

# **Τα Αιθέρια Έλαια στη Φυτοπροστασία**

## **Πτυχιακή Εργασία**

Ονοματεπώνυμο: Αναστάσιος Δήμος

A.M: 10614

Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας

Τμήμα Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου

Υπεύθυνος καθηγητής

Πατακιάτας Γεώργιος

Άρτα 2015

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....                                                              | 1  |
| 1.1 Αγροχημική ρύπανση και οι επιδράσεις της στον άνθρωπο και το περιβάλλον. 1 |    |
| 1.2 Η ανάγκη εναλλακτικών λύσεων ενάντια στις παραδοσιακές μεθόδους .....      | 4  |
| 2. Η Φυτοπροστασία στη βιολογική γεωργία.....                                  | 5  |
| 2.1 Ασθένειες των φυτών – Αντιμετώπιση Φυτονόσων. ....                         | 10 |
| 2.2 Η βιολογική αντιμετώπιση εντόμων και ακάρεων. ....                         | 14 |
| 3. Αλληλοπάθεια.....                                                           | 17 |
| 3.1 Αλληλοπάθεια και ανταγωνισμός.....                                         | 17 |
| 3.2 Χημεία, βιοσύνθεση, και μηχανισμός δράσης των αλληλοπαθητικών ουσιών. 18   |    |
| 3.2.1 Χημική σύσταση των αλληλοχημικών .....                                   | 19 |
| 3.2.2 Μηχανισμός δράσης των αλληλοπαθητικών ουσιών .....                       | 20 |
| 3.3 Διερεύνηση της αλληλοπάθειας.....                                          | 21 |
| 3.4 Μέθοδοι διαπίστωσης της αλληλοπάθειας .....                                | 21 |
| 3.5 Αξιοποίηση της αλληλοπάθειας στη γεωργία – ζιζάνια .....                   | 23 |
| 3.5.1 Ζιζάνια με αλληλοπάθεια εναντίον άλλων ζιζανίων .....                    | 24 |
| 3.5.2 Ζιζάνια με αλληλοπαθητική δράση εναντίον καλλιεργούμενων φυτών.....      | 25 |
| 3.5.3 Αλληλοπαθητικά φαινόμενα μεταξύ καλλιεργειών.....                        | 25 |
| 4. Τα αιθέρια έλαια στη φυτοπροστασία. ....                                    | 27 |
| 4.1 Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά – Αιθέρια έλαια. ....                      | 27 |
| 4.3 Συστατικά και ιδιότητες των αιθέριων ελαίων. ....                          | 35 |
| 4.4 Εξαγωγή, ανάλυση και διατήρηση αιθέριων ελαίων. ....                       | 37 |
| 4.4.1 Παραλαβή των αιθέριων ελαίων.....                                        | 37 |
| 4.4.2 Ανάλυση των αιθέριων ελαίων. ....                                        | 38 |
| 4.4.3 Διατήρηση των αιθέριων ελαίων. ....                                      | 39 |
| 4.5 Εφαρμογές των αιθέριων ελαίων. ....                                        | 39 |
| 4.6.1 Η χρήση αιθέριων ελαίων κατά των εντόμων. ....                           | 41 |
| 4.6.2 Η χρήση αιθέριων κατά των μυκήτων. ....                                  | 43 |
| 4.6.3 Η χρήση αιθέριων κατά των ζιζανίων.....                                  | 44 |
| 4.6.4 Η χρήση αιθέριων κατά των νηματωδών και αντιμικροβιακή δράση .....       | 45 |
| 4.5 Αιθέρια έλαια στα φυτά της Ελλάδας. ....                                   | 48 |
| 4.5.1 Η οικογένεια Lamiaceae .....                                             | 49 |

## Πίνακας Περιεχομένων

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 4.5.2 Οικογένεια Μυρτοειδών (Myrtaceae)..... | 63 |
| 4.5.3 Οικογένεια Anthemideae .....           | 66 |
| 5. Συμπεράσματα .....                        | 73 |
| 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....                        | 74 |

## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1 Αγροχημική ρύπανση και οι επιδράσεις της στον άνθρωπο και το περιβάλλον.**

Η τεχνολογική πρόοδος των τελευταίων δεκαετιών που σημειώνεται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας δεν άφησε ανέγγιχτη τη γεωργία και τους συναφείς κλάδους. Οι πρώτοι γεωργοί με τη χρήση φυσικών μεθόδων και την καλλιέργεια διαφόρων ειδών, συνέβαλαν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Σε ευρωπαϊκό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο η γεωργία έζησε μια τεχνολογική επανάσταση, αποτέλεσμα της οποίας ήταν η ραγδαία βελτίωση των καλλιεργητικών της τεχνικών και κατά συνέπεια η αύξηση της παραγωγικότητας. Η ανάγκη όμως για περαιτέρω αύξηση της παραγωγής, βελτίωση της εμφάνισης των προϊόντων και ελαχιστοποίηση του κόστους καλλιέργειας οδήγησε σύντομα στη μονοκαλλιέργεια και τις συνέπειές της. Σύντομα παρατηρήθηκε μείωση των φυσικών εχθρών των φυτοπαρασίτων, κάτι που οδήγησε σε αύξηση του πληθυσμού τους, και έτσι έπρεπε να γίνει χρήση αγροχημικών παρασκευασμάτων, για να καταπολεμηθούν. Η ολοένα όμως και εντονότερη χρήση αυτών των παρασκευασμάτων είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ανθεκτικότητας των φυτοπαρασίτων στις συνήθως χρησιμοποιούμενες φυτοπροστατευτικές ουσίες και την παρασκευή δραστικότερων σκευασμάτων.

Δυστυχώς οι μηχανισμοί αλλάζουν και νέοι κανόνες επιβάλλονται όταν θα έχουν δημιουργηθεί τα νέα θύματα, τα οποία συνήθως είναι οι ίδιοι οι γεωργοί που χρησιμοποιούν τα επιβλαβή παρασκευάσματα. Η χρήση εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων, ζιζανιοκτόνων και βιοκτόνων αποδεδειγμένα αυξάνει τα ποσοστά καρκίνου, ενώ το 68% των σκευασμάτων που χρησιμοποιούνται για τη φυτοπροστασία είναι ύποπτα για καρκινογένεση (Κολογιώργη, 2008). Τα περισσότερα αγροχημικά σκευάσματα περιέχουν χημικές ουσίες αδιάλυτες στο νερό που δε μεταβολίζονται στους οργανισμούς και αυτό τις καθιστά επικίνδυνες συμμετέχοντας στο φαινόμενο της βιοσυσώρευσης. Τέτοια προϊόντα μετά την εφαρμογή τους ακολουθούν μια σειρά διαδικασιών, βιολογικές, φυσικές και χημικές, και σταδιακά ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, το έδαφος και τα νερά, διαταράσσοντας την οικολογική ισορροπία των οικοσυστημάτων. Τελικός αποδέκτης είναι ο άνθρωπος στον οποίο συγκεντρώνονται μεγάλες συγκεντρώσεις επιβλαβών ουσιών.

Η αγρορύπανση επιβαρύνει και επιδρά σε ολόκληρο το οικοσύστημα:

**Τα επιφανειακά και υπόγεια νερά.** Η ρύπανση των επιφανειακών υδάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της επιφανειακής απορροής, της στράγγισης του νερού με την ταυτόχρονη έκπλυση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος κυρίως νιτρικών και γεωργικών φαρμάκων ή της απευθείας εφαρμογής. Πολλές φορές στο παρελθόν αλλά και σήμερα γίνονται εφαρμογές φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην επιφάνεια λιμνών και παράκτιων περιοχών για την αντιμετώπιση επιβλαβών ειδών εντόμων ή για την καταστροφή υδροχαρών φυτών. Η πιθανότητα μεταφοράς προς τους βαθύτερους σχηματισμούς ενός γεωργικού φαρμάκου στα υπόγεια νερά εξαρτάται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του φαρμάκου (υδατοδιαλυτότητα, πτητικότητα), τις φυσικοχημικές ιδιότητες (σύσταση εδάφους, οργανική ουσία, pH) και τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του εδάφους (βάθος υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα), τις κλιματικές συνθήκες (ύψος βροχόπτωσης) και τις αγροτικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται (είδος καλλιέργειας, τρόπος και χρόνος εφαρμογής).

**Το έδαφος.** Πρόκειται για την οδό μέσω της οποίας εξασφαλίζεται η παροχή θρεπτικών συστατικών στα φυτά.

**Το νερό του εδάφους.** Το νερό του εδάφους πληροί μέρος των πόρων του, το υπόλοιπο των οποίων πληρούνται από αέρα. Περιέχει διαλυμένα ορισμένα αέρια και άλατα, πρόκειται δηλαδή για εδαφικό διάλυμα του οποίου η συμπύκνωση ποικίλει και είναι άλλοτε μικρή (εδάφη υγρών-ψυχρών περιοχών) και άλλοτε αρκετά σημαντική (εδάφη ξηρών και ημίξηρων περιοχών).

**Τον αέρα του εδάφους.** Η σύσταση του αέρα του εδάφους ποικίλει τόσο από θέση σε θέση, όσο και από αυτή του ελεύθερου ατμοσφαιρικού αέρα.

**Τους ζωντανούς οργανισμούς του εδάφους.** Ο κύριος ρόλος των ζωντανών οργανισμών ποικίλει από τον απλό τεμαχισμό των οργανικών υπολειμμάτων, τον οποίο πραγματοποιούν κατά κανόνα έντομα και γαιοσκώληκες, μέχρι την πλήρη αποσύνθεσή τους από βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες. Οι μικροοργανισμοί του εδάφους είναι πολύτιμοι για την εύρυθμη λειτουργία των οικοσυστημάτων, γιατί συμμετέχουν ενεργά στους βιογεωχημικούς κύκλους των θρεπτικών συστατικών όπως N, P, S κλπ. Βοηθούν στην αποδέσμευση των θρεπτικών συστατικών από τις οργανικές ενώσεις και την εκ νέου διοχέτευσή τους στα φυτά, μέσω των ριζών τους.

**Την ατμόσφαιρα.** Κατά την εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων κάποιες ποσότητες μεταφέρονται από τον άνεμο και άλλες μετά την εφαρμογή τους μπορεί να εξατμιστούν ή να εξαχνωθούν από το έδαφος ή τη φυτική επιφάνεια στην οποία

ψεκάστηκε ή σκονίστηκε το σκεύασμα. Σε κάθε περίπτωση οι ποσότητες αυτές εισέρχονται στην ατμόσφαιρα από όπου παρασύρονται με τον άνεμο ή τη βροχή και ρυπαίνουν γειτονικές ή και αρκετά πιο απομακρυσμένες περιοχές.

**Τη χλωρίδα.** Κατά τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην καθημερινή γεωργική πράξη είναι δυνατόν να εμφανιστούν δευτερογενείς επιδράσεις (φυτοτοξικότητα) στο φυτό που δέχεται την επέμβαση του σκευάσματος. Με τον όρο φυτοτοξικότητα ή φυτοτοξική ενέργεια εννοείται κυρίως η μερική ή ολική νέκρωση φυτικών οργάνων (φύλλων, ανθέων, καρπών, κλαδιών) και που εξελίσσεται σε ορισμένες περιπτώσεις σε ξήρανση ολόκληρου του φυτού. Η φυτοτοξικότητα δεν σχετίζεται πάντα με την δραστική ουσία αυτή καθεαυτή αλλά και με τις βοηθητικές ουσίες που είναι απαραίτητες για την παρασκευή του φυτοπροστατευτικού προϊόντος.

**Την πανίδα.** Ένα από τα πιο σοβαρά και πολύπλοκα προβλήματα της μεθόδου της χημικής καταπολέμησης των εντομολογικών εχθρών των καλλιεργούμενων φυτών είναι η διατάραξη της βιολογικής ισορροπίας σε ένα βιότοπο λόγω της δυσμενούς επίδρασης που ασκεί στην πανίδα των ωφελίμων εντόμων. Μέσω των αεροψεκασμών τα εντομοκτόνα βιοσυσσωρεύονται στην τροφική αλυσίδα, εξαφανίζουν δεκάδες είδη ανθεκτικών φαινομενικά οργανισμών και δημιουργούν εξάρσεις δευτερευόντων εντομολογικών εχθρών σε πολλές καλλιέργειες λόγω της καταστροφής των εντομοφάγων τους με συνέπεια την αλόγιστη χρήση εντομοκτόνων.

**Τον άνθρωπο.** Επιπτώσεις στην υγεία από φυτοφάρμακα είναι δυνατόν να προκληθούν με διάφορους τρόπους. Άμεσες επιπτώσεις προκύπτουν από τη λήψη κάποιου φυτοπροστατευτικού προϊόντος από λάθος που συνιστά ατύχημα (δηλητηρίαση) ή από εργατικό ατύχημα, που πλήττουν κυρίως αγρότες ή άτομα απασχολούμενα σε χώρους παραγωγής, συσκευασίας και διάθεσης φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Ανησυχία προκαλούν οι χρόνιες επιπτώσεις οι οποίες σχετίζονται με την κατανάλωση τροφίμων ή νερού με υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων και των οποίων τα συμπτώματα είναι δυνατόν να εκδηλωθούν με την παρέλευση κάποιων χρόνων ή δεκαετιών. Έτσι μπορούν να εκδηλωθούν βλάβες στα περιφερικά νεύρα και το νωτιαίο μυελό, στα ένζυμα του ηπατικού μικροσωματικού κλάσματος, στο ανοσοποιητικό σύστημα αυξάνοντας την πιθανότητα εμφάνισης λοιμώξεων, καρκινογένεση αλλά και επιπτώσεις στην αναπαραγωγική ικανότητα.

## 1.2 Η ανάγκη εναλλακτικών λύσεων ενάντια στις παραδοσιακές μεθόδους

Για την προστασία της ανθρώπινης υγείας έχουν καθοριστεί σε εθνικό επίπεδο Ανώτατα Όρια Υπολειμμάτων ή Ανώτατες Επιτρεπτές Περιεκτικότητες φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα διάφορα γεωργικά προϊόντα και έχουν τεθεί σε ισχύ ορισμένα νομοθετικά μέτρα με τα οποία ορίζεται ότι γεωργικά προϊόντα εγχώρια ή εισαγόμενα, δεν επιτρέπεται να τεθούν σε κυκλοφορία εάν οι δειγματοληπτικοί έλεγχοι δείξουν ότι η περιεκτικότητα τους σε υπολείμματα φυτοπροστατευτικών προϊόντων τα υπερβαίνει. Τα όρια αυτά καθορίζονται κυρίως για φυτοπροστατευτικά προϊόντα που έχουν έγκριση για χρήση σε συγκεκριμένες καλλιέργειες στη νομοθετούσα χώρα (1).

Στόχος των σύγχρονων πολιτικών κατευθύνσεων είναι η οικολογική παρέμβαση του ανθρώπου στο αγροοικοσύστημα για την εξασφάλιση της παραγωγής (Αντωνόπουλος, 2008). Ήδη από το 1962 θεσπίστηκε η Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.) στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αργότερα το 1992 με μεταρρυθμίσεις της Κ.Α.Π. με κατάλληλους κανονισμούς τέθηκαν ως στόχοι αφενός ο περιορισμός της γεωργικής παραγωγής, απαλλαγμένης από εκτατικές μεθόδους, αφετέρου η αναγνώριση από πλευράς του δημοσίου συμφέροντος του ρόλου των γεωργών ως προς την προστασία των φυσικών πόρων και την εκμετάλλευση των γαιών. Με άλλα λόγια με τον Κανονισμό 2078/92 της 30/06/1992 οι γεωργοί έρχονται αντιμέτωποι με την ευθύνη τους προς το περιβάλλον και δεσμεύονται να εφαρμόσουν φιλικές μεθόδους καλλιέργειας στη γη. Με την κοινοτική οδηγία 91/414/ECC καθορίζεται η διαδικασία έγκρισης των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων και έτσι εναρμονίζεται η κυκλοφορία τους στα κράτη – μέλη της Ευρωπαϊκής ένωσης. Επιπλέον, διασφαλίζεται η έγκριση κυκλοφορίας των πλέον αποτελεσματικών σκευασμάτων, με τις μικρότερες δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον, τον άνθρωπο και τα ζώα. Σύμφωνα με την οδηγία 91/414/ECC όλα τα σκευάσματα επανεξετάζονταν και καταχωρούνταν ή όχι σε θετική λίστα χρήσης. Σύμφωνα με τον κανονισμό 1107/2209, η κοινοτική οδηγία 91/414/EOK αντικαθίσταται πλέον από την 2009/128/EK που θέτει νέα κριτήρια επιλογής των προϊόντων που θα παρέχουν φυτοπροστατευτική κάλυψη της Ελληνικής γεωργίας. Η εφαρμογή της 91/414/EOK ήταν ο λόγος για τον οποίο πολλά σκευάσματα έχουν ήδη αποσυρθεί και με την 2009/128/EK αναμένεται περαιτέρω μείωση (Ντάλλη, 2010), (Κωτσοβίνου, 2012).

## **2. Η Φυτοπροστασία στη βιολογική γεωργία**

Για την επαναπροσέγγιση των γεωργικών/ καλλιεργητικών πρακτικών προϋπόθεση είναι ο σεβασμός στη φύση, η διατήρηση της φυσικής ισορροπίας των οικοσυστημάτων και της γονιμότητας των εδαφών και επιτυγχάνεται με τη λεγόμενη αειφόρο ή εναλλακτική γεωργία καθώς και τη βιολογική γεωργία (Αντωνόπουλος 2008, Στεφανάκης 2006). Η βιολογική ή αλλιώς οργανική ή οικολογική γεωργία ορίζεται ως ένα σύστημα οργάνωσης και διαχείρισης της παραγωγής αγροτικών προϊόντων, η οποία στηρίζεται σε φυσικές ή/και ήπιες διεργασίες και τεχνικές καλλιέργειας (π.χ. αμειψισποράς και ανακύκλωσης φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων), καθώς και στη μη χρησιμοποίηση χημικών συνθετικών λιπασμάτων και αγροχημικών παρασκευασμάτων για την αντιμετώπιση εχθρών των καλλιεργειών και ασθενειών.

Η βιολογική γεωργία βασίζεται κυρίως (Στεφανάκης 2006, Κολογιώργη 2008, Γουρνάκη 2012):

1. Στην χρησιμοποίηση ανανεώσιμων φυσικών πόρων σε τοπικό επίπεδο, στην ενίσχυση του εδάφους σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία και στην ίδια τη βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος που αποτελεί και τον κύριο παράγοντα στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας του.
2. Στην χρησιμοποίηση ιθαγενών ανθεκτικών φυτών και φυλών ζώων που έχουν προσαρμοστεί στις τοπικές συνθήκες καθώς και στην κατάλληλη επιλογή καλλιεργητικών τεχνικών και εναλλαγή καλλιεργειών, με προτίμηση στα μεικτά συστήματα γεωργίας (φυτικής και ζωικής παραγωγής).

Η βιολογική γεωργία πλεονεκτεί συγκριτικά με συμβατικές μεθόδους και αυτό οφείλεται στη διάθεση για εξισορρόπηση των σχέσεων μέσα στο οικοσύστημα. Τα πλεονεκτήματα παρουσιάζονται παρακάτω (Αλατζά, 2009):

1. Η προστασία της καλλιέργειας χωρίς τη χρήση χημικών.
2. Η παραγωγή γεωργικών προϊόντων υψηλής θρεπτικής αξίας.
3. Η διατήρηση της γενετικής ποικιλομορφίας των φυσικών οικοσυστημάτων.



4. Η υποβοήθηση των βιολογικών κύκλων του αγροοικοσυστήματος με σεβασμό στους μικροοργανισμούς του εδάφους, στη χλωρίδα, στη πανίδα, στις καλλιέργειες και στα εκτρεφόμενα ζώα.
5. Η βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών και η εφαρμογή συστημάτων για την αυτάρκεια σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά.
6. Η ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων.
7. Η εξασφάλιση συνθηκών εκτροφής ζώων με σεβασμό στις συνήθειες διαβίωσής τους.
8. Η αποφυγή της ρύπανσης, με την επιλογή ήπιων και φιλικών με το περιβάλλον γεωργικών τεχνικών.
9. Η εκτίμηση του αποτελέσματος της αλληλεπίδρασης των καλλιεργητικών τεχνικών με το οικολογικό και κοινωνικό περιβάλλον.
10. Τα φυτά που καλλιεργούνται βιολογικά, περιέχουν λιγότερο νερό και περισσότερα θρεπτικά στοιχεία και βιταμίνες.
11. Οι φυσικές μέθοδοι της βιολογικής καλλιέργειας δεν ρυπαίνουν τους υδάτινους πόρους (υπόγεια ύδατα, λίμνες, ποταμοί, θάλασσες) και δεν εξοντώνουν ωφέλιμα έντομα και οργανισμούς.
12. Η διασφάλιση καλύτερων συνθηκών εργασίας για τους παραγωγούς.

