i>Aphidius matricariae</i> | 5 | |

| | | |
|---------------|----------------------|----|
| | Chrysoperla carnea | 20 |
| 19- Μαΐου (8) | Aphidius ervi | 2 |
| | Aphidius matricariae | 5 |
| | Chrysoperla carnea | 20 |
| 26- Μαΐου (9) | Aphidius ervi | 2 |
| | Aphidius matricariae | 5 |

Πίνακας 4. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο των αφίδων

Για τον έλεγχο των θριπών, έγινε χρήση του *A.swirskii* (αρπακτικό άκαρι, τοποθετώντας φακελάκια βραδείας αποδέσμευσης (κάθε φακελάκι περιέχει 250 αρπακτικά όλων των σταδίων) στα φυτά κάνναβης. Παράλληλα, έγινε εξαπόλυση του αρπακτικού *O. laevigatus* όπου έγινε εφαρμογή στα φύλλα των φυτών, ομοιόμορφα στη καλλιέργεια (Πίνακας 5).

| Ημερομηνία απελευθέρωσης (εβδομάδες) | Φυσιικοί εχθροί | Αριθμός φυσικών εχθρών/ m ² |
|--|----------------------------|---|
| 14- Απριλίου (3) | <i>Amblyseius swirskii</i> | 1 φακελάκι |
| | <i>Orius laevigatus</i> | 5 |
| 21- Απριλίου (4) | <i>Orius laevigatus</i> | 5 |
| 28- Απριλίου (5) | <i>Orius laevigatus</i> | 5 |
| 5- Μαΐου (6) | <i>Amblyseius swirskii</i> | 1 φακελάκι |
| | <i>Orius laevigatus</i> | 5 |
| 12- Μαΐου (7) | <i>Orius laevigatus</i> | 5 |
| 19- Μαΐου (8) | <i>Amblyseius swirskii</i> | 1 φακελάκι |
| | <i>Orius laevigatus</i> | 5 |
| 26- Μαΐου (9) | <i>Orius laevigatus</i> | 5 |

Πίνακας 5. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο των θριπών

Για τον βιολογικό έλεγχο του αλευρώδη, έγινε χρήση των *Eretmocerus eremicus* και *Encarsia formosa* (παρασιτικές σφήκες). Η εφαρμογή των παρασιτικών σφηκών πραγματοποιήθηκε με την εισαγωγή καρτών που περιείχαν παρασιτισμένες νύμφες αλευρώδη. (Πίνακας 6). Παράλληλα το αρπακτικό άκαρι *Amblyseius swirskii*, συμβάλει και στο έλεγχο του αλευρώδη καθώς τρέφεται με τα αυγά και τα προνυμφικά στάδιά του.

| Ημερομηνία απελευθέρωσης (εβδομάδες) | Φυσικοί εχθροί | Αριθμός εχθρών/ m ² | φυσικών |
|--|----------------------|-----------------------------------|---------|
| 14- Απριλίου | Eretmocerus eremicus | 5 | |
| | Encarsia Formosa | 5 | |
| 21- Απριλίου | Eretmocerus eremicus | 5 | |
| | Encarsia Formosa | 5 | |
| 28- Απριλίου | Eretmocerus eremicus | 5 | |
| | Encarsia Formosa | 5 | |
| 5- Μαΐου | Eretmocerus eremicus | 5 | |
| | Encarsia Formosa | 5 | |
| 12- Μαΐου | Eretmocerus eremicus | 5 | |
| | Encarsia Formosa | 5 | |
| 19- Μαΐου | Eretmocerus eremicus | 5 | |
| | Encarsia Formosa | 5 | |

Πίνακας 6. Χρόνος και ρυθμός απελευθέρωσης φυσικών εχθρών για τον έλεγχο του αλευρώδη

3.4.2 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις περιλάμβαναν:

- Την οπτική εκτίμηση της προσβολής
- Την καταγραφή ειδών και πληθυσμών των παρασίτων
- Σύγκριση των προσβολών μεταξύ των δυο θερμοκηπίων (GH T – GH C)

Τα κύρια παράσιτα που εντοπίστηκαν στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια ήταν ο τετράνυχος (*Tetranychus urticae*), οι αφίδες (*Aphis gossypii* & *Myzus persicae*), οι θρίπες (*Frankliniella occidentalis*) και οι αλευρώδεις (*Trialeurodes vaporariorum* & *Bemisia tabaci*). Μετρήθηκαν τα νυμφικά, προνυμφικά και ενήλικα στάδια των παρασίτων. Οι μετρήσεις του πληθυσμού των εντομολογικών εχθρών πραγματοποιήθηκαν την τρίτη, πέμπτη, έβδομη και ένατη εβδομάδα. Ο αριθμός των εχθρών (TSSM, αφίδες, θρίπες, WF) μετρήθηκε μακροσκοπικά και με ψηφιακό μικροσκόπιο χειρός, προκειμένου να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών ως βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης εντομολογικών προσβολών. Οι μέσοι πληθυσμοί των εχθρών μετρήθηκαν σε 20 φυτά (4 φύλλα ανά φυτό) ανά θερμοκήπιο.

Παρουσιάστηκαν αξιοσημείωτες διακυμάνσεις στην θερμοκρασία και στην υγρασία εντός των θερμοκηπίων κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Οι χαμηλότερες τιμές που σημειώθηκαν ήταν 13 °C και 25% υγρασία, ενώ οι υψηλότερες τιμές ήταν 43C⁰ και 90%, αντίστοιχα.

Τα πειραματικά δεδομένα υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση χρησιμοποιώντας το στατιστικό λογισμικό SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA) σύμφωνα με τον πλήρως τυχαιοποιημένο σχεδιασμό (CRD). Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε μονοπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και οι διαφορές μεταξύ των μέσων διαχωρίστηκαν χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία Fisher's Least Significant Difference (LSD). Διεξήχθη απλή ανάλυση παλινδρόμησης με επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p \leq 0,05$).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Σύγκριση Πληθυσμών - Θερμοκηπίων

Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλους τους πληθυσμούς των εχθρών ανάμεσα στα θερμοκήπια, στις εβδομάδες και τις αλληλεπιδράσεις αυτών των παραγόντων. Στο θερμοκήπιο που είχε πραγματοποιηθεί η χρήση φυσικών εχθρών, παρατηρήθηκε συνεχής μείωση του πληθυσμού όλων των εντομολογικών εχθρών κατά τη διάρκεια του πειράματος, πλησιάζοντας την μηδενική τιμή ανά φυτό (Πίνακας 7).