Παρόλα αυτά, συναντώνται και δυσκολίες που συνιστούν μειονεκτήματα της εφαρμογής της βιολογικής γεωργίας και σχετίζονται:

1. με την οργάνωση και τη λειτουργία των βιοκαλλιεργειών και των παραγωγών (διαφορετικά κίνητρα ενασχόλησης με τη βιοκαλλιέργεια, έλλειψη γνώσης σχετικά με το αντικείμενο, οργάνωση γεωργικής εκμετάλλευσης, οργάνωση διάθεσης προϊόντων).
2. Προβλήματα των εκμεταλλεύσεων (μέγεθος κλήρου – πολυτεμαχισμός, γειτνίαση με συμβατικές καλλιέργειες).
3. Προβλήματα ένταξης στο πρόγραμμα βιολογικής γεωργίας.
4. Προβλήματα εμπορίας και διάθεσης βιολογικών προϊόντων (η πολιτική που εφαρμόζεται σε σχέση με την εμπορία και την διάθεση βιολογικών προϊόντων, η συλλογική διάθεση).
5. Ο μεγαλύτερος βαθμός δυσκολίας της βιολογικής καλλιέργειας συγκριτικά με τη συμβατική.
6. Το υψηλό κόστος παραγωγής.

Η βιολογική φυτοπροστασία αποτελεί ένα από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά της βιολογικής γεωργίας και ουσιαστικά πρόκειται για τη βιολογική καταπολέμηση των ασθενειών και των εχθρών των φυτών. Για την ολοκληρωμένη προσέγγιση της φυτοπροστασίας σε ένα αειφόρο και ειδικότερα ένα βιολογικό σύστημα αγροτικής εκμετάλλευσης απαραίτητο στάδιο είναι ο σχεδιασμός του αγροοικοσυστήματος, με βάση τις κατάλληλες οικολογικές προσεγγίσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτό, και φυσικά η κατανόηση της βιολογίας των φυτικών παρασίτων και παθογόνων μικροοργανισμών, της οικολογίας και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων στο αγροοικοσύστημα. Ουσιαστικά η φυτοπροστασία και η αντιμετώπιση των ασθενειών θα πρέπει να περιλαμβάνει μέσα και τεχνικές που λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα ευέλικτο σύστημα, προσαρμόσιμο με άλλες φυτοπροστατευτικές τεχνικές και οικονομικά αποδεκτό (Γραβάνης 2008, Αντωνόπουλος 2008).

**Τα μέσα εφαρμογής της φυτοπροστασίας αποσκοπούν στην** (Γραβάνης 2008, Αντωνόπουλος 2008 , Ντάλλη 2010, Αλατζά, 2009):

1. **ελάττωση** του πληθυσμού του παθογόνου, όχι αφανισμός,
2. **προστασία** της ανάπτυξης το φυτού – ξενιστή (της καλλιέργειας), με αλλαγή του περιβάλλοντος. Συνήθως οι ενέργειες που ακολουθούνται είναι καλλιεργητικές, όπως η αμεινισπορά, η κατεργασία του εδάφους, η αλλαγή της εποχής ή του βάθους της σποράς κ.α.,
3. **αποφυγή** της προσέλευσης ή **παρεμπόδιση** των λειτουργιών του παθογόνου. Εφαρμόζεται κατάλληλος **χειρισμός** του φυτού – ξενιστή ώστε να αναπτύξει η ανθεκτικότητα ή τροποποιούνται τα στάδια της καλλιέργειας.

**Βασικές αρχές για την αντιμετώπιση των φυτονόσων:**

1. **Αποφυγή:** Είναι η χρήση ή ο χειρισμός των περιβαλλοντικών παραγόντων κατά την άσκηση της φυτοπροστασίας με σκοπό να επωφεληθούμε από την απουσία, τη μη δυνατότητα μόλυνσης ή τη διακοπή του βιολογικού κύκλου του παθογόνου.
2. **Αποκλεισμός:** Είναι η παρεμπόδιση διασποράς ενός παθογόνου σε μία αμόλυντη περιοχή ή η παρεμπόδιση της εγκατάστασής του.

3. **Εκρίζωση:** Είναι η εξαφάνιση ενός παθογόνου από μία περιοχή στην οποία είχε εγκατασταθεί.
4. **Προστασία:** Είναι η παρεμπόδιση πρόκλησης οικονομικής ζημίας σε μία καλλιέργεια από κάποιο παθογόνο, με παράθεση ενός χημικού ή φυσικού φραγμού μεταξύ του μολύσματος και του φυτού.
5. **Θεραπεία:** Είναι η εφαρμογή φυσικών ή χημικών μέσων με σκοπό την καταστροφή του παθογόνου μέσα στο φυτό.
6. **Ανάπτυξη ανθεκτικότητας:** Είναι ο χειρισμός της μορφολογία ή φυσιολογίας ενός καλλιεργούμενου φυτού με βελτιωτικές μεθόδους επιλογής ή υβριδισμού έτσι ώστε το παθογόνο να μην μπορεί να εγκατασταθεί σ' αυτό.

#### **Τεχνικές βιολογικής αντιμετώπισης ασθενειών:**

1. **Προσαρμογή των καλλιεργητικών τεχνικών** με σκοπό την ανάπτυξη υπαρχόντων μικροβιακών ανταγωνιστών (μύκητες και βακτήρια).
2. **Εισαγωγή ανταγωνιστών** στο περιβάλλον που αναπτύσσονται τα φυτά ή επάνω στα φυτά (μύκητες, ζυμομύκητες).
3. Ο **εμβολιασμός** των φυτών με χαμηλής παθογένειας μικροοργανισμούς ή ιούς του ίδιου είδους με τους παθογόνους.
4. **Εισαγωγή οργανισμών που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών** (βακτήρια, κάποια είδη μυκήτων)
5. **Εφαρμογή φυτικών εκχυλισμάτων και αιθέριων ελαίων .**
6. **Μέτρα υγιεινής – καραντίνα**
7. **Καλλιεργητικά μέσα** (αερισμός, αλλαγή χρόνου σποράς, κατεργασία του εδάφους, αμειψισπορά, αγρανάπαυση).
8. **Φυσικά μέσα** (αποστείρωση – παστερίωση εδάφους, ηλιοαπολύμανση, θερμοθεραπεία).
9. **Μηχανικά μέσα** (παγίδευση εντόμων, είδη παγίδων: φερομονικές, χρωματικές, τροφικές, μηχανικές, νερού, κολλητικές, αναρροφητικές, καταφύγια, φωτεινές, Μηχανικά φράγματα, Μηχανική απομάκρυνση, χρήση χαμηλών και υψηλών θερμοκρασιών, διακοπή της νύχτας, συλλογή εντόμων, απολύμανση του εδάφους με φυσική θερμότητα).
10. **Καλλιέργεια και ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών.**

### Στάδια φυτοπροστασίας:

1. Ο σχεδιασμός της καλλιέργειας με στόχο τη βελτίωση του αγροοικοσυστήματος. Οι δράσεις που πραγματοποιούνται κάτω από αυτό το πρίσμα στοχεύουν στην ανάπλαση και βελτίωση των φυσικών ισορροπιών, όχι στην εξαφάνιση βιολογικών ειδών, ακόμα και αν πρόκειται για φυτοπαράσιτα.
2. Ο έλεγχος των βιοκοινωνιών στο αγροοικοςύστημα, ώστε να αξιολογηθούν οι πληθυσμοί τόσο των επιβλαβών όσο και των ωφέλιμων οργανισμών. Έτσι, ο πληθυσμός του επιβλαβούς οργανισμού διατηρείται κάτω από το όριο της οικονομικής ζημιάς.
3. Ο σχεδιασμός των φυτοπροστατευτικών μέτρων που θα εφαρμοστούν. Καταγράφονται όλες οι πιθανές επιλογές φυτοπροστασίας, πριν τη λήψη οποιουδήποτε μέτρου και με ολοκληρωμένο τρόπο επιλέγονται οι κατάλληλες τεχνικές αντιμετώπισης ώστε η εφαρμογή της μιας να μην εμποδίζει την αποτελεσματικότητα της άλλης τεχνικής.

Πίνακας 2.1: Παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται στη φυτοπροστασία.

| Παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται στη φυτοπροστασία:                                                                                                                                    |                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Λειτουργία                                                                                                                                                                                | Είδη                                                       |
| Αναζωογονούν και ενισχύουν τις αμυντικές δυνάμεις των φυτών.                                                                                                                              | τσουκνίδα, αιθέρια έλαια, φύκια                            |
| Απομακρύνουν, καταστρέφουν ή παρεμποδίζουν την ανάπτυξη επιζήμιων για την καλλιέργεια ζωικών εχθρών.                                                                                      | υδρύαλος, σκόνη πετρωμάτων, μαλακό σαπούνι, στυπτηρία      |
| Εφαρμόζονται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις σοβαρών και έντονων προσβολών και εφόσον δεν αποδίδουν τα μέσα των προηγούμενων κατηγοριών. Καταστρέφουν ή επεμβαίνουν στη φυσική κατάσταση. | νικοτίνη, πύρεθρο, θειικός χαλκός, βάκιλος της Θουριγγίας. |

## 2.1 Ασθένειες των φυτών – Αντιμετώπιση Φυτονόσων.

Ασθένεια στα φυτά ή φυτονόσος ονομάζεται οποιαδήποτε ανωμαλία στη μορφή και φυσιολογία του φυτού αρκετής έντασης και διάρκειας, ώστε να θίγει παροδικά ή μόνιμα την κανονική ανάπτυξη του φυτού ή την ποιότητα των προϊόντων του (Αντωνόπουλος, 2008). Τα παθογόνα αίτια μπορεί να είναι ένα σύνολο αβιοτικών και βιοτικών και ζώντων παραγόντων, κλιματολογικοί παράγοντες ή παρασιτικοί οργανισμοί. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί έχουν διαφορετική ικανότητα να προκαλούν μια ασθένεια, η οποία εκδηλώνεται με μια συγκεκριμένη αλληλουχία γεγονότων. Από την άλλη, τα φυτά ανάλογα με τη φυσιολογική του κατάσταση εκδηλώνουν διαφορετικούς βαθμούς ευαισθησίας, δηλαδή εκδήλωσης σοβαρών συμπτωμάτων, ευπάθειας, αδυναμία να αντισταθεί στην προσβολή ή ανθεκτικότητας, αντίθετα.

Οι φυτονόσοι εκδηλώνονται με διάφορα χαρακτηριστικά, κυρίως μορφολογικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- τα **συμπτώματα**, δηλαδή κάθε μορφολογική και φυσιολογική ανωμαλία του φυτού που πέφτει στην αντίληψή μας με οποιοδήποτε τρόπο και εμφανίζεται σαν εκδήλωση της ασθένειας.
- τα **σύνδρομα**, πρόκειται για σύνολα συμπτωμάτων που παρουσιάζεται αυτούσιο (συγκεκριμένα συμπτώματα με συγκεκριμένη σειρά εμφανίσεως) σε πολλές ασθένειες και έτσι δεν είναι δυνατόν να χαρακτηρίσουν μία ειδική ασθένεια. Με άλλα λόγια το σύνδρομο δίδει την συμπτωματολογική εικόνα μιας νοσηρής καταστάσεως, περιγράφοντας τα συμπτώματα με την σειρά που εμφανίζονται και τα οποία εκδηλώνουν μία ασθένεια και
- τα **σημεία**. Τα σημεία είναι σώματα ξένα προς το φυτό, τα οποία εμφανίζονται στην επιφάνεια ή στο εσωτερικό του, αποτελούν τμήματα του παθογόνου και χαρακτηρίζουν ορισμένες ασθένειες. Εάν ένα φυτό ασθενήσει, η ασθένειά του γίνεται αντιληπτή με την εμφάνιση των διαφόρων συμπτωμάτων. Η τυχόν, επιπρόσθετα, εμφάνιση και σημείων βοηθάει σημαντικά στην διάγνωση της ασθένειας, διότι καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός του παθογόνου. Ευνόητο είναι ότι εμφάνιση σημείων συμβαίνει στις ασθένειες που οφείλονται σε παρασιτικά αίτια και ιούς.

Στον Πίνακα 2.2 κατατάσσονται οι ασθένειες των φυτών ανάλογα με τη μεταδοτικότητά τους και το αίτιο που τις προκαλούν.

Πίνακας 2.2 *Διάκριση ασθενειών των φυτών.*

| <b>Κατάταξη ασθενειών ανάλογα με τη μεταδοτικότητα</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Είδος:</b>                                          | <b>Μεταδοτικές:</b><br>το παθογόνο αίτιο μεταδίδεται από φυτό σε φυτό.                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Μη μεταδοτικές:</b><br>το παθογόνο αίτιο δεν μεταδίδεται από φυτό σε φυτό.                        |
| <b>Οφείλονται σε:</b>                                  | (1) <b>παράσιτα</b> και<br>(2) <b>ιούς</b> .                                                                                                                                                                                                                                                                             | (1) <b>δυσμενείς</b><br><b>οικολογικούς</b> και<br>(2) <b>μετεωρολογικούς</b><br>παράγοντες.         |
| <b>Διακρίνονται σε:</b>                                | (1) <b>Επιδημικές.</b> εκδηλώνεται περιοδικά, κατά τρόπο συγκεντρωτικό, σε μεγάλη έκταση καλλιεργειών και με έντονη μορφή.<br>(2) <b>Ενδημικές.</b> Εκδηλώνονται σταθερά κάθε χρόνο σε μία περιοχή, με διαφορετική ένταση κάθε φορά.<br>(3) <b>Σποραδικές.</b> Εκδηλώνονται κατά τρόπο διάσπαρτο στα φυτά μίας περιοχής. |                                                                                                      |
| <b>Κατάταξη ασθενειών ανάλογα με το αίτιο</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                      |
| <b>Είδος:</b>                                          | <b>Μη παρασιτικές ασθένειες.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Παρασιτικές ασθένειες.</b>                                                                        |
| <b>Οφείλονται σε:</b>                                  | (1) <b>Εδαφικές συνθήκες.</b><br>(έλλειψη ή περίσσεια θρεπτικών στοιχείων, δομή του εδάφους, εδαφική υγρασία, αντίδραση του εδάφους, κλπ.).                                                                                                                                                                              | (1) <b>Φυτικούς παρασιτικούς παράγοντες.</b><br>Βακτήρια, Μύκητες, Σπερματοφύτα.<br>(2) <b>Ιούς.</b> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                    |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|  | <p>(2) <b>Μετεωρολογικούς παράγοντες.</b><br/>(υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία, έλλειψη οξυγόνου, δυσμενής φωτισμός, χαλάζι, άνεμος, κλπ.).</p> <p>(3) <b>Επιβλαβείς ουσίες</b> στην ατμόσφαιρα.</p> <p>(4) <b>Τοξικότητα γεωργικών φαρμάκων.</b></p> | <p>Οι ιοί είναι νουκλεοπρωτεΐνες που έχουν παθογόνο ικανότητα.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|

Οι σπουδαιότερες ομάδες παρασιτικών ασθενειών αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω (Αντωνόπουλος, 2008):

**Βακτηριώσεις.** Οφείλονται σε **βακτήρια**. Τα βακτήρια είναι προκαρυωτικοί ζωντανοί οργανισμοί. Μπορεί να έχουν σχήμα σφαιρικό (κόκκοι), επιμήκης (βάκιλοι), κυρτά (δονάκια) ή σπειροειδή (σπειρύλλια).

Τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση, για αυτό και ονομάζονται και σχιζομύκητες. Κατά την διχοτόμηση, το μητρικό βακτηριακό κύτταρο διαιρείται σε δύο θυγατρικά, απόλυτα όμοια μεταξύ τους, όπως και με το μητρικό. Το καθένα θυγατρικό κύτταρο διαιρείται κατά τον ίδιο τρόπο, κ.ο.κ. Κάθε διαίρεση και με ευνοϊκές συνθήκες, διαρκεί 15-30 λεπτά. Ωστόσο, διάφορα αίτια όπως η έλλειψη τροφής, ο σχηματισμός τοξικών ουσιών στο υπόστρωμα, η ακατάλληλη θερμοκρασία, κ.α. Όσο γρήγορη είναι η αναπαραγωγή των βακτηρίων, τόσο ταχύτερη είναι και η καταστροφή τους. Τα βακτήρια σε έντονες εξωτερικές συνθήκες (πολύ χαμηλή θερμοκρασία) μετατρέπονται σε ενδοσπόρια, τα οποία είναι ανθεκτικές μορφές ζωής με χοντρά τοιχώματα.

**Μυκώσεις.** Οι μυκώσεις οφείλονται σε μύκητες. Οι μύκητες είναι ετερότροφοι οργανισμοί. Το σώμα τους είναι θαλλός αμοιβαδοειδής ή νηματοειδής, με γνήσιους πυρήνες και κυτταρικό τοίχωμα, τυπικά συνιστάμενο από χιτίνη. Πολλαπλασιάζονται αγενώς και εγγενώς με σπόρια. Διαβιούν σε ποικιλία υποστρωμάτων και περιβαλλοντικών συνθηκών. Η έλλειψη φωτοσυνθετικών χρωστικών χαρακτηρίζει

τους μύκητες σαν ετερότροφους οργανισμούς. Ζουν παρασιτικά ή σαπροφυτικά ή συμβιούν με άλλα φυτά (με φύκη, οπότε συνιστούν τους λειχήνες ή με ρίζες ανωτέρων φυτών, οπότε συνιστούν μυκόρριζες). Τα περισσότερα είδη μυκήτων είναι σαπρόφυτα, ενώ πολλά είδη είναι παράσιτα του ανθρώπου, των ζώων και κυρίως των φυτών. Οι μύκητες προσβάλλουν είτε στο υπέργειο μέρος των φυτών είτε τις ρίζες και οι ασθένειες που προκαλούν εκδηλώνονται με τα συμπτώματα.

Σαν σαπρόφυτα, είναι υπεύθυνοι (μαζί με τα βακτήρια και τα ζώα) για την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών, συμβάλλοντας έτσι στην χουμοποίηση και την διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών.

Οι μύκητες αποτελούν τους σπουδαιότερους παθογόνους μικροοργανισμούς τόσο ως προς τον αριθμό των ειδών τους όσο και ως προς τη σημασία τους στη Φυτοπαθολογία, ώστε η έννοια της φυτονόσου να είναι σχεδόν αποκλειστικά αποδιδόμενη σε αυτούς.

**Σπερματόφυτα παράσιτα.** Αποτελούν τη μεγάλη πλειονότητα των ανωτέρων φυτών και είναι αυτότροφα, λόγω της ικανότητάς τους να φωτοσυνθέτουν. Κάποια από αυτά, στερούνται χλωροφύλλης και έτσι είναι αναγκασμένα να ζουν παρασιτικά. Αυτά τα ανώτερα φυτά που δεν έχουν χλωροφύλλη (και επομένως δεν είναι πράσινα) και ζουν ολοκληρωτικά σε βάρος άλλων πρασίνων φυτών, ονομάζονται **ολοπαράσιτα**. Τέτοια είναι η οροβάγχη και η κουσκούτα. Κάποια ανώτερα φυτά, που αν και έχουν χλωροφύλλη και φωτοσυνθέτουν κανονικά, προσλαμβάνουν από άλλο ανώτερο φυτό, ανόργανες ουσίες και νερό. Αυτά τα φυτά, ονομάζονται **ημιπαράσιτα** (όπως το γκι).

**Ιώσεις.** Είναι ασθένειες που οφείλονται σε ιούς. Οι ιοί είναι υπερμικροσκοπικές οντότητες που δεν έχουν δικό τους μεταβολισμό. Έτσι, για τον πολλαπλασιασμό τους χρησιμοποιούν άλλους οργανισμούς – ξενιστές και συμπεριφέρονται σαν υποχρεωτικά παράσιτα. Οι ιώσεις των φυτών είναι ασθένειες που δεν καταπολεμούνται αλλά προλαμβάνονται. Μεταδίδονται με διάφορους τρόπους, ο σπουδαιότερος των οποίων είναι με έντομα και κυρίως με αφίδες. Η αντιμετώπιση των ιώσεων γίνεται κυρίως με προληπτικά μέτρα, παρά με θεραπευτική αγωγή, δεδομένου ότι οι χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται θεραπευτικά, απλώς μειώνουν την ιική προσβολή, δεν εξολοθρεύουν τον ιό και συχνά ζημιώνουν το φυτό περισσότερο από την ίωση.



Οι κυριότερες μέθοδοι αντιμετώπισης των ιώσεων είναι:

- (1) Με περιορισμό των πηγών μόλυνσης (π.χ. καταστροφή των ζιζανίων που είναι ασθενή ή ξενίζουν έντομα-φορείς).
- (2) Με αποφυγή των φορέων.
- (3) Με καταστροφή των φορέων.
- (4) Με χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών.
- (5) Με ειδικές μεθόδους πολλαπλασιασμού.