| | Εβδομάδες | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 3 ^η | 5 ^η | 7 ^η | 9 ^η |
| Τετράνυχοι | 33 | 14 | 5 | 2 |
| Αφίδες | 90 | 53 | 19 | 4 |
| Θρίπες | 26 | 14 | 7 | 2 |
| Αλευρώδεις | 19 | 16 | 9 | 4 |

Πίνακας 7. Μέσος αριθμός πληθυσμού παρασίτων στο (GH T) ανά φυτό

Αντιθέτως, μεγάλη αύξηση του πληθυσμού των εντομολογικών εχθρών παρατηρήθηκε στο θερμοκήπιο που δεν πραγματοποιήθηκε χρήση ωφέλιμων εντόμων και αρπακτικών ακάρεων (Μάρτυρας). Αναλυτικά παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στο πληθυσμό όλων των παρασίτων μέχρι την έβδομη εβδομάδα, ενώ ακολούθησε μείωση του πληθυσμού την ένατη εβδομάδα, σε σύγκριση με τους πληθυσμούς της έβδομης εβδομάδας. Εξαίρεση αποτελεί ο πληθυσμός του αλευρώδη, όπου η αύξηση του παρέμεινε σταθερή μέχρι και την τελευταία εβδομάδα (9η) (Πίνακας 8).

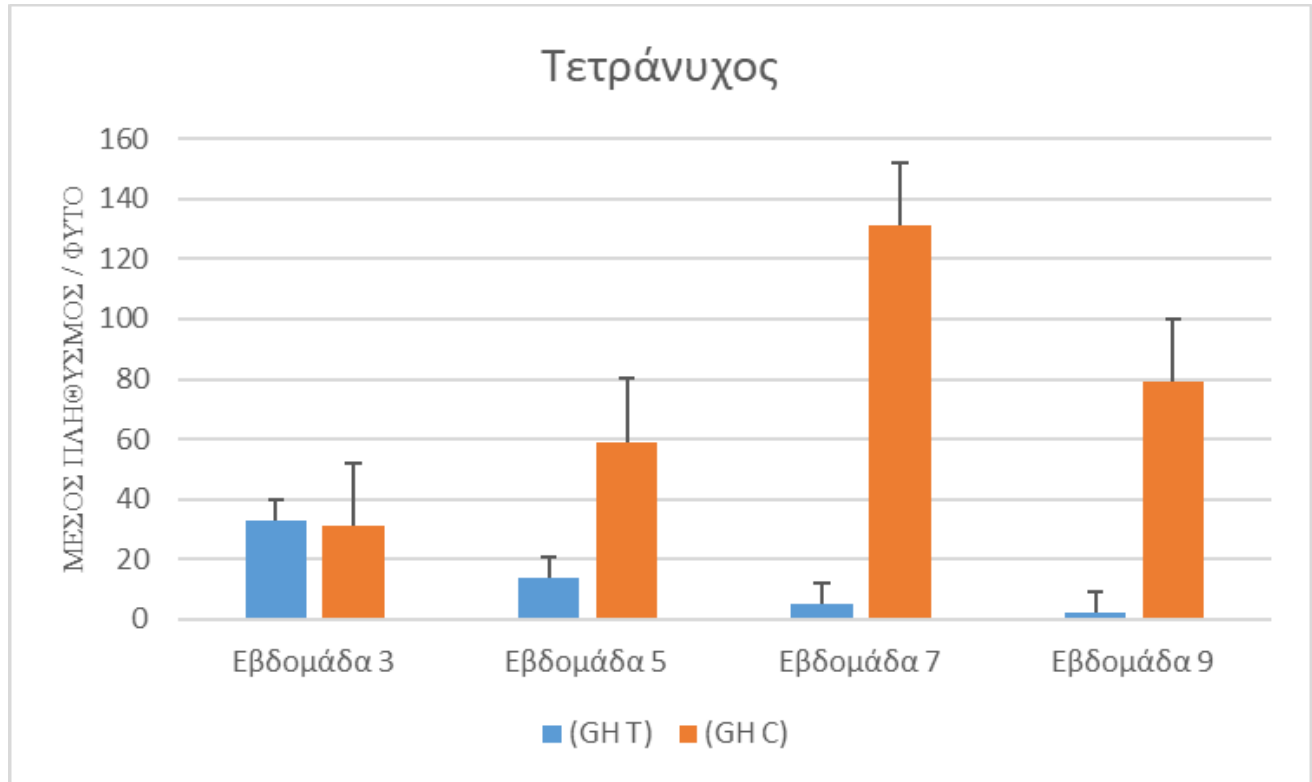
| | Εβδομάδες | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 3 ^η | 5 ^η | 7 ^η | 9 ^η |
| Τετράνυχοι | 31 | 59 | 131 | 79 |
| Αφίδες | 86 | 243 | 656 | 314 |
| Θρίπες | 25 | 45 | 51 | 41 |
| Αλευρώδεις | 15 | 26 | 47 | 4 |

Πίνακας 8. Μέσος αριθμός πληθυσμού παρασίτων στο (GH C) ανά φυτό

Επιπλέον, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των θερμοκηπίων κατά την διάρκεια της τρίτης εβδομάδας (πρώτη μέτρηση), όσο αναφορά όλους τους πληθυσμούς των εχθρών.