## **2.2 Η βιολογική αντιμετώπιση εντόμων και ακάρεων.**

Η αλόγιστη χρήση χημικών ουσιών (εντομοκτόνων) για την καταπολέμηση των επιβλαβών στα φυτά αρthropόδων (κυρίως εντόμων και ακάρεων) κατά την τελευταία πεντηκονταετία, αύξησε την ανησυχία των ανθρώπων για τις επιπτώσεις των χημικών στην υγεία καθώς και στο περιβάλλον. Έτσι, δημιουργήθηκε η ιδέα χρήσης εναλλακτικών μέσων για την αντιμετώπιση των εντόμων. Οι μέθοδοι αυτές είναι σαφώς πλέον φιλικές προς το περιβάλλον. Η πλέον όμως φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος για την αντιμετώπιση των εντόμων είναι η βιολογική μέθοδος (Αντωνόπουλος 2008, Κωτσοβίνου 2012).

Βιολογική αντιμετώπιση εντόμων και ακάρεων (αλλά και άλλων ζωικών εχθρών) είναι η χρήση των φυσικών εχθρών τους με σκοπό τη μείωση του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων ή ακάρεος (ή άλλου ζωικού εχθρού). Η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων μπορεί κάλλιστα να εφαρμοσθεί σε συστήματα συμβατικής γεωργίας (δηλαδή με περιορισμένη χρήση χημικών εντομοκτόνων) περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον. Σ' αυτή την περίπτωση αναφερόμαστε στην Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση των εντόμων. Φυσικά, η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων είναι η κατά βάση αποδεκτή στα πλαίσια εφαρμογής της Βιολογικής ή Οργανικής γεωργίας. Η χρήση φυσικών εχθρών των φυτοφάγων εντόμων για τη μείωση των πληθυσμών τους με στόχο την ελαχιστοποίηση του φυτοπαρασιτικού τους ρόλου, δεν είναι νέα. Είναι γνωστό ότι στην αρχαία Κίνα μετέφεραν φωλιές μυρμηγκιών στα περιβόλια εσπεριδοειδών, αφού ήταν γνωστή η υπερπαρασιτική δράση των μυρμηγκιών (*Oecophylla smaragdina*) ως αρπακτικών των επιβλαβών εντόμων στα εσπεριδοειδή. Μάλιστα τοποθετούσαν καλάμια μπαμπού από το ένα δένδρο στο άλλο ώστε να επιτρέπουν την μετακίνηση των αρπακτικών

μυρμηγκιών. Η αρχική αυτή ιδέα εφαρμόζεται σήμερα με σύγχρονες τεχνικές ανάπτυξης και διασποράς των φυσικών εχθρών των φυτοφάγων εντόμων και αποτελεί την μοντέρνα προσέγγιση εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης των εντόμων. Η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των φυτοφάγων εντόμων διαφέρει από τη λεγόμενη *Φυσική αντιμετώπιση*, δηλαδή το αποτέλεσμα που επέρχεται στον πληθυσμό επιβλαβών ζωικών ειδών από πληθυσμούς ωφελίμων ειδών οργανισμών που βρίσκονται στο ίδιο φυσικό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι στη Βιολογική έναντι της Φυσικής αντιμετώπισης υπεισέρχεται η ενεργός παρέμβαση του ανθρώπου.

Η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων βασίζεται στην εξειδίκευση των βιολογικών παραγόντων έναντι των οργανισμών καθώς και στη σταθερότητα της βιοποικιλότητας. Στο γεγονός δηλαδή ότι ένας ζωντανός οργανισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ενός άλλου οργανισμού (Αντωνόπουλος, 2008).

Η βιολογική αντιμετώπιση των εντόμων πλεονεκτεί έναντι των συμβατικών ως προς τα εξής σημεία:

1. Δεν επηρεάζει αρνητικά την υγεία των ανθρώπων και των ζώων.
2. Μπορεί να εφαρμοσθεί και στα συστήματα συμβατικής γεωργίας και στη βιολογική γεωργία.
3. Δεν ζημιώνει το περιβάλλον.
4. Έχει εξειδικευμένη δράση χωρίς να επηρεάζει άλλα ζωικά είδη.
5. Περιορίζει τους πληθυσμούς των φυτοπαρασίτων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ό,τι η χρήση χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Ωστόσο, η μέθοδος αυτή απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό και εντατική διαχείριση και επομένως εξειδικευμένο προσωπικό για την εφαρμογή της. Μπορεί να εφαρμοσθεί σε μεγάλη αγροτική έκταση από όλους τους παραγωγούς ενώ είναι δύσκολη έως αδύνατη η εφαρμογή της σε μικρούς μεμονωμένους αγρούς. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της δεν είναι άμεσα (όπως με τη χρήση εντομοκτόνων).

Οι ωφέλιμοι οργανισμοί που αποτελούν το μέσο εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης, διακρίνονται σε:

1. Αρπακτικά
2. Παρασιτοειδή ή Παράσιτα
3. Παθογόνα.

Τα παθογόνα είναι μικροοργανισμοί και ιοί που προκαλούν ασθένειες στους ξενιστές τους. Πολλά είδη βακτηρίων, μυκήτων, πρωτόζωων, νηματωδών και ιών δρουν ως παθογόνα φυτοφάγων εντόμων. Τα παθογόνα δρουν επί των ξενιστών και προκαλούν χρόνιες ή οξείες ασθένειες που είναι μεταδοτικές από ξενιστή σε ξενιστή. Προκαλούν έτσι είτε τον θάνατο είτε δυσλειτουργίες στα φυτά – ξενιστές, τα οποία αδυνατούν έτσι να αναπτυχθούν και να ωριμάσουν.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των παθογόνων είναι:

1. Επιφέρουν τον θάνατο, μειώνουν την αναπαραγωγή, ελαττώνουν τον ρυθμό ανάπτυξης ή μικραίνουν τον χρόνο ζωής των φυτοφάγων.
2. Συνήθως είναι εξειδικευμένα σε ένα είδος ξενιστή ή σε συγκεκριμένο στάδιο του βιολογικού του κύκλου.
3. Η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος ή την πυκνότητα πληθυσμού του φυτοφάγου εντόμου.
4. Ο βαθμός ελέγχου των φυτοφάγων εντόμων από υπάρχοντα στη φύση παθογόνα είναι απρόβλεπτος.
5. Έχουν σχετικά αργή δράση στο να παρέχουν επαρκή έλεγχο των φυτοπαθογόνων, που κυμαίνεται από μερικές ημέρες ή περισσότερο.
6. Μπορεί να προκαλέσουν επιζωοτίες.

Τα παθογόνα των εντόμων και ακάρεων ανήκουν σε διάφορες ομάδες μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, νηματώδεις) και στους ιούς. Η χρήση των μικροοργανισμών και ιών για την καταπολέμηση φυτοφάγων εντόμων και ακάρεων συνιστά τη λεγόμενη μικροβιακή καταπολέμηση, που βασίζεται στην εφαρμογή σκευασμάτων εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών (πρωτοζώων, βακτηρίων, μυκήτων, κ.ά.) και ιών. Αυτά τα σκευάσματα ονομάζονται μικροβιακά εντομοκτόνα (Αντωνόπουλος, 2008).

Μία άλλη προοπτική στην βιολογική αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων, είναι η χρήση ουσιών που παράγονται από ανώτερα φυτά (εκχυλίσματα ή αιθέρια έλαια), οι οποίες επιδεικνύουν βιολογικές ιδιότητες. Χημικές ουσίες με βιολογικές ιδιότητες παράγονται σε διάφορους ιστούς και όργανα, πολλών φυτών. Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια διερεύνησης της επίδρασης των αιθέριων ελαίων στη φυτοπροστασία.

### 3. Αλληλοπάθεια

#### 3.1 Αλληλοπάθεια και ανταγωνισμός

Η αλληλοπάθεια ορίζεται ως οποιαδήποτε άμεση ή έμμεση θετική ή αρνητική επίδραση ενός φυτού (ή ακόμα και μικροοργανισμού) σε ένα άλλο, μέσω της απελευθέρωσης χημικών (αλληλοχημικά) στο περιβάλλον (Κολογιώργη 2008, Γουρνάκη 2012, Αλατζά, 2009).

Μεταξύ των φυτών λαμβάνουν χώρα διαφόρων μορφών αλληλεπιδράσεις, άμεσες ή έμμεσες, οι οποίες είτε έχουν διεγερτική δράση είτε παρεμποδιστική. Για το διαχωρισμό των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φυτών χρησιμοποιούνται οι όροι ανταγωνισμός και αλληλοπάθεια.

**Ανταγωνισμός**, σύμφωνα με τον Zimdahl (Γουρνάκη, 2012), είναι «η έμμεση μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ γειτονικών φυτών (ιδίου ή διαφορετικού είδους) που συμβαίνει όταν η άμεση διαθεσιμότητα ενός πόρου (θρεπτικά στοιχεία, νερό, φως) στο περιβάλλον δεν καλύπτει τη συνδυασμένη απαίτηση των γειτονικών φυτών». (Γουρνάκη, 2012)

**Αλληλοπάθεια**, σύμφωνα με τον Rice (Γουρνάκη, 2012), ορίζεται «η άμεση μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ φυτών (ιδίου ή διαφορετικού είδους) που λαμβάνει χώρα όταν το ένα φυτό απελευθερώνει χημικές ουσίες (αλληλοπαθητικές ουσίες) στο περιβάλλον, με τη βοήθεια των οποίων διεγείρεται ή αναστέλλεται η αύξηση των άλλων φυτών».

Η μελέτη του φαινομένου του ανταγωνισμού είναι πολύ δύσκολη επειδή λαμβάνει χώρα ταυτοχρόνως με την αλληλοπάθεια και δεν μπορεί να διαχωριστεί (απομονωθεί) από αυτή. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος που αρκετοί ερευνητές στη μελέτη της μιας εκ των δύο προαναφερθεισών μορφών αλληλεπίδρασης δεν χρησιμοποιούν τον όρο ανταγωνισμός ή αλληλοπάθεια αλλά τον όρο «παρέμβαση – παρεμπόδιση - παρεμβολή (interference)», επειδή ο όρος αυτός περιλαμβάνει και τις δύο δύσκολα διαχωριζόμενες μορφές αλληλεπίδρασης.

Τα αλληλοχημικά είναι ουσίες που παίζουν ρόλο στο χημικό ανταγωνισμό μεταξύ των φυτών και περιλαμβάνουν φυσικά ζιζανιοκτόνα, φυτοαλεξίνες και παρεμποδιστές της βλάστησης των σπόρων. Παρότι πολλά αλληλοχημικά είναι

αποκλειστικά προστατευτικές ουσίες των φυτών, κάποια είναι επιθετικές ουσίες που δρουν άμεσα στην καταπίεση των ζιζανίων, τον ανταγωνισμό και τη ρύθμιση της φυτικής πυκνότητας.

Η απελευθέρωση των αλληλοχημικών στο περιβάλλον γίνεται, με έκπλυση από τα ζωντανά τμήματα του φυτού, με έκκριση από τις ρίζες, με εξάτμιση (σε περίπτωση πτητικών ουσιών) ή με αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων. Μπορεί να είναι προϊόντα μικροβιακής δραστηριότητας ή να απελευθερώνονται από την εφαρμογή καλλιεργητικών τεχνικών όπως είναι το όργωμα ή η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος.

Η σημασία της αλληλοπάθειας στη φύση και στα αγροοικοσυστήματα έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών και τους έχει οδηγήσει στη χρήση της αλληλοπάθειας για το βιολογικό έλεγχο των ζιζανίων. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το φαινόμενο της αλληλοπάθειας στην καταπολέμηση των ζιζανίων πρέπει να γίνει εκτίμηση του αλληλοπαθητικού δυναμικού των καλλιεργούμενων και αυτοφυών ειδών. Στη σύγχρονη εποχή η αλληλοπάθεια εμπλέκεται στην αειφορική, βιολογική ή οργανική γεωργία, όπου υπάρχουν ελάχιστες εισροές και επιδιώκεται η διατήρηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αλληλοπάθεια χρησιμοποιείται σε καλλιεργητικές τεχνικές όπως η αμειψισπορά και η διαχείριση φυτικών υπολειμμάτων για την καταπολέμηση των ζιζανίων (Κωτσοβίνου, 2012).

### **3.2 Χημεία, βιοσύνθεση, και μηχανισμός δράσης των αλληλοπαθητικών ουσιών**

Οι περισσότερες από τις αλληλοπαθητικές ουσίες είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού που βιοσυντίθενται σε διάφορα όργανα του φυτού (φύλλα, ρίζες, βλαστοί, άνθη και καρποί ή σπόροι).

Η ποσότητα των παραγόμενων αλληλοπαθητικών ουσιών εντός των φυτών επηρεάζεται σημαντικά από τους εδαφοκλιματολογικούς παράγοντες όπως:

1. την έντονη ηλιακή ακτινοβολία,
2. την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος,
3. την έλλειψη εδαφικής υγρασίας,
4. την ακραία υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία,
5. την εφαρμογή φυτορρυθμιστικών ουσιών,
6. την προσβολή από παθογόνους μικροοργανισμούς και έντομα.

Μάλιστα τα φυτά παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αυτών των ουσιών όταν αναπτύσσονται σε αντίξοες συνθήκες (συνθήκες καταπόνησης)

### **3.2.1 Χημική σύσταση των αλληλοχημικών**

Οι αλληλοχημικές ουσίες, που προέρχονται από διάφορα φυτά και έχουν ζιζανιοκτόνο δράση, αντιπροσωπεύουν πολυάριθμες ομάδες χημικών ενώσεων που έχουν απομονωθεί σε περισσότερες από τριάντα οικογένειες φυτικών ειδών. Πολλά φυτικά είδη εκκρίνουν τοξικές ουσίες μέσω των ριζών τους. Αυτές οι ουσίες υπάρχουν σε μη τοξικές μορφές, ενώ η τοξική τους φύση ενεργοποιείται συνήθως μετά από κάποιο stress ή μετά από την αποσύνθεση κάποιων φυτικών ιστών. Η αποτελεσματικότητα στη χρήση των αλληλοχημικών κρίνεται από παράγοντες που αφορούν στην επιλεκτικότητα που εμφανίζουν καθώς και στη δράση τοξικών φυτικών υπολειμμάτων (Γουρνάκη, 2012).

Οι περισσότερες αλληλοπαθητικές ουσίες ανήκουν από χημικής πλευράς στις φαινολικές ουσίες, στα τερπένια και στις αζωτούχες ενώσεις. Οι φαινολικές ουσίες περιλαμβάνουν απλές φαινόλες, παράγωγα υδροξυβενζοϊκού, ακετοφαινόνης, παράγωγα οξικού φαινυλίου, παράγωγα υδροξυκινναμικού φαινυλοπροπανίου, κουμαρίνες, ναφθακινόνες, ξανθόνες, ανθρακινόνες, στιλβένια, λιγνάνες, φλαβονοειδή, διφλαβονοειδή, μελανίνες της κατεχόλης, υδρολύμενες ταννίνες, λιγνίνες και συμπυκνωμένες ταννίνες. Οι χαρακτηριστικότεροι εκπρόσωποι της ομάδας των τερπενίων (αποτελούν τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων) είναι το ισοπρένιο, τα μονοτερπένια (μενθόλη, καμφορά κ.ά.), σεσκιτερπένια (πλαστοκινόνη, αμπισικό κ.ά.), διτερπένια (φυτόλη, γιββερελικό κ.ά.), τριτερπένια (στεροειδή, σαπωνίνες), τετρατερπένια (φυτοένιο, καροτενοειδή) και τα πολυτερπένια (κόμμεα, γουταρπένια). Η ομάδα των αζωτούχων ενώσεων περιλαμβάνει τα αλκαλοειδή, τις μεταλαίνες, τα μη πρωτεϊνικά αμινοξέα, τις αμίνες, τα κυανογόνα γλυκοζίδια, τα θειογλυκοζίδια και τις πρωτεΐνες.

Οι περισσότερες αλληλοχημικές ουσίες ανήκουν σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες:

1. Αλκαλοειδή
2. Υδατοδιαλυτά οργανικά οξέα και αλειφατικές ενώσεις.
3. Βενζοξασινόνες.

4. Κινναμικό οξύ και παράγωγα του.
5. Κουμαρίνες.
6. Κυανιούχες ενώσεις, δηλαδή γλυκοζίτες ή λιπίδια που ελευθερώνουν HCN.
7. Πολυακετυλένια.
8. Κινόνες.
9. Λακτόνες.
10. Τερπενοειδή – Στεροειδή.
11. Φλαβονοειδή.

Οι ουσίες που ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες, μπορεί να απαντώνται σε βλαστούς, φύλλα, ταξιανθίες, σπόρους ή ρίζες των διαφόρων φυτικών ειδών, καθώς και στα φυτικά υπολείμματα.

### **3.2.2 Μηχανισμός δράσης των αλληλοπαθητικών ουσιών**

Η μέχρι τώρα μελέτη των αλληλοπαθητικών ουσιών έχει δείξει ότι αναστέλλουν (Γουρνάκη, 2012):

1. την επιμήκυνση των κυττάρων,
2. τη φωτοσύνθεση,
3. την αναπνοή,
4. την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων,
5. το μεταβολισμό των πρωτεϊνών,
6. τη βιοσύνθεση των νουκλεϊκών οξέων (RNA πολυμεράση),
7. τη βιοσύνθεση των λιπιδίων (ακέτυλο-CoA τρανσκυκλάση),
8. το άνοιγμα των στοματίων,
9. τη δράση των ορμονών,
10. τη λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών,
11. τη φελλοποίηση και απόφραξη των αγγείων,
12. τη βιοσύνθεση αμινοξέων (συνθετάση της γλουταμίνης, αμινοτρανφεράση του ασπαρτικού) και
13. τη βιοσύνθεση χρωστικών.

Για τη μελέτη του μηχανισμού δράσης των αλληλοπαθητικών ουσιών και τη βελτίωση της αλληλοπαθητικής ικανότητας ενός φυτού κρίνεται απαραίτητη η γνώση της χημείας και του τρόπου βιοσύνθεσης των γονιδίων μέσω των οποίων

κωδικοποιούνται τα ένζυμα που καταλύουν τις επιμέρους αντιδράσεις.

### **3.3 Διερεύνηση της αλληλοπάθειας**

Οι αλληλοπαθητικές ουσίες απελευθερώνονται από τα φυτά στο περιβάλλον άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση απελευθέρωση αυτών των ουσιών γίνεται μέσω εξάτμισης από τα φύλλα, της απέκκρισης από τις ρίζες ή έκπλυσης από τα φύλλα των φυτών καθώς και από τα φυτικά τους υπολείμματα (με το νερό της βροχής). Αντιθέτως, η έμμεση απελευθέρωση των αλληλοπαθητικών ουσιών από τα φυτά λαμβάνει χώρα κατά τη μικροβιακή αποδόμηση των φυτικών τους υπολειμμάτων (Γουρνάκη, 2012).

Οι λόγοι που καθιστούν τη διερεύνηση του φαινομένου της αλληλοπάθειας πολύ δύσκολη συνοψίζονται παρακάτω:

1. Η αλληλοπάθεια πραγματοποιείται ταυτόχρονα με τον ανταγωνισμό και δύσκολα μπορεί να μελετηθεί ανεξάρτητα από αυτόν.
2. Οι αλλαγές στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά ενός φυτού (δομή, υγρασία, γονιμότητα, μικροβιακή δραστηριότητα) οι οποίες προκαλούνται από την ενσωμάτωση μεγάλων ποσοτήτων φυτικών υπολειμμάτων, μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την αδυναμία της εκδήλωσης της αλληλοπάθειας.
3. Συχνά η διαδικασία που ακολουθείται για την απομόνωση των αλληλοπαθητικών ουσιών παρέχει ουσίες διαφορετικές από εκείνες που παράγονται εντός των φυτών, με αποτέλεσμα η εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων να συχνά είναι αδύνατη.
4. Λόγω των διαφορετικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη των αλληλοπαθητικών ουσιών η σύγκριση των αποτελεσμάτων της αλληλοπάθειας από τις περισσότερες δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες είναι αδύνατη.

### **3.4 Μέθοδοι διαπίστωσης της αλληλοπάθειας**

Στα αλληλοπαθητικά πειράματα που αφορούν στον προσδιορισμό των ουσιών που ευθύνονται για το αλληλοπαθητικό δυναμικό των φυτικών ειδών, κυρίως μελετάται η επίδραση των εκχυλισμάτων φυτικών τμημάτων στην βλαστική ικανότητα των



σπόρων διαφόρων ειδών-δεικτών. Εντούτοις, σε συνθήκες αγρού οι ουσίες που ελευθερώνονται από το φυτό που έχει αλληλοπαθητικές ιδιότητες, συχνά προσροφώνται στο έδαφος και μετέχουν σε χημικές αντιδράσεις ή μικροβιακές μετατροπές, πριν φτάσουν στο φυτό δέκτη. Κατά κανόνα τα αλληλοπαθητικά φυτά που αναπτύσσονται σε θερμοκήπια, παράγουν μικρότερες ποσότητες αλληλοπαθητικών ουσιών συγκριτικά με την περίπτωση καλλιέργειας τους στον αγρό. Δεν είναι πάντοτε εύκολο να γίνουν αντιληπτά, ώστε να αντιμετωπισθούν ή να αξιοποιηθούν, πολλά αλληλοπαθητικά φαινόμενα. Έτσι έχει αναπτυχθεί σήμερα μια ορισμένη μεθοδολογία ώστε να διαπιστώνεται επιστημονικά κάθε περίπτωση αλληλοπάθειας (Γουρνάκη, 2012). Στις μεθόδους που ακολουθούνται για το σκοπό αυτό περιλαμβάνονται:

1. **Πειράματα αγρού.** Με τέτοια πειράματα γίνεται δυνατό να διαπιστωθούν φαινόμενα αλληλεπίδρασης διαφόρων ειδών φυτών. Στα πειράματα αγρού πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη όλοι οι πιθανοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την εμφάνιση μιας αλληλοπάθειας. Πραγματοποιούνται επί μέρους πειράματα με τα οποία ταυτοποιείται το είδος της αλληλεπίδρασης (ανταγωνισμός, αλληλοπάθεια) και μελετάται η επίδραση των υπολειμμάτων μιας καλλιέργειας στην ανάπτυξη φυτών που σπέρνονται μετά από αυτήν.
2. **Πειράματα στο θερμοκήπιο και στο εργαστήριο.** Ακόμα και πολύ εμφανείς περιπτώσεις αλληλοπάθειας χρειάζεται επαλήθευση στο εργαστήριο. Ανάλογα με το πιθανολογούμενο αλληλοχημικό εφαρμόζονται στο εργαστήριο διάφορες μέθοδοι. Για παράδειγμα, για πτητικές ουσίες λαμβάνονται δείγματα αέρα από το άμεσο περιβάλλον του φυτού, ενώ για εξωκυτταρικές εκκρίσεις λαμβάνονται εκπλύματα φυτών από φύλλα, κλαδιά ή ρίζες. Ακόμα και το έδαφος μπορεί να παίρνεται σαν δείγμα και να χρησιμοποιείται σαν πηγή αλληλοχημικών, χωρίς ωστόσο να αποτελεί σίγουρη πηγή αλληλοχημικών.
3. **Χημική ανάλυση.** Για την απομόνωση και τον προσδιορισμό των αλληλοχημικών ουσιών, απαιτείται η χρησιμοποίηση των πλέον συγχρόνων μεθόδων και οργάνων αναλυτικής χημείας.
4. **Προσθετικά και συνεργιστικά φαινόμενα.** Ιδιαίτερη φροντίδα πρέπει να καταβάλλεται ώστε να γίνει ξεκάθαρο το αν μία μόνο ουσία είναι υπεύθυνη για την αλληλοπάθεια ή περισσότερες που δρουν προσθετικά ή συνεργιστικά.
5. **Επιστροφή στο εδαφικό σύστημα.** Για την επιβεβαίωση μιας περίπτωσης

αλληλοπάθειας πρέπει να εξασφαλιστεί η δράση της αλληλοπαθητικής ουσίας και πάλι στο εδαφικό σύστημα και στην αναλογία που έχει αρχικά απομονωθεί. Αυτό αντιμετωπίζει πολλές δυσκολίες λόγω των περιπτώσεων διασπάσεως ή εκπλύσεως των αλληλοχημικών.

### **3.5 Αξιοποίηση της αλληλοπάθειας στη γεωργία – ζιζάνια**

Η γνώση της αλληλοπάθειας και των αλληλοχημικών προσφέρει πολλές ελκυστικές δυνατότητες για την γεωργική πρακτική. Μια από αυτές τις δυνατότητες είναι και η χρήση αλληλοπαθητικών καλλιεργειών για την αντιμετώπιση των ζιζανίων καθώς και η απομόνωση, η παραγωγή και η χρήση των αλληλοχημικών ή των παραγώγων τους σαν ζιζανιοκτόνα και φυτορρυθμιστικές ουσίες. Για την αντιμετώπιση ορισμένων ζιζανίων, η προσοχή έχει στραφεί και στην διακοπή του λήθαργου των σπόρων τους. Η μαζική διακοπή του λήθαργου των σπόρων πολλών κοινών ζιζανίων δίνει τη δυνατότητα στον παραγωγό να τα καταστρέψει πριν σπαρθεί ή φυτευτεί μια καλλιέργεια.

Η πρακτική της εγκατάλειψης των φυτικών υπολειμμάτων μιας καλλιέργειας στην επιφάνεια του εδάφους συνδέεται με μια αλληλοπαθητική δραστηριότητα. Η ίδια αυτή πρακτική είναι συνδεδεμένη με την τεχνική της λεγόμενης «ελάχιστης καλλιέργειας του εδάφους» (minimum tillage) δεδομένων των πλεονεκτημάτων της τελευταίας όσον αφορά τη μείωση του κόστους, την προστασία εδάφους από την διάβρωση κ.λπ. Σύμφωνα με την τεχνική της ελάχιστης καλλιέργειας του εδάφους, οι σπόροι της καλλιέργειας σπέρνονται απευθείας μέσα στα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα λιγότερα ζιζάνια αφού τα αλληλοχημικά που απελευθερώνονται από τα υπολείμματα αυτά παρεμποδίζουν την βλάστηση των σπόρων τους.

Πρέπει όμως να τονιστεί ότι ούτε η αλληλοπάθεια ούτε η τεχνική της ελάχιστης καλλιέργειας του εδάφους μπορούν να θεωρηθούν πανάκεια στην αντιμετώπιση των ζιζανίων και κάτω από ορισμένες συνθήκες (υπερβολικές βροχοπτώσεις) μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας.

Η αλληλοπάθεια είναι από τις σημαντικότερες μορφές αλληλεπίδρασης μεταξύ ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών συγκριτικά με τον ανταγωνισμό, αφού μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση και τον τρόπο κατανομής των ζιζανίων, το μέγεθος της

ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά αλλά και τη δυνατότητα επιλογής των καλλιεργούμενων φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμειψισποράς. Επίσης, στην περίπτωση των αλληλοπαθητικών ζιζανίων με αντιμυκητολογικές ή/και αντιβακτηριακές ιδιότητες, η αλληλοπάθεια μπορεί να συμβάλει στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ορισμένων ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών.

Οι ζημιές που προκαλούνται συχνά από τα ζιζάνια των διάφορων καλλιεργειών οφείλονται τόσο στον ανταγωνισμό όσο και σε αλληλοπάθειες. Έχει διαπιστωθεί η αλληλοπαθητική δράση τουλάχιστον 70 ειδών ζιζανίων. Σε αυτά περιλαμβάνονται πολλά δυσεξόντωτα είδη και πολλά από αυτά που προκαλούν μεγάλες οικονομικές ζημιές στις διάφορες καλλιέργειες. Ένα από τα πιο μελετημένα αλληλοπαθητικά ζιζάνια είναι το τροπικό αμερικανικό είδος *Parthenium hysterophorus* το οποίο έχει καταλάβει πολλές καλλιεργούμενες εκτάσεις της Ινδίας. Από αυτό έχουν απομονωθεί πολλά αλληλοχημικά περιλαμβανομένων των καφεϊκού, βανιλικού, φερουλικού, χλωρογενικού και ανισικού οξέος καθώς και της σεσκιτερπενικής λακτόνης parthenia. Αλληλοπαθητικές ιδιότητες έχουν τόσο το υπέργειο όσο και το υπόγειο μέρος του ζιζανίου. Αποξηραμένα φύλλα *Parthenium* όταν ενσωματωθούν στο έδαφος μειώνουν τις αποδόσεις τόσο της τομάτας όσο και των φασολιών ενώ παρεμποδίζεται και σχηματισμός φυματίων των συμβιωτικών αζωτοβακτηρίων στις ρίζες των ψυχανθών. Πολλά αλληλοπαθητικά ζιζάνια έχει βρεθεί ότι τροποποιούν την ανόργανη θρέψη των φυτών και αυτή η δράση σε μια καλλιέργεια μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλότερες αποδόσεις (Γουρνάκη, 2012).

### **3.5.1 Ζιζάνια με αλληλοπάθεια εναντίον άλλων ζιζανίων**

Η αλληλοπαθητική δράση ορισμένων ζιζανίων εναντίον άλλων ζιζανίων μπορεί να έχει αρνητικές αλλά και θετικές προεκτάσεις στη γεωργία. Για παράδειγμα, η εξάπλωση σε ένα βοσκότοπο ενός αλληλοπαθητικού είδους μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα βόσκησης ή να καταστήσει το βοσκότοπο απαγορευτικό για βόσκηση, αντιστοίχως. Βέβαια, η επέκταση ενός είδους με αλληλοπαθητική επίδραση εναντίον ανταγωνιστικότερων ζιζανίων και όχι εναντίον ενός καλλιεργούμενου φυτού είναι επιθυμητή στο γεωργό επειδή περιορίζει τη ζημιά του καλλιεργούμενου φυτού από τον ανταγωνισμό των ανταγωνιστικότερων ζιζανίων.

Τα ζιζάνια με αλληλοπαθητική δράση εναντίον άλλων ζιζανίων είναι περισσότερα από εξήντα και μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και ορισμένα είδη που είναι κοινά

στη χώρα μας. Η αλληλοπάθεια των ζιζανίων μπορεί να προκαλέσει αλλαγή της σύνθεσης των ειδών σε μία περιοχή. Βέβαια, η ιδιότητα αυτή μπορεί να επηρεάσει και τον τρόπο κατανομής και εμφάνισης των ζιζανίων στον αγρό. Αυτό πράγματι συμβαίνει με τα περισσότερα πολυετή ζιζάνια, τα οποία εμφανίζονται στον αγρό κατά κηλίδες λόγω κυρίως της ήδη επιβεβαιωθείσας αλληλοπαθητικής τους δράσης (αναστέλλει την ανάπτυξη άλλων ζιζανίων) και δευτερευόντως λόγω της περιορισμένης ικανότητας διασποράς τους μέσω των οργάνων αγενούς αναπαραγωγής τους (Γουρνάκη, 2012).

### **3.5.2 Ζιζάνια με αλληλοπαθητική δράση εναντίον καλλιεργούμενων φυτών**

Η αλληλοπαθητική δράση των ζιζανίων εναντίον ορισμένων καλλιεργούμενων φυτών έχει μεγάλη σπουδαιότητα για τη γεωργία αφού περιορίζει τη δυνατότητα επιλογής των καλλιεργούμενων φυτών κατά την εφαρμογή συστημάτων αμεινισποράς. Τα διεθνή δεδομένα δείχνουν ότι υπάρχουν περισσότερα από 200 είδη ζιζανίων με αλληλοπαθητική επίδραση σε καλλιεργούμενα φυτά και μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και ορισμένα είδη που είναι κοινά στη χώρα μας (Γουρνάκη, 2012).

### **3.5.3 Αλληλοπαθητικά φαινόμενα μεταξύ καλλιεργειών**

Οι συνθήκες της αποσύνθεσης των υπολειμμάτων, η αλληλοχημική αύξηση της έντασης μιας ασθένειας, η φύση των δευτερογενών προϊόντων της μικροβιακής δραστηριότητας και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αλληλοχημικών ουσιών είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση αλληλοπάθειας μεταξύ των καλλιεργειών (Γουρνάκη, 2012).

Στις σχέσεις μεταξύ των καλλιεργειών περιλαμβάνονται και η αυτοτοξικότητα (autotoxicity, shelf inhibition) μεταξύ φυτών του ίδιου είδους και τα αποτελέσματα που μπορεί να έχει η μια καλλιέργεια πάνω στην άλλη. Αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να είναι υποκινητικά ή παρεμποδιστικά της αύξησης.

Αποτέλεσμα της αλληλοπάθειας μεταξύ των καλλιεργειών είναι κυρίως η ελάττωση της αποδοτικότητας της καλλιέργειας και η εμφάνιση διαταραχών στην απορρόφηση θρεπτικών συστατικών. Αυτές οι διαταραχές μπορεί να οφείλονται είτε σε παρεμπόδιση ή διέγερση από τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, σε συνδυασμό αυτών των δύο αιτίων είτε σε ουσίες που παράγονται από διάφορους μικροοργανισμούς.

### **Παρεμπόδιση της ανάπτυξης ζιζανίων από τις καλλιέργειες**

Η ικανότητα των καλλιεργειών να καταστέλλουν την ανάπτυξη των ζιζανίων με την έκκριση αλληλοχημικών έχει άμεση πρακτική χρησιμότητα για την κατάστροψη ενός συστήματος αντιμετώπισης των ζιζανίων και αν η ικανότητα αυτή διαπιστωθεί ότι κληρονομείται τότε θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για την ενσωμάτωση αυτού του χαρακτηριστικού στις εμπορικές ποικιλίες της καλλιέργειας.

Έτσι θα πρέπει:

1. να εντοπίζονται οι ποικιλίες και οι βιότυποι, που έχουν υψηλό αλληλοπαθητικό δυναμικό
2. να απομονώνονται τα πρωτογενή αλληλοχημικά και
3. να αναπτύσσεται ένα πρωτόκολλο πειραμάτων αγρού για την εκτίμηση της σημασίας τους.

Τα υπολείμματα των φυτών κάλυψης που αφήνονται στην επιφάνεια του εδάφους, εκτός από τα αλληλοχημικά που εκλύουν, είναι μια πηγή παραγωγής φυτοτοξικών μικροβιακών προϊόντων που παράγονται από ένα πλήθος φυσικών διεργασιών και βοηθούν στην καταστολή της βλαστικότητας των σπόρων των ζιζανίων (Γουρνάκη, 2012).

### **Αλληλοπάθεια και υποκίνηση της ανάπτυξης των φυτών**

Η αλληλοπάθεια περιλαμβάνει εκτός από την παρεμπόδιση της ανάπτυξης ενός φυτού από ένα άλλο φυτό και την περίπτωση υποκίνησης της αύξησης. Τέτοια παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν τα παρακάτω.

1. Υποκίνηση της αύξησης βακτηρίων από βακτήρια.
2. Υποκίνηση της αύξησης βακτηρίων από μύκητες.
3. Υποκίνηση της αύξησης μυκήτων από βακτήρια.
4. Υποκίνηση της αύξησης φυκών από βακτήρια.
5. Υποκίνηση της αύξησης μυκήτων από μύκητες.
6. Υποκίνηση της αύξησης και της ανάπτυξης φυτών από μικροοργανισμούς

#### **4. Τα αιθέρια έλαια στη φυτοπροστασία.**

##### **4.1 Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά – Αιθέρια έλαια.**

Από την αρχαιότητα οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά γνωρίζοντας τις θεραπευτικές τους ιδιότητες (Κωτσοβίνου 2012, Σωτηροπούλου 2008, Ibrahimet al. 2001). Θεωρούσαν ότι οι ασθένειες είναι αποτελέσματα δαιμονικών πνευμάτων και προσπαθούσαν να τις αντιμετωπίσουν με δηλητηριώδεις ουσίες ή ουσίες που προκαλούν δυσανεξία και τις οποίες αναζητούσαν σε φυτά. Οι αρχαιότερες μαρτυρίες για τη χρήση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών προέρχονται από έργα τέχνης και γραπτές μαρτυρίες των αρχαίων Ασσύριων και Σουμέριων. Στον αιγυπτιακό πολιτισμό τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία της μουμιοποίησης, ενώ στην αρχαία Ελλάδα ήταν γνωστά από το 15ο αιώνα π.Χ. Ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.) είχε καταγράψει περί τα 400 φυτά και ο Διοσκουρίδης (1ος αιώνας π.Χ.) στο έργο του «Περί ύλης ιατρικής» αναφέρει 600 είδη φαρμακευτικών φυτών. Οι Ρωμαίοι έκαναν εμπόριο με την Ινδία και την Αίγυπτο, ενώ την περίοδο του μεσαίωνα το εμπόριο αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών μειώθηκε μέχρι τα χρόνια της Αναγέννησης. Τα αρωματικά φυτά αποτέλεσαν έναν από τους λόγους των μεγάλων εξερευνήσεων τον 15<sup>ο</sup> και 16<sup>ο</sup> αιώνα και από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα άρχισε στην Αμερική η καλλιέργειά τους με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες στις βιομηχανίες αρωμάτων, καλλυντικών, τροφίμων και ποτών (Σωτηροπούλου, 2008). Η σημασία τους περιορίστηκε σημαντικά με τη βιομηχανοποίηση της παραγωγής και τη χρήση συνθετικών χημικών υλών, αντί των αιθέριων ελαίων που παράγονται από τα φυτά. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια στα πλαίσια της ορθολογικότερης εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων και της μείωσης της κατανάλωσης συνθετικών φαρμάκων η παγκόσμια βιομηχανία επιστρέφει και πάλι στη φύση. Σήμερα μεγαλύτερη παραγωγός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών παραμένει η Ασία.

Στην Ευρώπη φύονται περίπου 200 είδη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών, ενώ στην ελληνική επικράτεια αυτοφύονται περισσότερα από 112 είδη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών, από τα οποία 68 είδη αποτελούν και μελισσοκομικά φυτά (Κωτσοβίνου 2012, Γαρδέλη, 2009). Μεταξύ των ειδών των διαφόρων φυτών και

τους βιότυπους παρατηρείται μεγάλη παραλλακτικότητα κυρίως λόγω της μεγάλης προσαρμοστικότητας των ειδών. Ο όγκος της παραγωγής και οι καλλιεργούμενες εκτάσεις δεν είναι αρκετά μεγάλες – οι παραγόμενες ποσότητες καλύπτουν μόλις τις ανάγκες της αγοράς του εσωτερικού – δεδομένων των ιδανικών εδαφικών και κλιματικών συνθηκών που επικρατούν. Η αξία των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έγκειται σε παράγοντες όπως το ξηροθερμικό κλίμα, όπου αυτοφύονται αυτά τα είδη, οι φαρμακευτικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες που έχουν, η ποιότητα και η προσαρμοστικότητα σε ποικίλα περιβάλλοντα.

Η κλιματική αλλαγή, η υποβάθμιση της γης και η έλλειψη νερού έχει οδηγήσει στην αναζήτηση φυτικών ειδών που να προσαρμόζονται σε αβιοτικές καταπονήσεις. Το διεθνές Ινστιτούτο Φυτογενετικών πόρων έχει οδηγίες για την χρήση τέτοιων ειδών σε δυσμενή περιβάλλοντα. Έχοντας υπόψιν, τη παραλλακτικότητα των φυτικών ειδών από περιοχή σε περιοχή, καθώς και τις ιδιαιτερότητες του κάθε τόπου, ένα αειφορικό σχέδιο με τα φαρμακευτικά φυτά βασίζεται σε μεθόδους για καλύτερη αξιοποίηση της κάθε περιοχής και φυτικά είδη που είναι προσαρμοσμένα σε τοπικές συνθήκες. Κατά κύριο λόγο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί στη Μεσόγειο, λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν εκεί. Τα είδη που αυτοφύονται απειλούνται με εξαφάνιση λόγω της εντατικής συλλογής τους. Περαιτέρω μελέτες είναι πολύτιμες όσον αφορά την ex-situ διατήρηση και πολλαπλασιασμό τους, με τις ενδεδειγμένες αειφορικές πρακτικές (λίπανση, άρδευση, φυτοπροστασία) και την αγορά, για τα προϊόντα με υψηλή αξία. Ακόμα, η επιλογή αντιπροσωπευτικών περιοχών που χαρακτηρίζονται από πλούσια βλάστηση, υψηλή πληθυσμιακή παραλλακτικότητα, καθώς και περιοχές για εντατική καλλιέργεια και συλλογή. Σαφώς, χρειάζεται και η in-situ διατήρηση σε φυσικά οικοσυστήματα για μελλοντικούς ερευνητικούς σκοπούς. Η οικονομική κρίση και συγκεκριμένα η αναδιάρθρωση των καλλιεργειών έχει επιφέρει χαμηλή ανταγωνιστικότητα και αυξημένη ανεργία. Συνεπώς, η αναγκαιότητα για καινοτόμες καλλιέργειες αποτελεί μια διέξοδο του προβλήματος. Η συνεισφορά των φαρμακευτικών φυτών στην αγροτική οικονομία είναι μεγάλη λόγω του ότι αξιοποιείται καλύτερα η γεωργική γη και το οικονομικό δυναμικό, στα πλαίσια της αειφορίας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Όμως, απαιτείται μια συνεχή εκπαίδευση και βελτίωση των ικανοτήτων και των γνώσεων όλων όσων εμπλακούν με αυτές τις καλλιέργειες για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τα βότανα προσφέρουν οικονομικό κέρδος στους παραγωγούς οι οποίοι μπορούν να

εμπορεύονται ξηρές δρόγες, πρώτες ύλες, ακόμα τσάι, σε τοπικό κυρίως επίπεδο, αλλά και οργανωμένα έπειτα από συνεργασία με εξειδικευμένες εταιρείες πάνω σε αυτόν το τομέα (Κωτσοβίνου, 2012).