4.2 Τετράνουχος

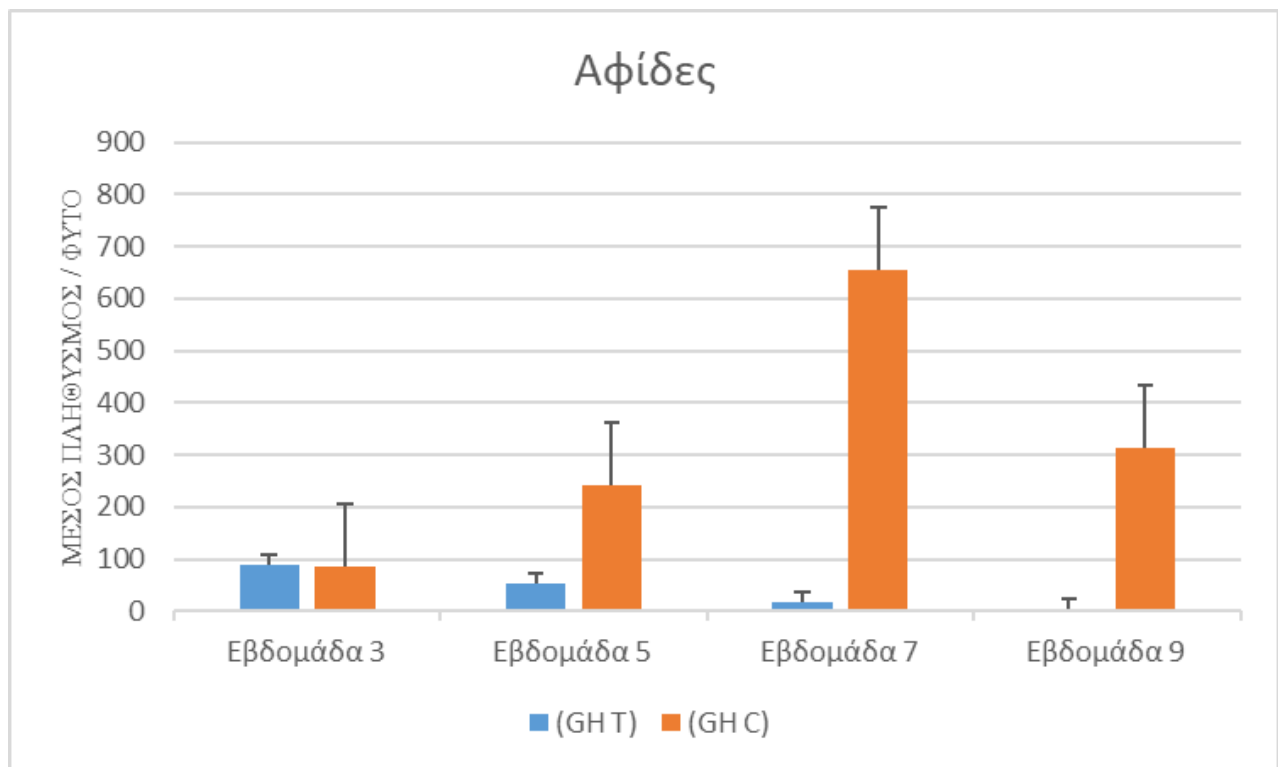
Σχετικά με τον πληθυσμό του τετράνουχου, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές την 5η, 7η και 9η εβδομάδα μεταξύ των θερμοκηπίων (Διάγραμμα 9).



Διάγραμμα 9. Μέσος πληθυσμός του Τετράνουχου (TSSM) / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$).

4.3 Αφίδες

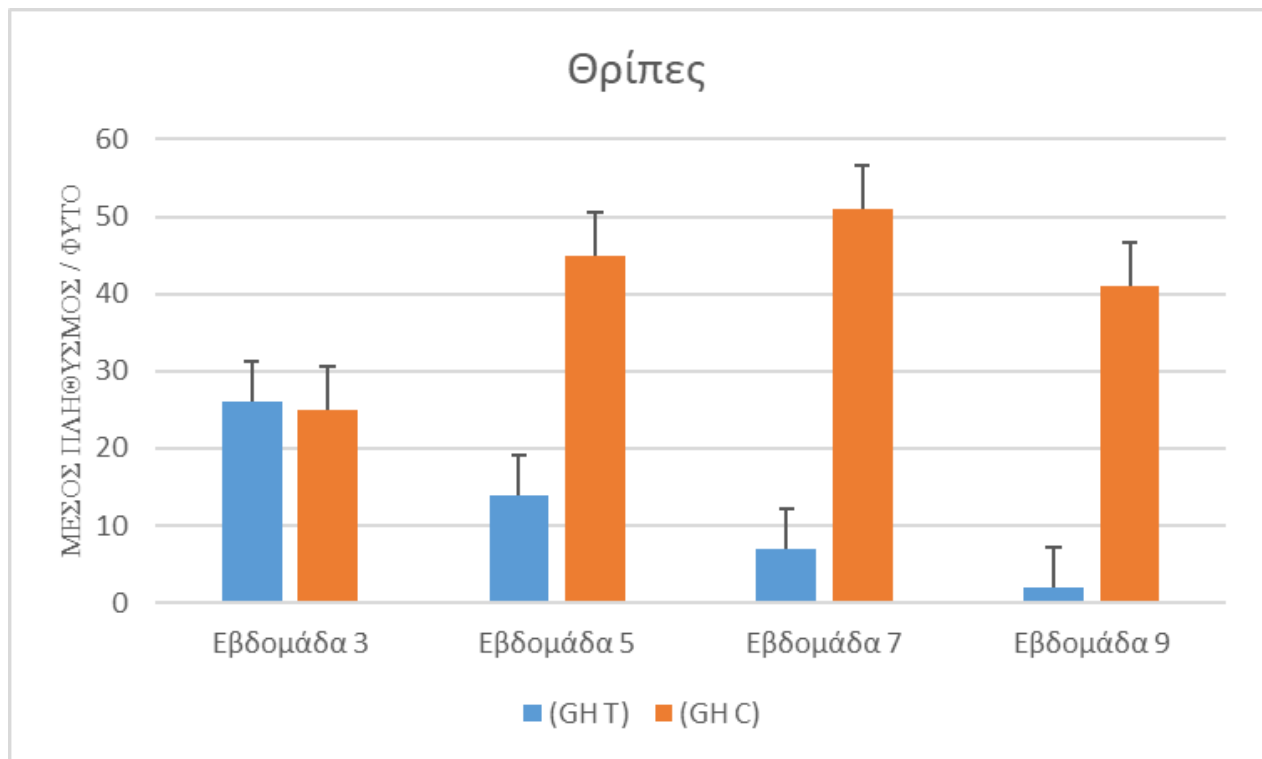
Σχετικά με τον πληθυσμό των αφίδων, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές την 5η, 7η και 9η εβδομάδα μεταξύ των θερμοκηπίων (Διάγραμμα 10).



Διάγραμμα 10. Μέσος πληθυσμός των αφίδων / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$).