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ταξινομούνται σε περίπου πενήντα οικογένειες (Abietaceae, Apiaceae, Asteraceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Labiatae, Rutaceae, Iridaceae, Rosaceae κλπ.). Δεν υπάρχει σαφής διάκριση ανάμεσα σε πολλά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά καθώς έχουν και τις δύο ιδιότητες.

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ταξινομούνται ανάλογα με τη χρήση του προϊόντος (καταναλωτικό προϊόν ή ενδιάμεσο προϊόν) είτε με βάση τη γεωργική δραστηριότητα, σε επιμέρους κλάδους (αροτριάιες καλλιέργειες, καλλιέργεια λαχανικών, κηπευτικών, ανθέων και προϊόντων φυτωρίου, καλλιέργεια λαχανικών και κηπευτικών ανοιχτού αγρού, δενδρώδεις καλλιέργειες και καλλιέργειες φυτών για αφεψήματα και μπαχαρικά) (Κωτσοβίνου, 2012).

Οι θεραπευτικές ιδιότητες των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών οφείλονται στα αιθέρια έλαια που περιέχουν (Κωτσοβίνου, 2012), (Αλατζά, 2009), (Σωτηροπούλου, 2008), (Ibrahim, et al. 2001), (Γαρδέλη, 2009), (Kebede et al. 2008). Πρόκειται για ένα μείγμα ουσιών που λαμβάνεται από τα φυτά σε πολύ συμπυκνωμένη κατάσταση. Η ποσότητα των αιθέριων ελαίων που παράγονται από τις ταξιανθίες είναι μεγαλύτερη από εκείνη των φύλλων. Πιθανή εξήγηση είναι το γεγονός ότι τα αιθέρια έλαια που παράγονται στα φύλλα χρησιμοποιούνται για την προστασία του από τα φυτοφάγα ζώα και τα παθογόνα, ενώ εκείνη η ποσότητα που παράγεται από τα άνθη χρησιμοποιείται από το φυτό για την προστασία του και την προσέλκυση επικονιαστών. Κάθε αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται από ξεχωριστή οσμή και ιδιότητες, χαρακτηριστικά τα οποία οφείλονται στα χημικά συστατικά του.

Τα αιθέρια έλαια απαντώνται στα διάφορα μέρη των φυτών (άνθη, φύλλα, καρπό, βλαστούς, αδένες, αδενώδεις τρίχες, κορμό, ρίζες, κ.ά.) (Kebede et al. 2008), (Koul, et al. 2008). Υπάρχουν περιπτώσεις φυτών στα οποία βρίσκονται αιθέρια έλαια διαφορετικής σύστασης στο ίδιο ή άλλο μέρος τους. Σε κάθε ένα από τα αιθέρια έλαια μπορεί να εντοπιστούν μέχρι και διακόσιες (200) διαφορετικές χημικές ενώσεις. Αυτό εξηγεί και την ποικιλία των ιδιοτήτων τους, δεδομένου ότι δρουν σαν καλλυντικά, αντισηπτικά, αντιμικροβιακά, τονωτικά, στυπτικά κλπ (Yang et al. 2014), (Ntalli et al. 2011). Άλλωστε, οι πολλές τους ιδιότητες είναι αυτές που



επιτρέπουν και την ευρεία χρήση τους από πολλές βιομηχανίες (αρωμάτων, σαπουνιών, καλλυντικών, τσιγάρων, τροφίμων κ.λ.π.). Τα φυτά που μελετώνται περιέχουν αιθέρια έλαια από 0,01% μέχρι 20% της αποστάξιμης ύλης, που υπολογίζεται επί του βάρους του νωπού φυτού. Τα υλικά που παραλαμβάνονται με απόσταξη, είναι πάντοτε μίγματα διαφόρων οργανοχημικών συνδυασμών, αλκοολών, αιθέρων, εστέρων, κετονών, αλδεϋδών κλπ. Υπάρχουν στη φύση περίπου 600 αιθέρια έλαια. Με ψύξη των αποσταγμένων αιθέριων ελαίων, λαμβάνεται μερικές φορές ένα στερεό κατακρήμνισμα που λέγεται καμφορά ή στεαροπτένη. Ως κύρια συστατικά τους έχουν μονοτερπένια και σεσκιτερπένια, ενώ μπορούν επίσης να περιλαμβάνονται και άλλες ουσίες, όπως φαινυλοπροπανοειδή, θειούχες ή αζωτούχες ενώσεις, αλεικυκλικοί υδρογονάνθρακες κ.ά. (Celikel et.al. 2008, Παπαδόπουλος, 2012, Khani et al. 2012, Farhang et al. 2013).

Λόγω της χαρακτηριστικής ευχάριστης, συνήθως, οσμής τους, τα ίδια τα φυτά ή τα αρωματικά συστατικά τους χρησιμοποιούνται στην αρωματοποιία καλλυντικών και τροφίμων ως φυσικά αρώματα. Πολλά από αυτά εμφανίζουν αντιμυκητιακή και αντιμικροβιακή και εντομοκτόνο δράση (Celikel et al. 2008). Τα αιθέρια έλαια απομονώνονται από τα φυτά και κατόπιν διαχωρίζονται τα συστατικά τους εκείνα, τα οποία ενδιαφέρουν για περαιτέρω μελέτη ή εκμετάλλευση. Για την απομόνωση των αιθέριων από το φυτικό υλικό γίνεται απόσταξη με υδρατμούς, εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες ή ψυχρή συμπίεση.

Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε οξυγονωμένα και μη οξυγονωμένα (Σωτηροπούλου 2008, Ibrahim et al. 2001, Γαρδέλη 2009, Kebede et al. 2008). Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται οι αλκοόλες, οι αλδεϋδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, τα οξέα, οι εστέρες κ.ά. Στα μη οξυγονωμένα συστατικά είναι η λιναλοόλη, η τερπινεόλη, η πουλεγόλη, η θυμόλη, η καρβακρόλη κ.ά. Από τα μη οξυγονωμένα συστατικά τα κυριότερα είναι τα μονοκυκλικά και δικυκλικά τερπένια, όπως είναι το λιμονένιο και το καμφένιο.

Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται σε ειδικούς αδένες εκκρίσεως, που είναι είτε εσωτερικοί είτε εξωτερικοί, αλλά η κατανομή τους στα φυτικά όργανα είναι ακανόνιστη.

Σε ορισμένα φυτά, το αιθέριο έλαιο παράγεται από εκκριτικούς ιστούς. Σε άλλα, βρίσκεται σαν γλυκοσιδική ένωση στο εσωτερικό των ιστών και εκδηλώνεται μόνον όταν τρίβεται, πιέζεται, αποξηραίνεται ή αποστάζεται το φυτό. Πράγματι, ούτε το ρίζωμα ούτε η ρίζα της νωπής βαλεριάνας δεν αναδίδουν την χαρακτηριστική οσμή

του φυτού. Μόνον έπειτα από αποξήρανση εμφανίζεται αυτή η οσμή (Αλατζά et al., 2009).

#### **4.2 Παραγωγή αιθέριων ελαίων.**

Τα φυτά μπορούν να ξεπερνούν τις αντιξοότητες του βιοτικού και αβιοτικού τους περιβάλλοντος ( ακραίες συνθήκες φωτός, θερμοκρασίας, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, pH) ή βιοτικής καταπόνησης (βακτήρια, ιοί, μύκητες, νηματώδεις, ακάρεα, έντομα, φυτοφάγα ζώα) βιοσυνθέτοντας ουσίες που είναι η άμυνά τους (Ντάλλη, 2010).

Τα οργανικά μόρια που προκύπτουν ως αντίδραση της μεταβολικής τους δραστηριότητας δεν έχουν ζωτική σημασία στις φυσιολογικές λειτουργίες τους και ονομάζονται **δευτερογενείς μεταβολίτες**. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες είναι ουσίες που στη φύση παράγονται από τους πρωτογενείς μεταβολίτες, αλλά απαντώνται σε μικρότερες ποσότητες από αυτούς, πέρα από την προστασία που παρέχουν στα φυτά απέναντι σε αβιοτικούς παράγοντες, εικάζεται ότι μπορεί να επηρεάζουν και την ανάπτυξη γειτονικών φυτών, καθώς και την ανάπτυξη, τη συμπεριφορά και τη βιολογία των εντόμων (Κωτσοβίνου 2012, Αλατζά 2009, Σωτηροπούλου, 2008, Ibrahim et al. 2001, Γαρδέλη, 2009).

Μέχρι στιγμής έχουν απομονωθεί τουλάχιστον 80000 δευτερογενείς μεταβολίτες από φυτά και αναμένεται να ταυτοποιηθούν πολύ περισσότερες, αφού έχει μελετηθεί μόνο μια μικρή αναλογία επί του συνόλου των φυτών που τις συνθέτει. Η απομόνωση αυτών των ενώσεων απαιτεί συνήθως επίπονες διαδικασίες εκχύλισης, διαχωρισμού κλασμάτων των εκχυλισμάτων, και καθαρισμού των ενώσεων με χρωματογραφικές τεχνικές (Ντάλλη 2010, Κωτσοβίνου,2012, Wilson et al. 1997).

Οι δομές των ενώσεων προσδιορίζονται με φασματομετρία μάζας, φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού και κρυσταλλογραφία/περίθλαση ακτίνων Χ. (20), (21). Η βιολογική δράση που εμφανίζουν οι δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτών τους προσδίδει επιθυμητές/ευεργετικές ιδιότητες, με συνέπεια να τους καθιστά πρότυπα σύνθεσης μορίων για χρήση στη φαρμακοποιία, ενώ η δραστηκότητά τους ενάντι παθογόνων και εχθρών στηρίζει τη χρήση τους και στη φυτοπροστασία. Επιπλέον, μελέτες αποδεικνύουν το τοξικολογικά και περιβαλλοντικά φιλικό προφίλ πολλών από αυτές τις ενώσεις που έχουν αποδειχθεί εκλεκτικές ως προς το στόχο,

χαμηλής τοξικότητας στον άνθρωπο και στο περιβάλλον, μικρής υπολειμματικής διάρκειας και γρήγορης αποδόμησης.

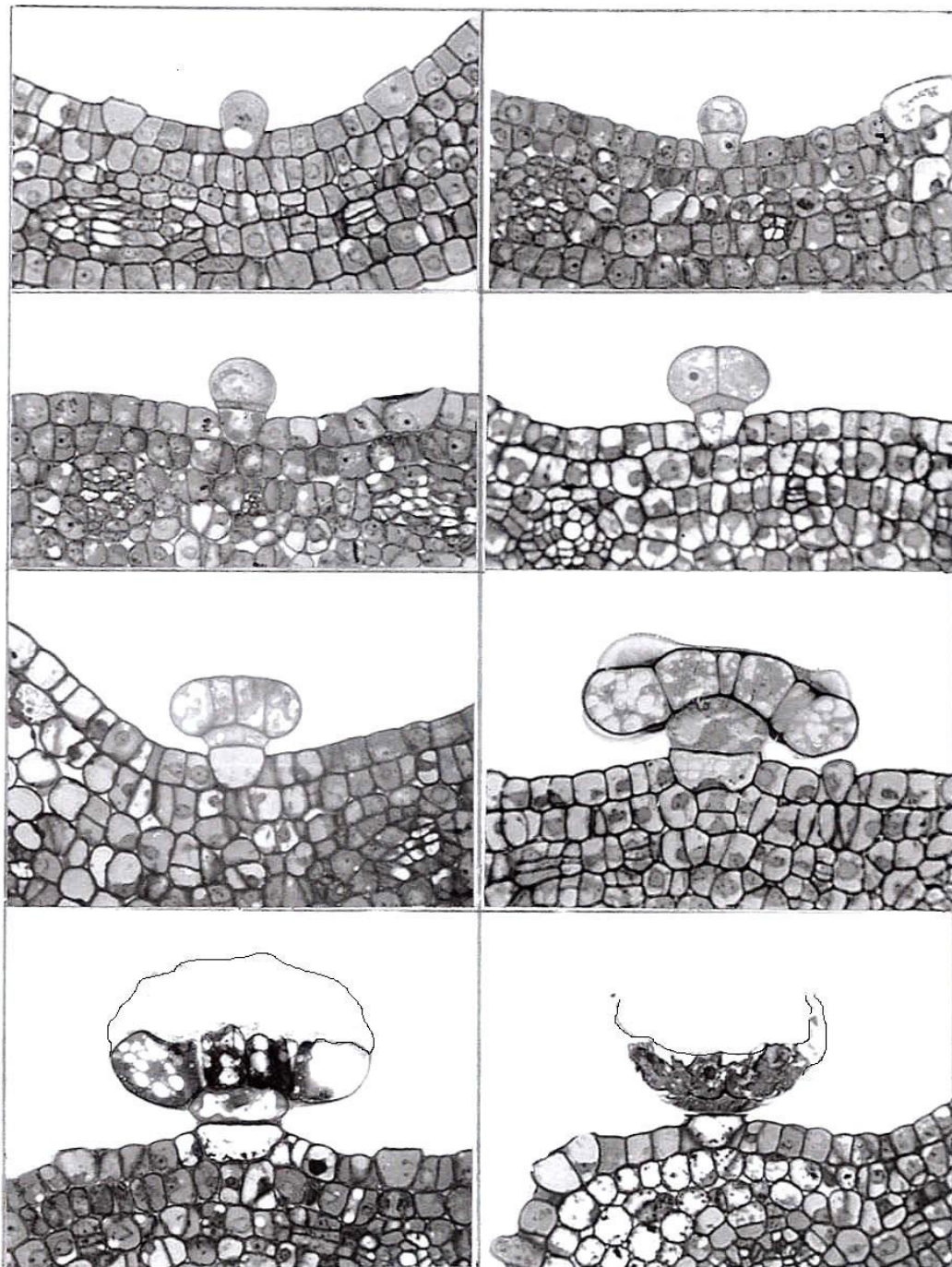
Τα αιθέρια έλαια παράγονται στις αδενώδεις τρίχες, οι οποίες διακρίνονται σε δισκοειδείς ή λεπιοειδείς, ανάλογα με το σχήμα τους (9). Τα αιθέρια έλαια παράγονται σε ειδικούς εκκριτικούς σχηματισμούς των φυτών, τους ελαιαδένες οι οποίοι βρίσκονται σε διάφορα όργανα του φυτού όπως ρίζα, βλαστό, φλοιό, ξύλο, φυτική μάζα, φύλλα, μπουμπούκια, ταξιανθία, άνθη, καρπό, σπόρο.

Οι βασικοί τύποι ελαιαδένων είναι οι αδενικές τρίχες, οι ελαιοφόροι αγωγοί, οι ελαιοφόρες κοιλότητες, τα ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα. Τα κύτταρα που απαρτίζουν τους ελαιαδένες έχουν μεγάλους πυρήνες, θεμελιώδες πλάσμα πλούσιο σε ριβοσωμάτια, πολυάριθμα μιτοχόνδρια, γεγονός που αποδεικνύει τον έντονο μεταβολικό τους χαρακτήρα (Παπαδόπουλος, 2012).

### **Περιγραφή των εκκριτικών σχηματισμών**

**Οι αδενικές τρίχες.** Σχηματίζονται στην επιδερμίδα των υπέργειων τμημάτων του φυτού, κυρίως φύλλων, βράκτειων φύλλων των ανθέων και πολύ λιγότερο, σχεδόν ασήμαντες ποσότητες στο βλαστό. Κάθε αδενική τρίχα αποτελείται από κεφαλή, μίσχο και βάση (Παπαδόπουλος, 2012).

Πολύ γνωστά φυτά που παράγουν αιθέρια έλαια είναι : η ρίγανη, το θυμάρι, το τσάι του βουνού, ο δυόσμος, η αψιθιά, ο μαϊντανός, το άνηθο, το θρούμπι, το φασκόμηλο, το χαμομήλι, το μελισσόχορτο, το τίλιο, η δάφνη κ.α..

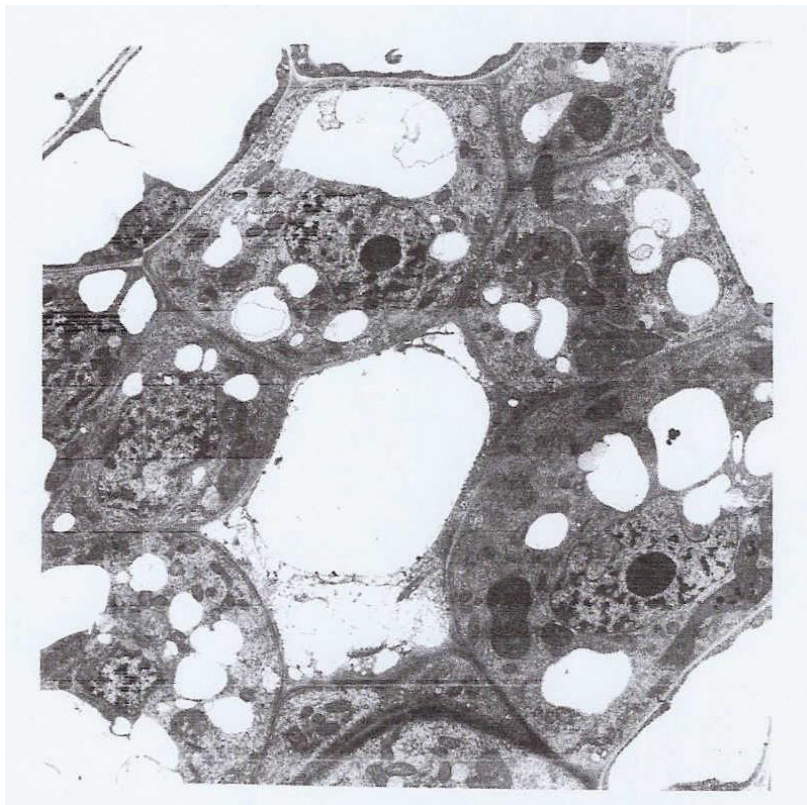


*Εικόνα 1: Ελαιοφόρα τρίχα , διαδοχικά στάδια δημιουργίας της αδενικής τρίχας*

**Οι ελαιοφόροι αγωγοί.** Σχηματίζονται στους εσωτερικούς ιστούς του φυτού. Είναι σωληνοειδείς σχηματισμοί οι οποίοι διανύουν κατά μήκος το φυτό και καταλήγουν τυφλά από τη μια μεριά στο έλασμα του φύλλου και από την άλλη στον πρωτογενή φλοιό της ρίζας. Η εσωτερική κοιλότητα των ελαιοφόρων αγωγών επενδύεται μ' ένα

αδενικό επιθήλιο, όπου γίνεται η βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου και το οποίο στη συνέχεια απεκκρίνεται στην κοιλότητα (Παπαδόπουλος, 2012).

Φυτά που έχουν ελαιοφόρους αγωγούς είναι : το σέλινο, ο μαϊντανός, το άνηθο κ. α.

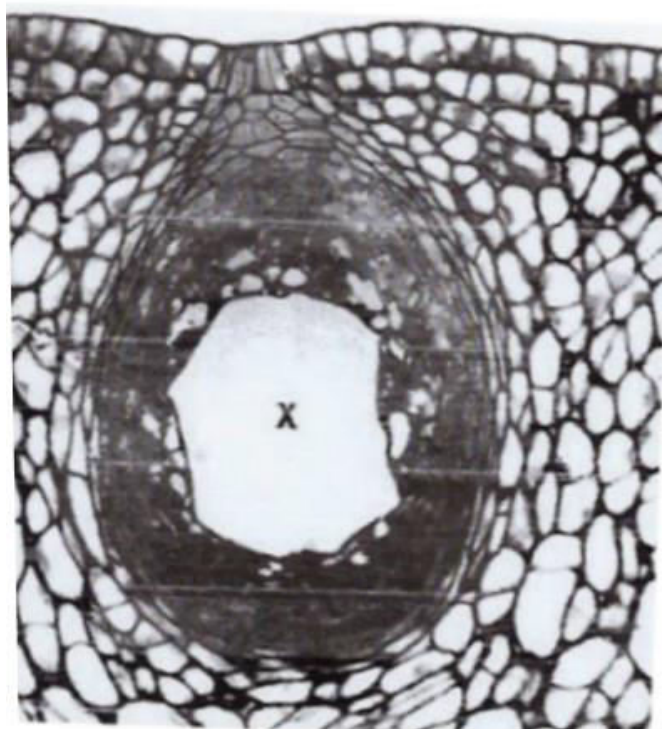


*Εικόνα 2: Οι ελαιοφόροι αγωγοί στο βλαστό και τους μίσχους των φύλλων  
Σκιαδανθών*

**Οι ελαιοφόρες κοιλότητες.** Βρίσκονται συνήθως κάτω από την επιδερμίδα. Έχουν σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές και περιβάλλονται από στιβάδες εκκριτικών κυττάρων (Παπαδόπουλος, 2012). Το αιθέριο έλαιο σχηματίζεται στους λευκοπλάστες των εκκριτικών κυττάρων απ' όπου με το ενδοπλασματικό δίκτυο μεταφέρεται στην περιφέρεια. Εκεί με σύντηξη των μεμβρανών του ενδοπλασματικού δικτύου με το πλασμάλημμα το αιθέριο έλαιο περιέρχεται στο κυτταρικό τοίχωμα και δια μέσου των τριχοειδών πόρων των μικροϊνιδίων του αποπλάστη καταλήγει στην εσωτερική κοιλότητα.

Πολύ γνωστά φυτά που διαθέτουν ελαιοφόρες κοιλότητες είναι τα εσπεριδοειδή.





*Εικόνα 3: Ελαιοφόρες κοιλότητες στο φλοιό των εσπεριδοειδών.*

**Τα ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα.** Είναι διάσπαρτα μέσα στους ιστούς, ξεχωρίζουν όμως από τα γειτονικά τους από το μέγεθος και την ενδοκυτταρική δομή. Το αιθέριο έλαιο συγκεντρώνεται σε μια κεντρική χυμοτοπιακή κατασκευή (Παπαδόπουλος, 2012).

Γνωστό φυτό που έχει ελαιοφόρα ιδιόβλαστα κύτταρα είναι η δάφνη.

#### **4.3 Συστατικά και ιδιότητες των αιθέριων ελαίων.**

Τα χημικά συστατικά των αιθέριων ελαίων αποτελούν δευτερογενή παράγωγα του μεταβολισμού του φυτού, για το ρόλο των οποίων δεν είναι δοθεί ικανοποιητικές εξηγήσεις (Σωτηροπούλου, 2008). Πιθανόν να χρησιμεύουν για την προστασία του φυτού απέναντι σε διάφορους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς, μύκητες, έντομα, ζώα, βακτήρια, καθώς και από έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές και κλιματολογικές συνθήκες όπως η έντονη ξηρασία, τη ρύθμιση του μεταβολισμού των

φυτών, την προσέλκυση επικονιαστών ή την επίδραση στην βλάστηση και ανάπτυξη γειτονικών φυτών (Yang et al., 2014). Ενδέχεται να παράγονται ως προϊόντα αντίδρασης στο ηλιακό φώς ή να δρουν ως ορμόνες για τις διάφορες λειτουργίες στο φυτό. Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων αποτελούνται κυρίως από τερπένια και συγκεκριμένα μόνο-, σεσκιτερπένια και σε μικρότερο βαθμό διτερπένια ή αλκοόλες και κετόνες με παρόμοιους δομικούς σκελετούς.

Τα τερπένια είναι υδρογονάνθρακες ή οξυγονούχες ενώσεις με ανθρακικό σκελετό ανοικτής αλυσίδας ή κυκλικό. Τα τροποποιημένα τερπένια ονομάζονται τερπενοειδή κατά IUPAC και παράγονται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του μεβαλονικού οξέος ή του πυροσταφυλικού οξέος και της φωσφογλυκεριναλδεΐδης (Ντάλλη 2010, Κωτσοβίνου 2012). Αυτές ουσίες, έχει βρεθεί πως έχουν φαρμακευτική χρήση καθώς και εντομοκτόνες και νηματωδοκτόνες ιδιότητες και για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται μόνα τους ή σε συνδυασμούς μεταξύ τους, καθώς και με συνεργιστικές ουσίες για την παρασκευή διαφόρων σκευασμάτων.

*Πίνακας 3.1: Ταξινόμηση των τερπενίων*

| <b>Αριθμός ατόμων<br/>άνθρακα</b> | <b>Μονάδες<br/>ισοπρενίου</b> | <b>Ταξινόμηση</b>                                                            |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 10                                | 2                             | <b>Μονοτερπένια</b><br>(λιναλόλη, α – πινένιο, καμφορά, λιμονένιο, βορνεόλη) |
| 15                                | 3                             | <b>Σεσκιτερπένια</b><br>(καρυοφυλλένιο, η πολυγοδιάλη, το β-Φαρνεσένιο)      |
| 20                                | 4                             | <b>Διτερπένια</b>                                                            |
| 25                                | 5                             | <b>Σεστετερπένια</b>                                                         |
| 30                                | 6                             | <b>Τριτερπένιο</b>                                                           |
| 40                                | 8                             | <b>Τετρατερπένιο</b>                                                         |

Οι φυσικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων είναι οι εξής (Παπαδόπουλος, 2012):

1. Στην συνήθη θερμοκρασία είναι σε υγρή μορφή, εύφλεκτα, πτητικά.
2. Είναι συνήθως άχρωμα ή ελαφρώς κίτρινα ή γαλακτόχρωα, διαφανή υγρά με εξαίρεση μερικά που είναι έντονα χρωματισμένα, όπως του χαμομηλιού που είναι μπλε λόγω του αζουλενίου που περιέχει.
3. Έχουν χαρακτηριστική οσμή και καυστική γεύση .
4. Η πυκνότητα τους κυμαίνεται από 0,75-1,82 αλλά τα περισσότερα είναι ελαφρότερα του ύδατος και μόνο ελάχιστα είναι βαρύτερα, όπως το αιθέριο έλαιο της κανέλλας και του γαρύφαλλου.
5. Είναι πολύ λίγο διαλυτά στο νερό και του δίνουν την χαρακτηριστική οσμή και γεύση. Σε μερικές περιπτώσεις το νερό, υποπροϊόν της απόσταξης χρησιμοποιείται εμπορικά (ροδόνερο, μεθυστοκούλουρα κ.α.).
6. Στην απόλυτο αλκοόλη διαλύονται τελείως ενώ σε αλκοόλη με διαφορετικούς βαθμούς σε ορισμένες ποσότητες Πολύ καλά διαλύονται στον αιθέρα, το χλωροφόρμιο, τον πετρελαϊκό αιθέρα, το διθειάνθρακα και τα λιπαρά έλαια.
7. Είναι οπτικώς ενεργά.
8. Έχουν υψηλό δείκτη διάθλασης.
9. Έχουν αντίδραση όξινη ή ουδέτερη.
10. Με ψύξη στερεοποιούνται κάποια από τα συστατικά τους και αποτελεί μια συνήθη μέθοδο απομόνωσής τους.

#### **4.4 Εξαγωγή, ανάλυση και διατήρηση αιθέριων ελαίων.**

##### **4.4.1 Παραλαβή των αιθέριων ελαίων.**

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από τα αρωματικά φυτά με διάφορες μεθόδους. Για την εκλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνονται υπ' όψιν τα εξής (Κωτσοβίνου 2012, Παπαδόπουλος 2012) :

1. Το είδος του φυτού και το τμήμα του φυτικού υλικού ( γιασεμί , μέντα, άνθη, βλαστοί, φύλλα, σπέρματα κ.λ.π).
2. Η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο.



3. Η αξία (τιμή ) του αιθέριου ελαίου.
4. Η χημική σύνθεση των διαφόρων συστατικών του αιθέριου ελαίου.
5. Διάφοροι άλλοι οικονομικοί, κυρίως, παράγοντες.

Ο τρόπος που θα εφαρμοστεί για να εξαχθεί το αιθέριο έλαιο από την δρόγη θα πρέπει να εξασφαλίζει τόσο την καθολική παραλαβή του όσο και τη μη αλλοίωση των συστατικών του.

Οι συνήθεις μέθοδοι παραλαβής των αιθέριων ελαίων είναι (Κωτσοβίνου, 2012), (Γαρδέλη 2009, Παπαδόπουλος 2012, Farhang et al. 2013, Wilson et al., 1997):

**Απόσταξη.** Ονομάζεται η μέθοδος διαχωρισμού των συστατικών διαλύματος (μίγματος), ο οποίος επιτυγχάνεται λόγω διαφοράς στη μερική πίεση των ατμών τους. Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων από κάποιο φυτικό υλικό επιτυγχάνεται με θέρμανση αυτού και συμπύκνωση με ψύξη των παραγόμενων ατμών. Κατά την συμπύκνωση το αιθέριο έλαιο εφ' όσον έχει διαφορετικό ειδικό βάρος εκείνου νερού, διαχωρίζεται απ' αυτό και σχηματίζονται δύο φάσεις, δηλαδή της υδάτινης και εκείνης του αιθέριου ελαίου. Είναι η πλέον απλή, οικονομική και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος παραλαβής των αιθέριων ελαίων εξ' όλων σχεδόν των αρωματικών φυτών . Ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης των ατμών σε σχέση με το φυτικό υλικό διακρίνονται τρεις περιπτώσεις: υδροαπόσταξη, ύδρο-ατμοαπόσταξη, απόσταξη με υδρατμούς.

**Εκχύλιση.** Είναι η μέθοδος παραλαβής των αιθέριων ελαίων με οργανικό διαλύτη. Το προκύπτον μείγμα ονομάζεται «κονκρέτα». Συνήθεις εφαρμογές τα αρωματικά λάδια, ξύδια κ.α.

**Μηχανική παραλαβή.** Στην περίπτωση αυτή τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται μόνο με μηχανικά μέσα. Τέτοιες μηχανές χρησιμοποιούνται σε καρπούς (δαφνοκούκια), καθώς και στους φλοιούς των εσπεριδοειδών.

#### 4.4.2 Ανάλυση των αιθέριων ελαίων.

Η ποιότητα των αιθέριων ελαίων εξαρτάται από διάφορες φυσικές σταθερές (ειδικό βάρος, δείκτης διαθλάσεως, στροφική ικανότητα κ.λ.π) και κυρίως από τη χημική σύστασή τους. Ο προσδιορισμός των συστατικών παλαιότερα γινόταν με διάφορες χημικές αντιδράσεις, κατά τις οποίες τα κατέτασσαν σε ομάδες (εστέρες , αλκοόλες

κτλ.), που απαιτούσαν μεγάλες ποσότητες αιθέριων ελαίων και πολύ χρόνο. Σήμερα χρησιμοποιούνται νέες σύγχρονοι μέθοδοι η πιο γνωστή από τις οποίες είναι η αέρια χρωματογραφία -φασματογραφία μάζας (GC-MS).. Με τη μέθοδο αυτή η ανάλυση είναι ταχύτατη και ακριβής, και οικονομικά προσιτή γιατί δεν απαιτείται μεγάλη ποσότητα αιθέριου ελαίου.

#### **4.4.3 Διατήρηση των αιθέριων ελαίων.**

Τα αιθέρια έλαια πριν από την αποθήκευση υφίστανται αφυδάτωση (ξηρανση). Αυτή γίνεται με μετάγγιση ή με την χρησιμοποίηση χημικών ουσιών, όπως θειικού νατρίου, θειικού μαγνησίου κ.τ.λ. (Παπαδόπουλος 2012, Farhang et al. 2013).

Τα αιθέρια έλαια κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης εφόσον οι συνθήκες δεν είναι οι ενδεδειγμένες, υφίστανται αλλοιώσεις με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται η χημική σύσταση. Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα των αιθέριων ελαίων είναι οι εξής:

1. Η θερμοκρασία αποθήκευσης πρέπει να βρίσκεται μερικούς βαθμούς πάνω από το μηδέν (4 °C).
2. Να διατηρούνται σε αδιαφανή δοχεία, ώστε να παρεμποδίζεται η επίδραση του φωτός.
3. Για να αποφεύγονται αλλοιώσεις από την επίδραση αέρα, τα δοχεία όπου φυλάγονται τα αιθέρια έλαια πρέπει να γεμίζουν το δυνατόν τελείως, ν' αφαιρείται ο αέρας και να πληρούνται το εναπομείναν κενό με άζωτο.
4. Τα αιθέρια έλαια διαβρώνουν οργανικά υλικά και διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες. Ως εκ τούτου τα μέσα αποθήκευσης θα πρέπει να υπόκεινται σ' αυτούς τους περιορισμούς, μπορεί να είναι γυάλινα ή από αλουμίνιο.

#### **4.5 Εφαρμογές των αιθέριων ελαίων.**

Σήμερα, λόγω ακριβώς των ιδιοτήτων τους τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αρωματοποιία, τη σαπωνοποιία, τη ζαχαροπλαστική, τη βιομηχανία τροφίμων γενικότερα, τη φαρμακευτική (Σωτηροπούλου, 2008) καθώς και την προστασία των καλλιεργούμενων φυτών από φυτοπαράσιτα.

**Ως αντιοξειδωτικές και αντιβακτηριδιακές ουσίες:** Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων που τους προσδίδουν αντιοξειδωτικές και αντιβακτηριδιακές ιδιότητες είναι κυρίως τα φαινολικά μονοτερπένια. Γενικότερα, τα τερπένια πρόκειται για χημικές ουσίες που ευθύνονται για τις μαγειρικές, αρωματικές και θεραπευτικές χρήσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών (Σωτηροπούλου 2008, Celikel & Kavas 2008).

Στις σύγχρονες βιομηχανίες τροφίμων έχουν εφαρμοστεί τα τελευταία χρόνια πολλοί περιορισμοί στη χρήση αντιοξειδωτικών συστατικών. Ως εκ τούτου έχει μετατοπιστεί το ενδιαφέρον στα αιθέρια έλαια, τα οποία αποτελούν φυσικές πηγές αντιοξειδωτικών και αντιβακτηριδιακών ουσιών. Τα αιθέρια έλαια έχουν παρεμποδιστική δράση στην ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών και τη σύνθεση μικροβιακών τοξινών και έχει διαπιστωθεί η επιτυχημένη εφαρμογή τους στη συντήρηση τροφίμων, ως κύριο ή επιπρόσθετο αντιμικροβιακό συστατικό (Στεφανάκης 2006, Σωτηροπούλου 2008). Δεν προκαλούν αλλαγές στις οργανοληπτικές ιδιότητες των τροφίμων στα οποία προστίθενται, και ταυτόχρονα απαιτούνται μικρές ποσότητες για τη δράση τους, κάτι που τα καθιστά οικονομικά προσιτά μέσα (Σωτηροπούλου, 2008).

**Ως απολυμαντικά:** Επιπλέον, λόγω των πτητικών τους συστατικών θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως απολυμαντικά χώρων σε δυσπρόσιτα σημεία (Chen et al. 2011, Rani, 2012).

**Ως αντιβιοτικά:** Η απαγόρευση από την Ευρωπαϊκή Ένωση της χρήσης της πλειοψηφίας των αντιβιοτικών που χρησιμοποιούνταν ως αυξητικοί παράγοντες έστρεψε την προσοχή στα αιθέρια έλαια. Η ανάγκη για αυξημένη παραγωγή ζωικών προϊόντων με ταυτόχρονη διατήρηση χαμηλού κόστους μπορεί να καλυφθεί με τη χρήση των αιθέριων ελαίων. Αποτελέσματα κλινικών πειραματισμών άλλωστε επιβεβαίωσαν την ευεργετική τους δράση ως αντιμικροβιακά έναντι διαφόρων στελεχών βακτηρίων, τη βελτίωση της παραγωγικότητας και τον καλύτερο έλεγχο των νοσημάτων (Ibrahim et al. 2001, Celikel & Kavas, 2008).

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Τα αιθέρια έλαια έχουν ποικίλες θεραπευτικές χρήσεις που οφείλονται στη χημική τους ετερογένεια. Δρουν ως αναπλαστικά, ανθελμινθικά, αντιιικά, διουρητικά, αντισηπτικά, αντισπασμολυτικά, αντιφλεγμονώδη, αντιφλογιστικά, αποχρεμπτικά, εμμηναγωγά, επουλωτικά πληγών και κακώσεων του

δέρματος, ευστόμαχα, καταπραϊντικά και ευεργετικά της λειτουργίας του εγκεφάλου, τονωτικά κ.α. Σίγουρα απαιτούνται περισσότερες έρευνες για τις θεραπευτικές εφαρμογές των αιθέριων ελαίων, πριν τη συστηματική χρήση τους.

#### **4.6.1 Η χρήση αιθέριων ελαίων κατά των εντόμων.**

Τα αιθέρια έλαια αποτελούνται συνήθως από ένα δύο κύρια συστατικά ενώ οι υπόλοιπες ενώσεις βρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες και χαρακτηρίζονται ως δευτερεύουσες. Οι δευτερεύουσες ενώσεις των αιθέριων ελαίων μπορούν να ενεργήσουν συνεργιστικά και να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των κύριων συστατικών μέσω ποικίλων μηχανισμών. Οι ποικίλοι τρόποι δράσεις μπορούν μειώνουν την πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε σχέση με τη χρήση καθαρών ενώσεων.

Συστατικά των αιθέριων ελαίων δρουν ως τοξίνες, ανασταλτικοί παράγοντες ανάπτυξης, διαταράσσουν τον πολλαπλασιασμό τους, παρουσιάζουν αντιτροφική ή εντομοαποθητική ή εντομοκτόνο δράση έναντι συγκεκριμένων φυτοφάγων εντόμων

Οι εντομοκτόνες ιδιότητες των αιθέριων ελαίων προκαλούν συμπτώματα που υποδηλώνουν νευροτοξική δραστηριότητα (Pugazhvendan, Ronald Ross & Elumalai, 2012), συμπεριλαμβανομένης της υπερκινητικότητας και της παράλυσης ως τελικό στάδιο.

Τα αιθέρια έλαια, λόγω πτητικότητας, παρουσιάζουν καπνιστικό τρόπο δράσης στα έντομα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συχνά για την καταπολέμηση των εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων. Γενικά δρουν επί του νευρικού συστήματος και έχει αναφερθεί πως παρουσιάζουν δράση “knockdown”, δηλαδή έχουν ως τελικό αποτέλεσμα την παράλυση, όπως στην περίπτωση της αμερικάνικης και γερμανικής κατσαρίδας (*Periplaneta americana* και *Blattella germanica*, αντίστοιχα) αλλά και της οικιακής μύγας (*Musca domestica*). Πειράματα *in vitro* με αιθέριο έλαιο του *Ocimum basilicum* επέδειξαν δράση επί της ακετυλο- χολινεστεράσης (AChE) και της βουτυρυλοχολινεστεράσης (BChE). Επιπλέον, στην περίπτωση της *Periplaneta americana* έχει αναφερθεί δράση κατά της οκτοπαμίνης (νευροδιαβιβαστής), πράγμα που εξηγεί την εκλεκτικότητα δράσης των αιθέριων ελαίων κατά των αρθρόποδων, και τη μη τοξικότητα στα θηλαστικά στα οποία η οκτοπαμίνη απουσιάζει. Η ευγενόλη, για παράδειγμα, δρα τοξικά ως προς την παραγωγή της οκτοπαμίνης στα

έντομα, με αποτέλεσμα να καταστρέφεται το νευρικό τους σύστημα. (Tripathi et al., 2009, Baskaran et al., 2012).

Τα αιθέρια έλαια που παραλαμβάνονται από τα φυτά αποτελούν μια σημαντική φυσική πηγή εντομοκτόνων τόσο για οικιακή όσο και για βιομηχανική χρήση, έχοντας μια συνολική παγκόσμια παραγωγή 45.000 τόνων (Tripathi et al., 2009). Παρόλαυτά, τα εντομοκτόνα με φυτική προέλευση αποτελούν μόνο το 1% της παγκόσμιας αγοράς (Ayvaz et al., 2010).

Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί πάνω στις ωοκτόνες ιδιότητες των αιθέριων ελαίων. Ο Baskaran και οι συνεργάτες του μελέτησαν την προστατευτική επίδραση των αιθέριων ελαίων του *C. sativum* σε αποθηκευμένα σιτηρά, ελαττώνοντας φυσικά τους κινδύνους που εμπεριέχουν τα συνθετικά εντομοκτόνα. Οι εντομοκτόνες ιδιότητες των ελαίων του κολιάνδρου αποδίδονται κυρίως στην παρουσία της λιναλόλης, το βασικό συστατικό του, καθώς και στην καμφορά. (Khani & Rahdari, 2012, Baskaran et al. 2012, Pavlidou et al. 2004, Murray 2000). Επιπλέον, εμφανίζουν νυμφοκτόνο δράση, καθυστερούν και παρεμποδίζουν την ανάπτυξη και τη γονιμότητα των εντόμων (Baskaran et al., 2012). Ωστόσο, για να εφαρμοστούν αποτελεσματικά σε ένα σύστημα ελέγχου των εντόμων πρέπει να αντιμετωπιστούν προβλήματα που προκύπτουν από τις φυσικές τους ιδιότητες, όπως η πτητικότητα, η μικρή διαλυτότητά τους στο νερό και η τάση τους να οξειδώνονται.