4.4 Θρίπες

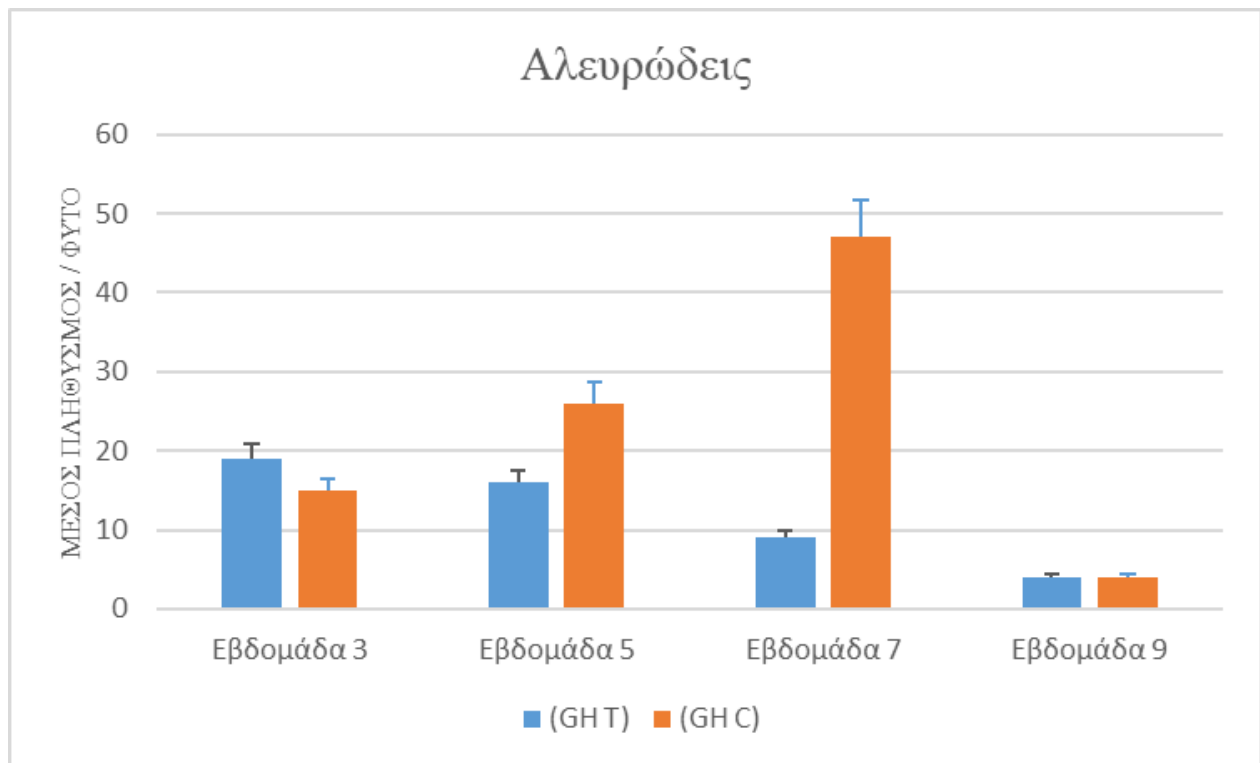
Σχετικά με τον πληθυσμό του θρίπα, παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές την 5η, 7η και 9η εβδομάδα μεταξύ των θερμοκηπίων (Διάγραμμα 11).



Διάγραμμα 11. Μέσος πληθυσμός των θριπών / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$).

4.5 Αλευρώδεις

Σχετικά με τον πληθυσμό του αλευρώδη, σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των θερμοκηπίων μόνο την πέμπτη και την έβδομη εβδομάδα (Διάγραμμα 12)



Διάγραμμα 12. Μέσος πληθυσμός του αλευρώδη / Φυτό/ Εβδομάδα. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν τα τυπικά μέσα σφάλματα. Τα διαφορετικά πεζά γράμματα υποδηλώνουν μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων σύμφωνα με το τεστ Fisher's LSD ($p \leq 0.05$).

Όσο αναφορά τον πληθυσμό τετράνυχων (TSSM), η μεγαλύτερη μείωση (96,5%) ανάμεσα στις επεμβάσεις σημειώθηκε την 7η εβδομάδα. Ο χαμηλότερος πληθυσμός TSSM ήταν 2 τετράνυχοι ανά φυτό στο (GH T) με την επέμβαση ωφέλιμων εντόμων, την 9^η εβδομάδα και η υψηλότερη τιμή ήταν 131 τετράνυχοι ανά φυτό στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (GH C), την 7η εβδομάδα. Η μεγαλύτερη μείωση του πληθυσμού των αφίδων παρουσιάστηκε την 7η εβδομάδα, με ποσοστό 97,1%. Ο χαμηλότερος πληθυσμός αφίδων (4 ανά φυτό) σημειώθηκε την 9η εβδομάδα στο θερμοκήπιο με την επέμβαση (GH T), ενώ ο υψηλότερος πληθυσμός άγγιξε τις 656 αφίδες στο θερμοκήπιο του μάρτυρα (GH C) την 7η εβδομάδα. Σχετικά με τους θρίπες, η μεγαλύτερη μείωση του πληθυσμού μεταξύ των θερμοκηπίων παρατηρήθηκε την 7η εβδομάδα, με ποσοστό 86,2%. Η χαμηλότερη και η υψηλότερη τιμή του πληθυσμού των θριπών ήταν 2 ανά φυτό (GH T) και 51 (GH C) την 9η και 7η εβδομάδα, αντίστοιχα. Το υψηλότερο ποσοστό μείωσης (94,6%), μεταξύ των θερμοκηπίων που παρατηρήθηκε στον αλευρώδη ήταν την 9η εβδομάδα.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν ήταν βέλτιστες με αποτέλεσμα να δυσχεραίνουν τη βιωσιμότητα των ωφέλιμων εντόμων, και να ευνοούν την πληθυσμιακή ανάπτυξη των παρασίτων. Ωστόσο, τα ωφέλιμα έντομα διαχειρίστηκαν με επιτυχία τις προσβολές των παρασίτων. Οι φυσικοί εχθροί αποτελούν μια εξαιρετική μέθοδο διαχείρισης των παρασίτων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης. Αποτελεί μέσο αντιμετώπισης σημαντικών προβλημάτων όπως η ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα και η περιβαλλοντική ρύπανση εξαιτίας αυτών (Peterson, 2021).