Επίσης έχει αναφερθεί αναστολή της τροφικής δραστηριότητας μετά από εφαρμογή μονοτερπενοειδών στην τροφή του *Spodoptera littoralis* σε πειράματα επιλογής, και τοξικότητα από επαφή. Τέλος, αναφέρεται αλλαγή στην ηθολογία της πράσινης αφίδας και τοξικότητα από επαφή με αιθέρια έλαια. (Ντάλλη, 2010)

Τα αιθέρια έλαια αφενός χρησιμοποιούνται ως μέσα ελέγχου επικίνδυνων εντόμων, παρουσιάζουν εκλεκτικότητα ως προς τη δράση τους και αφετέρου δε βιοσυσσωρεύονται λόγω της ταχύτατης βιοαποσύνθεσής τους στο περιβάλλον. Απαιτείται σίγουρα περισσότερη μελέτη των ιδιοτήτων των αιθέριων ελαίων και των συστατικών τους, καθώς πολλά μονοτερπένια με τουλάχιστον έναν ακόρεστο δεσμό, μπορούν εύκολα να αντιδράσουν με συστατικά της ατμόσφαιρας και να δημιουργήσουν πολλούς δευτερογενείς οργανικούς ρύπους, που την επιβαρύνουν. (Tripathi et al., 2009).

#### 4.6.2 Η χρήση αιθέριων κατά των μυκήτων.

Αν και οι αντιμικροβιακές ιδιότητες πολλών αιθέριων ελαίων και των συστατικών τους έχει εκτενώς μελετηθεί από πολλούς ερευνητές, ο μηχανισμός της αντιμικροβιακής δράσης δεν έχει ακόμα διερευνηθεί λεπτομερώς. Φαίνεται ότι τα πολυάριθμα συστατικά των αιθέριων ελαίων μπορεί να έχουν διαφορετικούς στόχους στο κύτταρο. Η βιολογική δράση ενός αιθέριου ελαίου μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της συνεργηστικής ή ανταγωνιστικής δράσης των επιμέρους συστατικών του.

Μία σημαντική ιδιότητα των συστατικών των αιθέριων ελαίων είναι η υδροφοβικότητα των μορίων τους. Τα λιπόφιλα συστατικά συγκεντρώνονται στη διπλοστοιβάδα λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης και της μεμβράνης των μιτοχονδρίων με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η δομή και οι λειτουργικές τους ιδιότητες. Μεταβάλλεται η διαπερατότητα της μεμβράνης, παρατηρείται αύξηση της περατότητας ιόντων και πρωτονίων, η μεμβράνη μπορεί να χάσει την ακαιριαιότητά της. Επίσης επηρεάζονται οι πρωτεΐνες της μεμβράνης κάτι που σχετίζεται με σημαντικές μεταβολές στο λιπιδικό περιβάλλον.

Πιο ισχυρή είναι η αντιμικροβιακή δράση που παρουσιάζουν οι φαινόλες και ακολουθούν οι αλδεΐδες, οι κετόνες, οι αλκοόλες, οι εστέρες και οι υδρογονάνθρακες. Τα φαινολικά συστατικά (όπως η καρβακρόλη και η θυμόλη), περιέχουν στο μόριό τους έναν αρωματικό δακτύλιο και μία ομάδα  $-OH$ . Η αλληλεπίδραση των συστατικών αυτών με την κυτταρική μεμβράνη προκαλεί αλλαγή στη σύσταση των λιπαρών οξέων των φωσφολιπιδίων, διαρροή των κυτταρικών συστατικών, εξασθένιση της μεταβολικής ενέργειας και επίδραση στη σύνθεση του γενετικού υλικού. Έχει επίσης αναπτυχθεί η σκέψη πως τα συστατικά αυτά αντιδρούν και σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου με ενεργά κέντρα ενζύμων.

Ανάμεσα σε άλλα, ενδιαφέρον για τις αντιμικροβιακές τους ιδιότητες, παρουσιάζουν τα είδη *Origanum*, *Salvia*, *Rosmarinus*, *Thymus*, *Eucalyptus*, *Mentha*, *Sideritis*, *Achillea* κλπ. Το αιθέριο έλαιο των παραπάνω φυτικών ειδών διαθέτει μυκοτοξικές, μυκοστατικές ιδιότητες ή επηρεάζει την σποροποίηση συγκεκριμένων φυτοπαθογόνων μυκήτων (Υφαντή 2013).

Τα αιθέρια έλαια του φυτού *Illicium verum* λόγω της δραστικής ουσίας *trans*-ανιθόλης εμφανίζουν ένα ευρύ φάσμα ανασταλτικής δράσης έναντι παθογόνων μυκητών. Οι δραστηριότητες αυτές ανοίγουν πολλές προοπτικές στην ανάπτυξη φυσικών αντιμυκητιακών παρασκευασμάτων για τον έλεγχο των ασθενειών στη συντήρηση φρούτων και λαχανικών (Huang et al., 2010).

Το λεμονόχορτο, αλλιώς *Cymbopogon citratus*, είναι ένα φυτό της οικογένειας Poaceae, το οποίο φύεται ιθαγενώς στη Δυτική Ινδία και σε ξηρή κατάσταση περιέχει 1 με 2% αιθέριο έλαιο και η απόδοσή του μετά από επεξεργασία φτάνει και το 70%. Μελέτες έχουν δείξει την αντιμυκητιακή του δράση καθώς και την επίδρασή του στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης μικροοργανισμών, στο λιπιδικό τους περιεχόμενο καθώς και στη μορφογέννησή τους. Το αιθέριο έλαιο του *C. citratus* παρεμποδίζει την ανάπτυξη των σπορίων πολλών μυκητών. Η τοξικότητα οφείλεται στην παρουσία της κιτράλης, η οποία ως βασικό συστατικό μπορεί να φτάνει και το 75% της περιεκτικότητας του ελαίου (Farhang et al., 2013).

#### **4.6.3 Η χρήση αιθέριων κατά των ζιζανίων.**

Τα ζιζάνια είναι ανεπιθύμητα φυτά τα οποία παρεμβαίνουν στις πηγές νερού και εδάφους και επηρεάζουν ευρέως με την παρουσία τους τη χλωρίδα (Setia et al., 2007).

Στις καλλιέργειες και τα δάση τα ζιζάνια ανταγωνίζονται για τα θρεπτικά συστατικά, ελαττώνοντας την απόδοση και την ποιότητα της παραγωγής. Οι παγκόσμιες οικονομικές απώλειες εξαιτίας των ζιζανίων ανέρχονται σε τεράστια ποσά που ξοδεύονται για τον έλεγχό τους. Η χρήση των συνθετικών ζιζανιοκτόνων είναι κοινώς αποδεκτή και αποτελεσματική, ωστόσο η παράλογη χρήση τους κατά τη διάρκεια της τελευταίας τριακονταετίας έχει οδηγήσει στην εμφάνιση τοξικών αποτελεσμάτων στο περιβάλλον αλλά και τους ζωντανούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου.

Επιπλέον, η συνεχής τους χρήση έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων ανθεκτικότερων ζιζανίων. Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα γίνεται μία προσπάθεια εξεύρεσης εναλλακτικών μορφών και μέσων φιλικών προς το περιβάλλον και οικονομικά προσιτών. Σε αυτή την κατεύθυνση χρησιμοποιούνται τα φυτικά προϊόντα με ζιζανιοκτόνο και εντομοκτόνο δράση, τα οποία βιοδιασπώνται, δεν περιέχουν καθόλου άτομα αλογόνων ή βαρέα μέταλλα

Είναι γνωστό ότι τα μονοτερπένια επηρεάζουν την βλάστηση και εδραίωση άλλων φυτών στο περιβάλλον των φυτών που τα παράγουν (πχ ρίγανη. Φασκόμηλο, Λεβάντα δεντρολίβανο ευκάλυπτος). Τα τελευταία χρόνια διερευνάται η φυτοτοξική δράση των μονοτερπενίων

εναντίων των ζιζανίων λόγο ορισμένων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν όπως η μειωμένη υπολειμματική τους διάρκεια στο έδαφος λόγω της υψηλής πτητικότητάς τους , της μη έκπλυσής τους στα υπόγεια νερά και της χαμηλής τοξικότητάς τους στα θηλαστικά. Ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως «βιολογικά ζιζανιοκτόνα» σε καλλιέργειες βιολογικής γεωργίας. Βέβαια ο έλεγχος των ζιζανίων με τη χρήση αλληλοπαθητικών ουσιών θα πρέπει να συνδυάζει την αναστολή στη φυτρωτική ικανότητα των ζιζανίων χωρίς να παρατηρείται τοξική δράση στο καλλιεργούμενο φυτό.

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης και της μαντζουράνας αναφέρεται ότι αναστέλλουν την βλαστικότητα και την αύξηση ετήσιων ζιζανίων όπως η μουχρίτσα και η λουβουδιά ενώ το αιθέριο έλαιο του δεντρολίβανου αναστέλλει πλήρως τα προαναφερόμενα ζιζάνια καθώς επίσης τη γλιστρίδα. Ο μηχανισμός δράσης των αιθέριων ελαίων ως ζιζανιοκτόνα δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστός (Υφαντή 2013).

#### **4.6.4 Η χρήση αιθέριων κατά των νηματωδών και αντιμικροβιακή δράση**

Οι νηματώδεις βρίσκονται μεταξύ των πιο δύσκολα αντιμετωπίσιμων μικροοργανισμών του εδάφους,. Ο έλεγχος και η αντιμετώπισή τους βασίζονται κυρίως σε παραδοσιακές τεχνικές, εναλλαγή καλλιεργειών και χρήση ανθεκτικών καλλιεργειών, καθώς και στη χρήση χημικών παρασκευασμάτων. Από τα συστατικά των αιθέριων ελαίων κυρίως η καρβακόλη, η θυμόλη, η ανιθόλη και η γερανιάλη, αλλά και κάποια οξυγονωμένα τερπένια παρουσιάζουν δράση κατά των νηματωδών (Ntalli et al., 2011).

Γενικά λίγα είναι τα αιθέρια έλαια που έχουν δοκιμαστεί για την καταπολέμηση των κομβονηματωδών, αναλογικά με άλλους στόχους δράσης. Αναφορικά στον *M. incognita* έχει μέχρι στιγμής ελεγχθεί η νηματωδοκτόνος δράση των αιθέριων ελαίων που παραλαμβάνονται από τα αρωματικά είδη πολλών οικογενειών συμπεριλαμβανομένων και των φυτών που ανήκουν στην οικογένεια *Lamiaceae*.

Στη διεθνή βιβλιογραφία λίγα είναι γνωστά για τη νηματωδοκτόνο δράση των αιθέριων ελαίων και των συστατικών τους, τα τερπένια και πλήθος παραγόντων καθιστούν αδύνατη την τάση γενίκευσης των ήδη υπάρχοντων πειραματικών δεδομένων, καθώς και της συσχέτισης τους με άλλα. Πρόκειται για παράγοντες



παραλλακτικότητας που σχετίζονται με το νηματώδη, το αιθέριο έλαιο και τις πειραματικές συνθήκες και αναλύονται στη συνέχεια (Ντάλλη, 2010).

#### **Νηματώδης – ως παράγοντας παραλλακτικότητας.**

Το ίδιο το καθαρό τερπένιο μπορεί να έχει διαφορετική νηματοδοκτόνος δράση ιδίου έναντι διαφορετικών ειδών νηματωδών, που όμως ανήκουν στο ίδιο γένος, αλλά και μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών των νηματωδών. Η παραλλακτικότητα των τερπενίων, και πολύ περισσότερο των μιγμάτων τους, ως προς την αποτελεσματική καταπολέμηση διαφορετικών πληθυσμών του ίδιου είδους καθώς και διαφορετικών ειδών του ίδιου γένους καθιστά αδύνατη τη γενίκευση των αποτελεσμάτων των βιολογικών δοκιμών με νηματώδεις. Επί του παρόντος υπάρχουν αναφορές σχετικές με τη χρήση αιθέριων ελαίων κατά διαφόρων ειδών νηματωδών φυτοπαρασιτικών και μη, που όμως δεν μπορούν να γενικευτούν περαιτέρω σε άλλα είδη ούτε καν συγγενικά (Ντάλλη, 2010).

#### **Αιθέριο έλαιο– ως παράγοντας παραλλακτικότητας.**

Τα αιθέρια έλαια όντας ετερογενή μίγματα πολλών συστατικών ουσιών έχουν βιολογική δράση που ανά περίπτωση προκύπτει από τους σύνθετους συνδυασμούς συνεργιστικής ή/και ανταγωνιστικής δράσης μεταξύ των συστατικών τους. Το γεγονός αυτό, καθιστά αδύνατη την πρόβλεψη της αποτελεσματικότητας ενός αιθέριου ελαίου έναντι του οποιουδήποτε στόχου, εκ των προτέρων και χωρίς να έχει προηγηθεί βιολογική δοκιμή. Η σύγκριση της δράσης των συστατικών μεμονωμένα και συνδυασμούς μεταξύ τους, αποδεικνύει την κατά περίπτωση συνεργιστική ή ανταγωνιστική δράση. Όταν συμβαίνει αυτό επιβεβαιώνεται η σημαντική συμβολή του συστατικού στη βιολογική δράση πέρας της μεγάλης συμβολής του επί της ολικής σύστασης. Συνήθως όμως η αποτελεσματικότητα του αιθέριου ελαίου είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από αυτή του συστατικού ελεγχόμενου στην καθαρή του μορφή (η συγκέντρωση ελέγχου εκφρασμένη και στις δυο περιπτώσεις επί του συστατικού) (Ντάλλη, 2010).

Όταν συμβαίνει η αποτελεσματικότητα του αιθέριου ελαίου να είναι μεγαλύτερη, σημαίνει πως άλλα συστατικά που συμμετέχουν σε μικρά ή μεγάλα ποσοστά επί της ολικής του σύστασης, συμβάλουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας του. Αντίθετα όταν η αποτελεσματικότητα του αιθέριου ελαίου είναι μικρότερη από αυτή

του βασικού συστατικού του, όταν δοκιμάζεται στην καθαρή του μορφή, τότε το συγκεκριμένο συστατικό δεν συμβάλει σημαντικά στην αποτελεσματικότητα ή/και μέσα στο λάδι παρουσιάζεται ανταγωνιστική δράση μεταξύ των συστατικών του. Οι συνδυασμοί των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συστατικών βασικών και μη ποσοτικά των αιθέριων ελαίων οδηγούν στην εκάστοτε βιολογική δράση.

### **Πειραματικές συνθήκες - ως παράγοντας παραλλακτικότητας**

Γενικά, τα αιθέρια έλαια είναι λιπόφιλες ουσίες και αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά δύσκολη τη διεξαγωγή των πειραμάτων που απαιτούν αραίωση ή/και διάλυσή τους στο νερό, όπως τα πειράματα παράλυσης των προνυμφών των νηματωδών. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιούνται διάφοροι οργανικοί διαλύτες όπως ακετόνη, γλυκερόλη, αιθανόλη, μεθανόλη, DMSO, DMF καθώς και επιφανειοδραστικές ουσίες, που βοηθούν στο σχηματισμό γαλακτώματος. Οι ουσίες αυτές έχουν από μόνες τους κάποια επίδραση-τοξικότητα στους νηματώδεις η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων και να διορθώνεται, έχοντας κάνει κατάλληλο σχεδιασμό των πειραμάτων με τους ανάλογους μάρτυρες.

Οι πειραματικοί παράμετροι της αξιολόγησης (ποσοστά παράλυσης, ποσοστά προσβολής της ρίζας, ποσοστά εκκόλαψης των αυγών κ.τ.λ.) αποτελούν επίσης παράγοντα παραλλακτικότητας της έκφρασης της αποτελεσματικότητας της καταπολέμησης. Για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα διαφόρων πειραμάτων, οι πειραματικές συνθήκες θα πρέπει να είναι όμοιες και επαναλήψιμες, όπως για παράδειγμα η ηλικία και η φυσική κατάσταση των βιολογικών συστημάτων (προνύμφες, αυγά νηματωδών) που χρησιμοποιούνται. Η επαναληψιμότητα μεταξύ τέτοιων δεδομένων μπορεί να δώσει σαφή εικόνα της αποτελεσματικότητας της νηματωδοκτόνου δράσης και να αποδώσει την αποτελεσματικότητα αυτή σε μεμονωμένα τερπένια ή μίγματα αυτών. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να εξασφαλιστεί μια κοινή βάση σύγκρισης των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών ερευνητικών ομάδων (Ντάλλη, 2010).

#### 4.5 Αιθέρια έλαια στα φυτά της Ελλάδας.

Στην Ελλάδα τα αυτοφυή αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά έχουν χρησιμοποιηθεί και έχουν γίνει αντικείμενο εμπορίου από την αρχαιότητα. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας μας ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών που δίνουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας. Η ελληνική χλωρίδα είναι πλουσιότατη σε είδη και περιλαμβάνει έναν πολύ σημαντικό αριθμό σπάνιων ειδών που απαντούν μόνο στον ελλαδικό χώρο.

Τα κυριότερα εμπορικά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα είναι: το τσάι του βουνού, το φασκόμηλο, η ρίγανη, το γλυκάνισο, ο βασιλικός, το μάραθο (μαραθόσπορος), το χαμομήλι, η δάφνη, η μέντα και ο δυόσμος, το κόλιανδρο, το κύμινο, η λεβάντα, το μελισσόχορτο και τέλος κάποια τυπικά προϊόντα περιοχών της Ελλάδας όπως η μαστίχα της Χίου, ο κρίκος της Κοζάνης και ο δίκταμος της Κρήτης. Ο κρίκος της Κοζάνης και η μαστίχα της Χίου είναι τα μόνα αρωματικά φυτά για τα οποία υπάρχει ιδιαίτερα οργανωμένη παραγωγή, επεξεργασία, τυποποίηση και εμπορία στο πλαίσιο της δραστηριότητας του Αναγκαστικού Συνεταιρισμού Κροκοπαραγωγών Κοζάνης και της Ένωσης Μαστιχοπαραγωγών Χίου. Στον Πίνακα 3.2 παρατίθενται οι πιο συχνά απαντώμενες οικογένειες και τα αντίστοιχα είδη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

Πίνακας 3.2: Βοτανικές οικογένειες και είδη φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών.

| <b>Euphorbiaceae</b>                              | <b>Asteraceae</b>                                        | <b>Apiaceae</b>            | <b>Lamiaceae</b>                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Croton regelianus</i>                          | <i>Pectis apodocephala</i><br><i>Pectis oligocephala</i> | <i>Carum carvi</i>         | <i>Foeniculum vulgare</i> ,<br><i>Mentha rotundifolia</i><br><i>Origanum vulgare</i>                                                                                  |
| <b>Myrtaceae</b>                                  | <b>Geraniaceae</b>                                       | <b>Poaceae</b>             | <i>O. syriacum</i> <i>Coridothymus capitatus</i><br><i>O. basilicum</i><br><i>Ocimum sanctum</i><br><i>Mentha arvensis</i><br><i>M. piperita</i><br><i>M. spicata</i> |
| <i>Eucalyptus citriodora</i><br><i>E. hybrida</i> | <i>Pelargonium graveolens</i>                            | <i>Cymbopogon martinii</i> |                                                                                                                                                                       |

Στη συνέχεια αναφέρονται πληροφορίες για χαρακτηριστικές οικογένειες αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, από τα οποία παραλαμβάνονται με ειδικές μεθόδους αιθέρια έλαια.

#### 4.5.1 Η οικογένεια **Lamiaceae**

Η οικογένεια Lamiaceae ή Labiaceae ή “the mint family”, είναι μια από τις πλέον χαρακτηριστικές οικογένειες αρωματικών φυτών που ενδημούν στη Μεσόγειο, και παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον έχοντας μελετηθεί ιδιαίτερα λόγω της περιεκτικότητάς της σε μονοτερπενοειδή και φαινολικές ουσίες που της προσδίδουν μεγάλου εύρους βιολογικές δράσεις (Ντάλλη, 2010).

Στην οικογένεια αυτή ανήκουν τα αρωματικά φυτά που επιλέχθηκαν για να μελετηθούν ως προς τη νηματωδοκτόνο δράση τους στην παρούσα εργασία και παρατίθενται στη συνέχεια.

Πίνακας 3.3: Επιστημονικές και κοινές ονομασίες ειδών της οικογένειας *Lamiaceae*.

| Επιστημονική ονομασία        | Κοινή ονομασία |
|------------------------------|----------------|
| <i>Melissa officinalis</i>   | Μελισσόχορτο   |
| <i>Sideritis clandestina</i> | Τσάι           |
| <i>Origanum dictamnus</i>    | Δίκταμνο       |
| <i>Ocimum basilicum</i>      | Βασιλικός      |
| <i>Mentha pulegium</i>       | Μέντα          |
| <i>Origanum vulgare</i>      | Ρίγανη         |
| <i>Vitex agnus castus</i>    | Λυγαριά        |
| <i>Salvia officinalis</i>    | Σάλβια         |



### ***Melissa officinalis* L.**

Το βοτανικό είδος *Melissa officinalis* ή Lemon balm ή μελισσόχορτο ή μελισσοβότανο, μέλισσα ή κιτροβάλσαμο, είναι αυτοφυές φυτό των Μεσογειακών χωρών και ως εκ τούτου σαν τύπος καταγωγής του θεωρείται η νότιος Ευρώπη.