Δεδομένου ότι οι έρευνες σχετικά με τον βιολογικό έλεγχο των παρασίτων στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης είναι περιορισμένες, θα αναφερθούν αποτελέσματα από μελέτες άλλων καλλιεργειών. Σύμφωνα με τον Rehman (2020), τα ευρήματα του πειράματος έχουν αποδείξει ότι η χρήση του *Chrysoperla carnea* είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης παρασίτων σε μια θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας. Επιπλέον, σε μια μελέτη θερμοκηπιακής καλλιέργειας πιπεριάς, η χρήση των ωφέλιμων εντόμων ως τρόπος καταπολέμησης των παρασίτων αποδείχθηκε πιο αποτελεσματική και ασφαλέστερη μέθοδος ενώ σημειώθηκε 17,88% υψηλότερη απόδοση σε σχέση με την χρήση εντομοκτόνων (El Arnaouty, 2020). Ο Abou- Haider (2021) απέδειξε ότι η χρήση βιολογικού τρόπου αντιμετώπισης ήταν εξίσου ή πιο αποτελεσματική μέθοδος για την διαχείριση παρασίτων σε σύγκριση με τη χρήση εντομοκτόνων σε μια θερμοκηπιακή καλλιέργεια αγγουριού.

Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι η αποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων μειώνεται κατά την διάρκεια της καλλιέργειας και απαιτούνται περαιτέρω εφαρμογές, σε αντίθεση με την μεγαλύτερη διάρκεια δράσης των ωφέλιμων εντόμων. Επομένως, πρέπει να ληφθεί υπόψη το συνολικό κόστος των εντομοκτόνων σε μια καλλιεργητική περίοδο, τα προστιθέμενα υπολείμματα εντομοκτόνων στα προϊόντα, οι κίνδυνοι του εργασιακού περιβάλλοντος με τις

εφαρμογές και οι κίνδυνοι φυτοτοξικότητας. Επίσης, υπάρχουν έρευνες που απέδειξαν υψηλότερα οικονομικά οφέλη στην παραγωγή πιπεριάς από την απελευθέρωση ωφέλιμων εντόμων (26,45% υψηλότερα) σε σχέση με την εφαρμογή εντομοκτόνων (Agnouty, 2020). Αξίζει να αναφερθεί ότι σε μια μελέτη σε καλλιέργεια κάνναβης, όπου έγινε χρήση φυτοφαρμάκων, το 87% των δειγμάτων περιείχαν μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα της τάξης των 0,01-185 mg/g. Αυτές οι περιεκτικότητες είναι πολύ επιβλαβείς για την δημόσια υγεία και πρέπει να ληφθούν άμεσα ρυθμιστικά μέτρα σε σχέση με τη χρήση φυτοφαρμάκων (Amendola et al., 2021).

Μια έρευνα στην Γερμανία κατέγραψε την προθυμία του καταναλωτή να πληρώσει περισσότερα χρήματα για προϊόντα που έχει γίνει χρήση ωφέλιμων εντόμων αντί εντομοκτόνων ως μέθοδος φυτοπροστασίας (Lehberger et al., 2021).

Τέλος, στη καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης υπάρχουν απαγορεύσεις στη χρήση εντομοκτόνων. Η καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης στην Ελλάδα θεσπίστηκε με το νόμο 4523/2018 όπου ρυθμίζει την παραγωγή και επεξεργασία φαρμακευτικής κάνναβης. Τα κέρδη της από την 2η έως την 10η χρονιά καλλιέργειας υπολογίστηκα σε 7.07 δισεκατομμύρια (Chatzigianni et al., 2020). Αυτό σημαίνει ότι το κόστος της βιολογικής καταπολέμησης παρασίτων με χρήση ωφέλιμων εντόμων είναι αμελητέο σε σύγκριση με τα οφέλη και τα κέρδη στην καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης.

Συνοψίζοντας, το ζήτημα των κινδύνων που θέτουν τα εντομοκτόνα στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον έχει εγείρει ανησυχίες σχετικά με την ανάγκη εξάλειψης των εντομοκτόνων. Η διαχείριση των παρασίτων με την χρήση ωφέλιμων εντόμων και αρπακτικών ακάρεων είναι μια πολύ αποτελεσματική και ασφαλής μέθοδος φυτοπροστασίας τόσο για τον παραγωγό όσο και για τον καταναλωτή. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι οι φυσικοί εχθροί μπορούν να ελέγξουν τους πληθυσμούς παρασίτων σε βαθμό άνω του 95%. Είναι σημαντικό να επενδύσουμε στην χρήση και την ανάπτυξη βιολογικών μεθόδων για τον έλεγχο των παρασίτων. Περαιτέρω έρευνες πρέπει να διεξαχθούν σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια κάνναβης, προκειμένου να είναι πιο κατανοητή και διαδεδομένη η μέθοδος αυτή στην αγορά και τους καλλιεργητές.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Abou-Haidar A, Tawidian P, Sobh H, Skinner M, Parker B, Abou-Jawdah Y (2021). Efficacy of *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* for integrated pest management for greenhouse cucumbers under Mediterranean environmental conditions. *The Canadian Entomologist*.1-8.
- Aktar MW, Sengupta D, Chowdhury A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary toxicology*, 2(1), 1.
- Amaducci, S., D. Scordia, F.H. Liu, S.L. Cosentino. 2014. Key cultivation techniques for hemp in Europe in China. *Industrial Crops and Products*. 06:041.
- Amendola G, Bocca B, Picardo V, Pelosi P, Battistini B, Ruggieri F, Barbini DA, De Vita D, Madia VN, Messore A, Di Santo R. (2021) Toxicological aspects of cannabinoid, pesticide and metal levels detected in light *Cannabis* inflorescences grown in Italy. *Food and Chemical Toxicology*, 156:112447.
- Anderson LC (1974) A study of systematic wood anatomy in *Cannabis*. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University* 24:29–36
- Bakro F, Wielgusz K, Bunalski M, Jedryczka M (2018). An overview of pathogen and insect threats to fibre and oilseed hemp (*Cannabis sativa* L.) and methods for their biocontrol. *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC-WPRS Bulletin*, 136(1), 9-20.
- Bing X, Ning L, Jinfeng T and Nan G (2007) Rapid tissue culture method of *Cannabis sativa* for industrial uses. CN 1887043 A 20070103 Patent (pp 9)
- Bloomquist, E.R., 1971. *Marijuana the second trip* (Revised Edn), Glencoe Press, Collier-Macmillan Canada Ltd. p. 1-11.

- Bócsa I, Máthé P, Hangyel L (1997) Effect of nitrogen on tetrahydrocannabinol (THC) content in hemp (*Cannabis sativa* L.) leaves at different positions. *J Int Hemp Assoc* 4:80–81
- Borjigidai A, Hikosaka K, Horose T, Hasegawa T, Okada M, Kobayashi K (2006) Seasonal changes in temperature dependence of photosynthetic rate in rice under a free year CO₂ enrichment. *Ann Bot* 97:549–557
- Bouloc, P., S. Allegret, L. Arnaud. 2013. *Hemp – Industrial Production and Uses*. CAB International.
- Bouquet RJ (1950) *Cannabis*. *Bull Narc* 2:14–30
- Braemer R, Paris M (1987) Biotransformation of cannabinoids by a cell suspension culture of *Cannabis sativa* L. *Plant Cell Report* 6:150–152
- Briosi G, Tognini F (1894) Intorno alla anatomia della canapa (*Cannabis sativa* L.). *Atti Ist Bot Pavia* 3:91–209
- Brouwer A, Longnecker MP, Birnbaum LS, Cogliano J, Kostyniak P, Moore J, Schantz S, Winneke G. (1999). Characterization of potential endocrine related health effects at lowdose levels of exposure to PCBs. *Environ Health Perspect.* 107:639.
- Callaway, J. C. 2004. Hemp and seed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140. P. 65-75.
- Ceulemans R, Jiang XN, Shao BY (1995) Effect of elevated CO₂ on growth, biomass production and nitrogen allocation of two populous clones. *J Biogeogr* 22:261–268
- Chandra S, Lata H, Khan IA, ElSohly MA (2008) Photosynthetic response of *Cannabis sativa* L. to variations in photosynthetic photon flux densities, temperature and CO₂ conditions. *Physiol Mol Biol Plants* 14:299–306
- Chandra S, Lata H, Khan IA, ElSohly MA (2012a) Temperature response of photosynthesis in different drug and fiber varieties of *Cannabis sativa* L. *Physiol Mol Biol Plants* 17(3):297–303

- Chandra S, Lata H, Khan IA, ElSohly MA (2012b) Photosynthetic response of *Cannabis sativa* L., an important medicinal plant, to elevated levels of CO₂. *Physiol Mol Biol Plants* 17(3):291– 295
- Christoffers MJ., Sabba RP (2020). The problem of insecticide, fungicide, and herbicide resistance in agricultural crop pests. *Population, Agriculture, and Biodiversity: Problems and Prospects*, 261.
- Citterio, S., Prato, N., Fumagalli, P., Aina, R., Massa, N., Sanagostino, A., Sgorbati., S., Breta, G., 2005. The arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* induces growth and metal accumulation changes in *Cannabis sativa* L.. *Chemosphere* 59. P 21-29.
- Clarke RC, Merlin MD (2013) *Cannabis: evolution and ethnobotany*. University of California Press, Los Angeles
- Clarke, R.C, 1981. *Marijuana botany. An advanced study: the propagation and breeding of distinctive cannabis*. And/Or Press, California, USA.
- Cosentino, S.L., Riggi, E., Testa, G., Scordia, D., Copani, V. 2013. Evaluation of European developed fibre hemp genotypes (*Cannabis sativa* L.) in semi-arid Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*. 50, pp. 312-324
- Crisp TM, Clegg ED, Cooper RL, Wood WP, Anderson DG, Baeteke KP, Hoffmann JL, Morrow MS, Rodier DJ, Schaeffer JE, Touart LW, Zeeman MG, Patel YM (1998). Environmental endocrine disruption: An effects assessment and analysis. *Environ Health Perspect.*; 106:11.
- Cure JD (1985) Carbon dioxide doubling response: A crop survey. In: Strain BR,
- Cure JD, Acock B (1986) Crop response to carbon dioxide doubling: a literature survey. *Agric For Meteorol* 38:127–145
- Dayanandan P, Kaufman PB (1976) Trichomes of *Cannabis sativa* L. (Cannabaceae). *Am J Bot* 63:578–591

- De Backer B, Debrus B, Lebrun P, Theunis L, Dubois N, Decock L, Verstraete A, Hubert P, Charlier C (2009) Innovative development and validation of an HPLC/DAD method for the qualitative and quantitative determination of major cannabinoids in cannabis plant material. *J Chromatogr, B: Anal Technol Biomed Life Sci* 877:4115–4124
- De Meijer EPM, Bagatta M, Carboni A, Crucitti P, Moliterni VMC, Ranalli P, Mandolino G (2003) The inheritance of chemical phenotype in *Cannabis sativa* L. *Genetics* 163:335–346
- Devlin RM (1975) *Plant physiology*. 3rd ed. New York, NY 600 p
- EIHA 2018. Hemp agri-report
- El Arnaouty SA, El-Heneidy AH, Afifi AI, Heikal IH, Kortam MN (2020). Comparative study between biological and chemical control programs of certain sweet pepper pests in greenhouses. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* ;30(1):1-7.
- Fike, J. 2016. Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35:5-6, 406-424, DOI: 10.1080/07352689.2016.1257842.
- Fike, J. 2016. Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35:5-6, 406-424, DOI: 10.1080/07352689.2016.1257842.
- Fisse J, Braut F, Cosson L, Paris M. Etude (1981) In vitro des capacités organogenétiques de tissus de *Cannabis sativa* L. Effet de différentes substances de croissance. *Planta Med.*15:217-223
- Forget G, Goodman T, de Villiers A (1993). Balancing the need for pesticides with the risk to human health. *Impact of Pesticide Use on Health in Developing Countries*. IDRC, Ottawa: 2
- Galal AM, Slade D, Gul W, El-Alfy AT, Ferreira D, ElSohly MA (2009) Naturally occurring and related synthetic cannabinoids and their potential therapeutic applications. *Recent Pat CNS Drug Discovery* 4:112–136

- Gilmore S, Peakall R, Robertson J (2003) Short tandem repeat (STR) DNA markers are hypervariable and informative in *Cannabis sativa*: implications for forensic investigations. *Forensic Sci Int* 131:65–74
- Gryndler, M., Sudova, R., Puschel., D., Rydlove, J., Janouskova, M., Vosatka, M., 2008. Cultivation of high biomass crops on coal mimed spoil banks: can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter? *Bioresour. Technol.* 99(14), p. 6391-6399.
- Hammond CT, Mahlberg PG (1973) Morphology of glandular hairs of *Cannabis sativa* from scanning electron microscopy. *Am J Bot* 60:524–528
- Hammond CT, Mahlberg PG (1977) Morphogenesis of capitate glandular hairs of *Cannabis sativa* (Cannabaceae). *Am J Bot* 64:1023–1031
- Haney, A. and Bazzaz, F.A., 1970. Some ecological implications of the distribution of hemp (*Cannabis sativa* L.) in the United States of America. p. 39-48 in C.R.B. Joyce and S.H. Curry, eds. *The botany and chemistry of Cannabis* J & A. Churchill, London, UK.
- Haney, A. and Kutscheid, B.B., 1975. An ecological study of naturalized hemp (*Cannabis sativa* L.) in east-central Illinois. *Am.Midl. Nat.* 93. p. 1-24.
- Hayward HE (1938) *The structure of economic plants*. Macmillan Co., New York
- Hazekamp A, Tejkalová K, Papadimitriou S (2016) *Cannabis*: from cultivar to chemovar II—a metabolomics approach to *Cannabis* classification. *Cannabis and Cannabinoid Research* 1:202–215
- Hazekamp, A., Fishedick, J.T., Llano Diez, M., Lubbe, A., Ruhaak, R.L., 2010. Chemistry of *Cannabis*. In: Mander, L. Lui, H. W., *Comprehensive Natural Products II Chemistry and Biology*, vol. 3. Elsevier, Oxford. P. 1033-1084.
- Helle W (1962). Genetics of resistance to organophosphorous compounds and its relation to diapause in *Tetranychus urticae* Koch. PhD thesis. Univ. Wage ningen, the Netherlands. 41 pp.

- Hikosaka K, Ishikawa K, Borjigidai A, Muller O, Onoda Y (2006) Temperature acclimation of photosynthesis: mechanisms involved in the changes in temperature dependence of photosynthetic rate. *J Exp Bot* 57:291–302
- Hillig KW (2004) A chemotaxonomic analysis of terpenoid variation in *Cannabis*. *Biochem Syst Ecol* 32:875–891
- Hillig KW (2005) Genetic evidence for speciation in *Cannabis* (Cannabaceae). *Genet Resour Crop Evol* 52:161–180
- Hurley PM, Hill RN, Whiting RJ (1998). Mode of carcinogenic action of pesticides inducing thyroid follicular cell tumours in rodents. *Environ Health Perspect.*;106:437
- Igbedioh SO (1991). Effects of agricultural pesticides on humans, animals and higher plants in developing countries. *Arch Environ Health.*;46:218.
- Jeyaratnam J (1985). Health problems of pesticide usage in the third world. *B M J.*;42:505
- Jiang HE, Li X, Zhao YX, Ferguson DK, Hueber F, Bera S, Wang YF, Zhao LC, Liu CJ, Li CS (2006) A new insight into *Cannabis sativa* (Cannabaceae) utilization from 2500-year-old Yanghai Tombs, Xinjiang, China. *J Ethnopharmacol* 108:414–422
- Kimball BA (1983) Carbon dioxide and agricultural yield: an assemblage and analysis of 430 prior observations. *Agron J* 75:779–788
- Klimko M (1980) Morphological variability of *Cannabis sativa* L. *Bull Soc Amis Sci Lett Poznan. D* 20:127–134
- Kriese U, Schumann E, Weber WE, Beyer M, Brhl L, Matthus B (2004) Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica* 137:339–351
- Lamarck JB de (1785) *Encyclope'die me'thodique. Botanique. 1 part 2, Panckoucke, Paris* pp 694–695

- Lata H, Chandra S, Khan IA, ElSohly MA (2009a) Thidiazuron induced high frequency direct shoot organogenesis of *Cannabis sativa* L. In vitro Cellular and Developmental Biol—Plant 45:12–19
- Lata H, Chandra S, Khan IA, ElSohly MA (2010) High frequency plant regeneration from leaf derived callus of high Δ^9 —tetrahydrocannabinol yielding *Cannabis sativa* L. Planta Med 76:1629–1633
- Lata H, Chandra S, Tehen N, Khan IA, ElSohly MA (2009b) Assessment of genetic stability of micropropagated plants of *Cannabis sativa* L. by ISSR markers. Planta Med 76:97–100
- Lehberger M, Gruener S (2021). Consumers' willingness to pay for plants protected by beneficial insects—Evidence from two stated-choice experiments with different subject pools. Food Policy.;102:102100.
- Linnaeus SC (1753) Species Plantarum (ed. 1):1027
- McPartland JM, Guy GW (2004) The evolution of Cannabis and coevolution with the cannabinoid receptor—a hypothesis. In: Guy GW, Whittle BA, Robson PJ (eds) The medicinal uses of cannabis and cannabinoids. Pharmaceutical Press, London, pp 71–101
- McPartland, J.M., W. Hegman. 2018. Cannabis utilization and diffusion patterns in prehistoric Europe: a critical analysis of archaeological evidence. Veget Hist Archaeobot 27, pp. 627–634. DOI 10.1007/s00334-017-0646-7
- Mediavilla, V., Jonquera, M., Schmid-Slembrouk, I. And Soldati, A., 1998. Decimal code for growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.). J. Int. Hemp Assoc. 5. p. 68-72.
- Michael Karus, 2004. European Hemp Industry 2002 Cultivation. Processing and Product Lines. Jurnal of Industrial Hemp, Volume 9 Issue 2. Taylor and Francis, London. Infomaworld.com
- Miller NG (1970) The genera of Cannabaceae in the southeastern United States. J Arnold Arboretum 51:185–203

- Nagai T, Makino A (2009) Differences between rice and wheat in temperature responses of photosynthesis and plant growth. *Plant Cell Physiol* 50:744–755
- Nasonov V (1940) Anatomical characteristics of the geographical races of hemp [in Russian]. *Vestnik Sotsialisticheskogo Rasteniievodstva* 4:107–120
- Nelson RA (1996) Hemp and history, Rex Research, Jean NV. Accessed on the web Sep, 04 20016
- Nigam SK, Karnik AB, Chattopadhyay P, Lakkad BC, Venkaiah K, Kashyap SK (1993). Clinical and biochemical investigations to evolve early diagnosis in workers involved in the manufacture of hexachlorocyclohexane. *Int Arch Occup Environ Health*.;65:S193
- Piomelli D, Russo EB (2016) The Cannabis sativa Versus Cannabis indica Debate: an interview with ethan russo. *MD, Cannabis Cannabinoid Res* 1:44–46
- Piotrowski, S. M. Carus. 2011. Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products. Nova institute. 5.
- Poorter H (1993) Inter-specific variation in the growth response of plant to an elevated CO₂ concentration. *Vegetatio* 104:77–97
- Potter D (2009) The propagation, characterisation and optimisation of Cannabis sativa as a phytopharmaceutical (PhD Thesis). Department of Pharmaceutical Science Research. King's College, London
- Quarles, W (2018). IPM for Cannabis Pests. The IPM practitioner monitoring the field of pest management, 36(5/6).
- Ram HM, Nath R (1964) The morphology and embryology of Cannabis sativa Linn. *Phytomorph* 14:414–429
- Rehman H, Bukero A, Lanjar AG, Bashir L, Lanjar Z, Nahiyoon SA (2020). 1. Use of Chrysoperla carnea larvae to control whitefly (Aleyrodidea: Hemiptera) on tomato plant in greenhouse. *Pure and Applied Biology (PAB)*;9(4):2128-37.

- Ryder M.L., The agabra-sanders, 1987. A microscopic study of remains of textiles made from plant fibers, *Oxford Journal of Archaeology*, Volume 6, Issue 1.
- Sage RF, Sharkey TD (1987) The effect of temperature on the occurrence of O₂ and CO₂ insensitive photosynthesis in field grown plants. *Plant Physiol* 84:658–664
- Shimomura H, Shigehiro M, Kuriyama E, Fujita M (1967) Studies on Cannabis. I. Microscopical characters of their internal morphology and spodogram (Japanese). *Yakugaku Zasshi: Journal of the Pharmaceutical Society of Japan* 87:1334–1341
- Slusarkiewicz-Jarzina A, Ponitka A, Kaczmarek Z (2005) Influence of cultivar, explant source and plant growth regulator on callus induction and plant regeneration of *Cannabis sativa* L. *Acta Biol Craco Series Bot* 47:145–151
- Small E (2015) Evolution and classification of *Cannabis sativa* (marijuana, hemp) in relation to human utilization. *Bot Rev* 81:189–294
- Small E, Naraine SGU (2016b) Size matters: evolution of large drug-secreting resin glands in elite pharmaceutical strains of *Cannabis sativa* (marijuana). *Genet Resour Crop Evol* 63:349–359
- Stafecka, I., V. Stramkale, A. Stramkalis, I. Kroica, S. Ivanovs. 2016. Impact of the agroenvironmental factors on the seed yield and yields components productivity of Latvian original hemp. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2016, Vol. 61(4) pp. 164-167.
- Stefanidou M, Dona A, Athanaselis S, Papoutsis I, Koutselinis A (1998) The cannabinoid content of marijuana samples seized in Greece and its forensic application. *Forensic Sci Int* 95:153–162
- Struik, P.C. S. Amaducci, M.J. Bullard, n.C. Stutterheim, G. Venturi, H.T.H. Cromack. 2000. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products*. 11. pp. 107-118.

- Struik, P.C. S. Amaducci, M.J. Bullard, n.C. Stutterheim, G. Venturi, H.T.H. Cromack, 2000. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products*. 11. P.107-118.
- struMechtler, K.J. Bailer, K. de Hueber, 2004. Variations of Δ -9 THC content in single plants of hemp varieties. *Industrial Crops and Products*. 19. P. 19-24.
- Tippo O (1938) Comparative anatomy of the Moraceae and their presumed allies. *Bot Gaz* 100:1– 99
- Turner JC, Hemphill JK, Mahlberg PG (1977) Gland distribution and cannabinoid content in clones of *Cannabis sativa* L. *Am J Bot* 64:687–693
- UNODC (2009) Recommended methods for the identification and analysis of Cannabis and Cannabis products (Manual). United Nations, New York
- Van den Bos J (1983). The Isolating Effects of Greenhouses on Arthropod Pests and its Significance for Integrated Pest Management: a Case-Study on *Clepsis spectrana* (Lepidoptera: Tortricidae). Wageningen, the Netherlands: Pudoc. 92.
- Van der Werf HMG (1996). Assessing the impact of pesticides on the environment; 60 (2-3),p:81-96.
- Wang R, He LS, Xia B, Tong JF, Li N, Peng F (2009) A micropropagation system for cloning of hemp (*Cannabis sativa* L.) by shoot tip culture. *Pak J Bot* 41:603–608
- Wills S (1998) Cannabis use and abuse by man: an historical perspective. Harwood Academic, Amsterdam
- Wu Z, Zhou Z-K, Bartholomew B (2003) Cannabaceae. In: Wu Z, Raven PH (eds) *Flora of China*. Science Press, Beijing
- Zuardi AW (2006) History of Cannabis as a medicine: a review. *Braz J Psychiatry* 28:153–157

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Εμμανουήλ ΝΓ (2004). Γεωργική Ζωολογία.
- Κούστα, 2018
- Μαυρογιαννόπουλος Γ., 2001. Θερμοκήπια Ά Έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλη
- Μπούχελος ΚΘ(2005). Έντομα φυτών μεγάλης καλλιέργειας.
- Παπαδόπουλος Δ., 1959. Η Κάνναβις, Υπουργείο Γεωργίας. Αθήνα.
- Παπαδόπουλος, Δ. 1974. Η κάνναβις. Β έκδοσις.
- Παπακώστα – Τασοπούλου Δ. Βιομηχανικά Φυτά, Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία Β΄έκδοση, Θεσσαλονίκη, 2013.
- Τζανακάκης ΜΕ & Κατσόγιαννος ΒΙ (2003). Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου
- Τσιρογιάννης, 2020

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ



Εικόνα 23: Διάταξη γλαστρών εντός του θερμοκηπίου



Εικόνα 24: Διάταξη γλαστρών εντός του θερμοκηπίου (1 από τα 4 plots)



Εικόνα 25: Προϊόντα Φυσικών Εχθρών της εταιρίας Korperet



Εικόνα 26: Υγιές φυτό στο (GH T) με χρήση ωφέλιμων εντόμων



Εικόνα 27: Εξαπόλυση αρπακτικών ακάρεων μέσα σε ειδικά φακελάκια



Εικόνα 28: Υγιή φυτά στο στάδιο της ανάπτυξης στο (GH T)



Εικόνα 29: Εξαπόλυση του αρπακτικού *Chrysoperla carnea*



Εικόνα 30: Έλεγχος κολλητικής παγίδας



Εικόνα 31: Το αρπακτικό *C. carnea* τρέφεται με αφίδες



Εικόνα 32: Παρασιτισμένη αφίδα στο (GH T)



Εικόνα 33: Ιστός από τετράνυχο στο (GH C)



Εικόνα 34: Άπτερες μορφές αφίδας στο θερμοκήπιο μάρτυρα (GH C)



Εικόνα 35: Έντονη προσβολή από αφίδες στο (GH C)



Εικόνα 36: Έντονη προσβολή από τετράνυχο στο θερμοκήπιο μάρτυρα (GH C)