Ευδοκίμει σε ημιορεινές και πεδινές δροσερές περιοχές, πλούσια εδάφη, ποτιστικά και καλώς στραγγιζόμενα. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο, παραφυάδες και

μοσχεύματα (Ντάλλη, 2010).

### **Φαρμακευτική**

Το είδος *M. officinalis* χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική αφού έχει αποδειχθεί ότι τα εκχυλίσματά του παρουσιάζουν ιδιότητες, όπως η αντιβακτηριακή, η αντικαρκινική, η αντιακή (Herpes simplex virus; HSV, Human Immunodeficiency Virus type1; HIV-1), η αντιοξειδωτική και η δράση στο νευρικό σύστημα.

Τα εκχυλίσματα του φυτού *M. officinalis* δρουν επί της ακετυλοχολινεστεράσης (AChE) των χολινεργικών συνάψεων, και επίσης ελέγχουν ένζυμα που ρυθμίζουν τις νευρολογικές λειτουργίες δρώντας τελικά σαν ηρεμιστικά, αγχολυτικά, κατά της επιληψίας και ελέγχοντας την ασθένεια του Alzheimer .

### **Φυτοπροστασία**

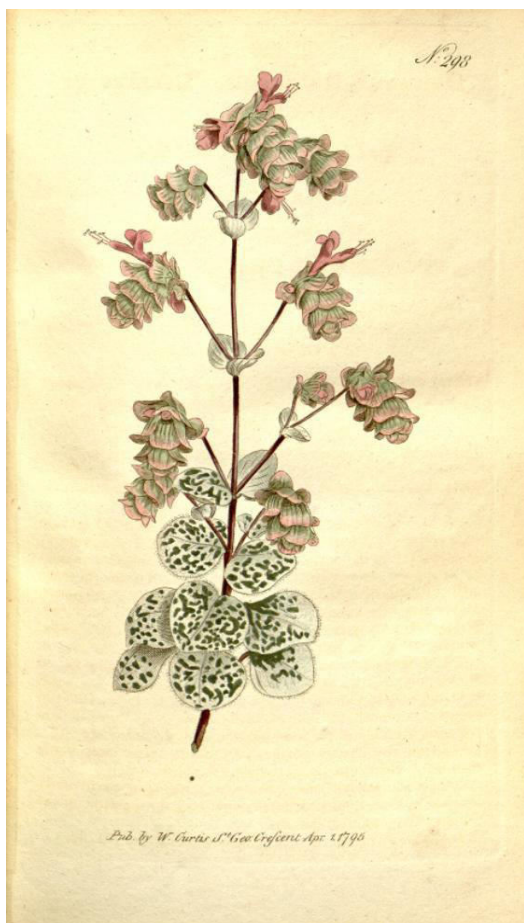
Τα εκχυλίσματα του *M. officinalis* παρουσιάζουν νηματοδοκτόνες ιδιότητες και παραλύουν της προνύμφες του φυτοпараσιτικού νηματώδη *Xiphinema americanum*. Το αιθέριο έλαιο του *M. officinalis* παρουσιάζει εντομοκτόνες ιδιότητες κατά των προνυμφών 3ου σταδίου ανάπτυξης του Λεπιδοπτέρου *Spodoptera littoralis* και μυκητοστατική δράση κατά του *Monilia spp.*

### **Άλλες χρήσεις**

Τα φυτικά μέρη του *M. officinalis* όταν προστίθεται στις ζωοτροφές καταπολεμούν τους ενδοπαρασιτικούς νηματώδεις του στομάχου των ζώων. Τα εκχυλίσματα του

είδους, έχουν εντομοαπωθητικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται σαν απωθητικά των ψύλλων και μυγών στα ζώα.

### ***Origanum dictamnus* L.**



Η ονομασία *Origanum dictamnus* (αγγλικά dittami of Crete) είναι παραφθορά της σύνθετης λέξης δίκταμνος (δίκτης και θάμνος) που σημαίνει θάμνος της Δίκτης (Βουνό της Κρήτης). Στην Κρήτη όπου είναι ενδημικό το φυτό ονομάζεται επίσης Έρωντας και μαλλιαρόχορτο και έχει εισαχθεί σαν καλλιέργεια. Καλλιεργείται επίσης και στην Ιταλία αλλά η ποιότητά του δεν είναι ικανοποιητική. Είναι συγγενές φυτό της ρίγανης. Είναι πολυετής πόα με πολλούς χημειότυπους και ποικιλίες, με μεγάλη διαφορά στο μέγεθος των φύλλων. Είναι φυτό περιορισμένης προσαρμοστικότητας σε απαιτήσεις ως προς τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και αυτό προκύπτει από το ότι αυτοφύεται

μόνο στην Κρήτη σε απόκρημνες περιοχές υψηλού υψομέτρου (500 με 700 μέτρα) (Ντάλλη, 2010).

### **Φαρμακευτική**

Η έρευνα όσον αφορά στη βιολογική δράση του *O. dictamnus* είναι κατά βάση ελληνική, σε συμφωνία με την προέλευσή του. Έχει βρεθεί πως εκχυλίσματα του είδους *O. dictamnus* διαθέτουν αντιοξειδωτικές, βακτηριοκτόνες, μυκητοκτόνες και αντικαρκινικές ιδιότητες. Εφαρμογές στη φυτοπροστασία δεν αναφέρονται.

## *Mentha pulegium* L.



Το βοτανικό είδος *M. pulegium* ή Pennyroyal ή φλισκούνη. Η ονομασία *pulegium* αποδίδεται στο Ρωμαίο Πλίνιο, που το ονόμασε έτσι από τη φήμη που είχε σαν απωθητικό φυτό των ψύλλων (*pulex* λατινικά). Πολλαπλασιάζεται με το σπόρο και δευτερευόντως με μοσχεύματα και διαίρεση (Ντάλλη, 2010).

### Φαρμακευτική

Τα αφεψήματα της μέντας χρησιμοποιούνται σαν καταπραϋντικά για το στομάχι και το λαιμό ενώ εκχυλίσματα

του είδους χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή ιατρική, για τη ρύθμιση της ροής της εμμήνου ρύσης και ως μέσο πρόκλησης αποβολής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορούν να αποβούν τοξικά και να προκαλέσουν μέχρι και θάνατο. Για το λόγο αυτό πλέον όλα τα προϊόντα που περιέχουν αιθέριο έλαιο μέντας συνοδεύονται από σχετικές σημάνσεις που εφιστούν την προσοχή. Το αιθέριο έλαιο την μέντας δεν υπόκειται στις διαδικασίες του Ελέγχου τροφίμων και Φαρμάκων των Η.Π.Α (U.S. Food and Drug Administration). Τα εκχυλίσματα της μέντας δρουν έναντι βακτηρίων που προσβάλουν τα τρόφιμα και δεν παρουσιάζουν αντικαρκινική δράση. Το αιθέριο έλαιο της μέντας χρησιμοποιείται στην αρωματοθεραπεία.

### Φυτοπροστασία

Το υδατικό εκχύλισμα του βοτανικού είδους *M. pulegium* παρουσίασε δράση εντομοαπωθητική και αποτρεπτική της ωτοκίας έναντι του *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleurodidae), ενώ το αιθέριο έλαιο και κάποια συστατικά τερπένια του παρουσίασαν εντομοκτόνο δράση αρκετών δίπτερων, λεπιδόπτερων και μυκητών.

Τέλος έχει αναφερθεί και βακτηριοκτόνος δράση του αιθέριου ελαίου της μέντας. Παράλληλα, αλεσμένα φυτικά μέρη του *M. pulegium* έδρασαν εντομοαπωθητικά έναντι του *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) σε αποθηκευμένα φασόλια.



## Άλλες δράσεις

Το αιθέριο έλαιο του *M. pulegium* παρουσιάζει δράση εντομοαπωθητική για τα τσιμπούρια και εντομοκτόνο για τα δίπτερα, όπως η οικιακή μύγα και το κουνούπι. Επιπλέον, το αιθέριο έλαιο της μέντας παρουσιάζει δράση έναντι των ακάρεων της σκόνης καθώς και κατά των βακτηρίων και μυκήτων που προσβάλουν τα τρόφιμα και το δέρμα.

Η αζωτούχος λίπανση επηρεάζει σημαντικά την αύξηση του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού αλλά και του ύψους του, σε καλλιέργειες σε περιοχές τόσο με ξηρό κλίμα όσο και υποτροπικό κλίμα, όπως η Ινδία.

## *Vitex agnus-castus* L.



Το βοτανικό είδος *V. agnus-castus* κοινώς Vitex, ή Chaste Tree, ή Chasteberry, ή Monk's Pepper ή Λυγαριά, ή αγνή, ή λυγιά ή κοπανίτσα είναι ιθαγενές στις χώρες της Μεσογείου και καλλιεργείται για τα αρωματικά φύλλα και άνθη του. Ευδοκιμεί σε υγροτόπους, όχθες ρυακιών και ρεμάτων, σε χαμηλό υψόμετρο (Ντάλλη, 2010).

## Φαρμακευτική

Αφεψήματα καρπών και φύλλων το είδος *V. agnus-castus* λειτουργούν τονωτικά στο αναπαραγωγικό σύστημα. Από την άλλη υποστηρίζεται πως έχει αντιαφροδισιακή δράση από όπου προκύπτουν και οι ονομασίες monk's pepper (το πιπέρι του μοναχού) και chaste tree (το δέντρο της αγνότητας). Το Vitex χρησιμοποιείται γενικά για την αντιμετώπιση γυναικολογικών προβλημάτων. Συστατικά των μεθανολικών του εκχυλισμάτων λειτουργούν καταπραυντικά έναντι των συμπτωμάτων πριν την έμμηνο ρήση για την οποία δράση υποστηρίζεται πως



δεσμεύονται στους υποδοχείς των οπιούχων. Επιπλέον τα εκχυλίσματα του *V. agnus-castus* δρουν κατά των συμπτωμάτων της εμμηνόπαυσης ενώ είναι αμφιλεγόμενο το εάν ευνοούν ή όχι τη γαλουχία. Έχουν οιστρογονική και ντοπαμινική δράση ενώ η απευθείας κατανάλωση των φυτικών μερών του *V. agnus-castus* μειώνει την αναπαραγωγική ικανότητα. Εκχυλίσματα του *V. agnus-castus* έχουν ιδιότητες όπως η αντιφλεγμονώδης και αντιοξειδωτική, η αντικαρκινική και η δράση κατά της επιληψίας .

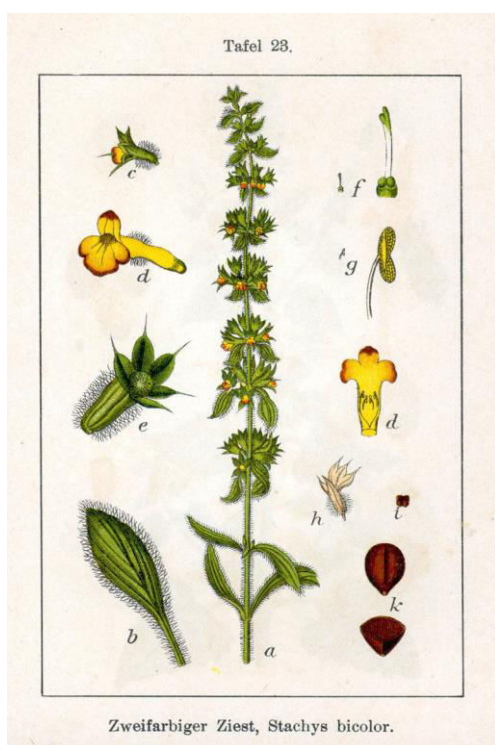
### Φυτοπροστασία

Το αιθέριο έλαιο του *V. agnus-castus* δρα ως ρυθμιστικός παράγοντας ανάπτυξης και αναστολέα της γονιμότητας, όταν εφαρμόστηκε στο είδος *Spilosoma obliqua* (Lepidoptera: Arctiidae).

### Άλλες χρήσεις

Εκχύλισμα του είδους *V. agnus-castus* έχει εντομοαπωθητικές ιδιότητες έναντι αρθροπόδων όπως τα τσιμπούρια *Ixodes ricinus* και *Rhipicephalus sanguineus*.

### *Sideritis clandestina* L.



Το βοτανικό είδος *Sideritis clandestina* L. γνωστό και σαν τσάι του βουνού, ή Ironwort, ή Sheperd's Tea, ή Pirin Tea, ή σιδερίτης είναι αυτοφυές στις ανατολικές μεσογειακές χώρες και συγκεκριμένα στα Βαλκάνια. Για την ονομασία του υπάρχουν δυο εκδοχές. Η μια λόγω του ότι χρησιμοποιούνταν για τη θεραπεία πληγών από σιδηρά αντικείμενα και η άλλη γιατί η περιεκτικότητά του σε σίδηρο είναι μεγάλη. Τόπος καταγωγής του είναι η Ελλάδα, όπου σαν καλλιεργούμενο είδος υπάρχει ήδη το *Sideritis raeseri* και προβλέπεται να ακολουθήσουν και άλλα μεταξύ των οποίων και το *Sideritis*

*clandestina*. Είναι φυτό σταυρογονιμοποιούμενο. Αυτοφύεται σε υψηλά υψόμετρα (έως και 2800 μέτρα), αντέχει στις παγωνιές και ευνοείται από τις μεγάλες διαφορές στην θερμοκρασία μεταξύ ημέρας και νύχτας. Αναπτύσσεται σε ποικιλία εδαφών με ευρέα όρια τιμών pH (6-8), έχει ελάχιστες απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά και αντέχει την ξηρασία. Πολλαπλασιάζεται με το σπόρο και με διαίρεση (Ντάλλη, 2010).

### Φαρμακευτική

Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην Ελλάδα, την Αλβανία, τη Βουλγαρία και την ανατολική Μεσόγειο υπό τη μορφή αφεψήματος (τσάι) που παρασκευάζεται με βράσιμο των βλαστών, των φύλλων και των άνθεων, και βοηθά στην αντιμετώπιση των συμπτωμάτων του κρυολογήματος και της γρίπης. Άλλες δράσεις του είδους αφορούν στην αντιμετώπιση αναπνευστικών προβλημάτων, της δυσπεψίας, την ενδυνάμωση του ανοσοποιητικού συστήματος και σε ηρεμιστικές ιδιότητες. Έχουν αναφερθεί επίσης άλλες δράσεις όπως αυτή κατά της οστεοπόρωσης, αντιοξειδωτική, αντιβακτηριακή, αντιφλεγμονώδης και δράση κατά του καρκίνου. Ουσίες που περιέχει και του προσδίδουν τις παραπάνω ιδιότητες είναι τα διτερπενοειδή, τα φλαβονοειδή, και τα τερπένια συστατικά των αιθερίων ελαίων του.

### *Ocimum basilicum* L.



Το βοτανικό είδος *O. basilicum* L. ή Sweet Basil, είναι ένα βοτανικό είδος γνωστό από την αρχαιότητα. Τόπος καταγωγής του θεωρείται η τροπική και η υποτροπική ζώνη της Αφρικής και της Ασίας, με πρώτο κέντρο εξάπλωσης την Ινδία. Σήμερα καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό στη Γαλλία, Ιταλία, Αίγυπτο, Μαδαγασκάρη, Ουγγαρία, Ινδονησία, Μαρόκο, Ισραήλ, Ελλάδα και τις Η.Π.Α. Το γένος *Ocimum* περιλαμβάνει 50 είδη αλλά το πλέον σημαντικό οικονομικά που καλλιεργείται σε όλο σχεδόν τον κόσμο είναι το *O. basilicum*. Είναι πολυμορφικό φυτό με πάρα

πολλές ποικιλίες. Τα αιθέρια έλαια του βασιλικού ανήκουν σε τέσσερις χημειότυπους: α) τον Ευρωπαϊκό με κύρια συστατικά τη λιναλοόλη και μεθυλοκαβικόλη ή εστραγόλη, β) το χημειότυπο Reunion με κύριο συστατικό τη μεθυλοκαβικόλη (Κομόρες, Ταϋλάνδη, Μαδαγασκάρη, Βιετνάμ), γ) τον τροπικό χημειότυπο με κύριο συστατικό το κινναμωμικό μεθυλεστέρα (Ινδία, Γουατεμάλα, Πακιστάν) και δ) το χημειότυπο της ευγενόλης (Πρώην Σοβιετική Ένωση, Β. Αφρική). Δείκτης του κλίματος ανάπτυξης του είναι το κλίμα της περιοχής καταγωγής του κάθε χημειότυπου. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο που παράγεται στην ανθοφορία (Ντάλλη, 2010).

### **Φαρμακευτική**

Τα εκχυλίσματα και το αιθέριο έλαιο του είδους *O. basilicum* έχουν ιδιότητες έναντι μεγάλου εύρους βακτηρίων και μυκήτων, που προσβάλουν κυρίως τις τροφές και το δέρμα, πράγμα που τα καθιστά κατάλληλα για χρήση ως συντηρητικά των τροφίμων και ως πρόσθετα σε καλλυντικά. Επιπλέον παρουσιάζουν άλλα είδη δράσεων όπως η μυκητοκτόνος (φυτοπαθογόνοι και μη μύκητες- *Candida* spp.), η αντιική (HSV & HIV), η αντικαρκινική, η αντιφλεγμονώδης, η αντιοξειδωτική, και η δράση κατά του πρωτοζώου του γένους *Giardia*.

### **Φυτοπροστασία**

Το αιθέριο έλαιο του *O. basilicum* έχει μυκητοκτόνο δράση έναντι των μυκήτων παθογόνων της μπανάνας *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusarium proliferatum* και *Colletotrichum musae*, έναντι των μυκήτων *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) και *Rhizopus stolonifer* που είναι αίτια των μετασυλλεκτικών ασθενειών του ροδάκινου, καθώς και έναντι του *Fusarium* sp. που είναι αίτιο μετασυλλεκτικής ασθένειας του φασολιού. Επίσης αναφέρεται η εντομοαπωθητική και εντομοκτόνος δράση του, έναντι του *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae), του *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), του *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae), του *Orius strigicollis* Poppius (Heteroptera: Anthocoridae), και των εχθρών αποθηκευμένων προϊόντων *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) και *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί η βακτηριοκτόνος δράση του αιθέριου ελαίου του βασιλικού. Τέλος το αιθέριο έλαιο του *O. Basilicum* έχει δοκιμαστεί εναντίον των κομβονηματωδών και χαρακτηρίστηκε από αξιόλογη



Έρευνες πάνω στην επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στα χαρακτηριστικά των φυτών έδειξαν ότι η ανάπτυξη της καλλιέργειας της ρίγανης εξαρτάται και μάλιστα ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες, την ένταση του φωτισμού καθώς και τη διάρκεια της ημέρας. Όσο αυξάνεται η διάρκεια της ημέρας και κατά συνέπεια η ένταση του φωτισμού τόσο περισσότερο αυξάνεται και η περιεκτικότητα σε λάδι. Η παραλλακτικότητα του φυτού της ρίγανης με άλλα λόγια συνδέεται με τη φωτοσύνθεσή του (Σωτηροπούλου, 2008).

Από αναλύσεις των αιθέριων ελαίων των φυτών της ρίγανης προέκυψαν σαράντα συστατικά σε συγκέντρωση μεγαλύτερη του 0,01% (v/v). Τα περισσότερα από αυτά είναι κοινά σε άλλα είδη φυτών της ρίγανης και είναι τα εξής: α - Θουγένιο, α - πινένιο, καμφένιο, β - πινένιο, 1 - οκτεν - 3 - όλη, μυρκενίο, α - φελλανδρένιο, α - τερπινένιο, π - κυμένιο, γ - τερπινένιο, cis - υδροσαβινένιο, τερπινολένιο, λιναλοόλη, βορνεόλη, τερπινέν - 4 - όλη, α - τερπινεόλη, θυμόλη, καρβακρόλη, καρυοφυλλένιο, β - δισαβολένιο, οξειδίο του καρυοφυλλενίου. Η ποσοστιαία χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων ποικίλλει και εξαρτάται κάθε φορά από τις κλιματικές συνθήκες, την τοποθεσία καθώς και την εποχή της συγκομιδής. Τα κυριότερα συστατικά του λαδιού της ρίγανης είναι η καρβακρόλη, η θυμόλη, το π - κυμένιο και το γ - τερπινένιο. Η υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη χαρακτηρίζει τη ρίγανη υψηλής ποιότητας, με χαρακτηριστική οσμή. Όταν το κύριο συστατικό του ελαίου της ρίγανης είναι η θυμόλη, η οσμή αλλάζει και το φυτό ανήκει σε άλλη ομάδα πια, είναι θυμάρι.

Η ποσότητα των φαινόλων (καρβακρόλη και θυμόλη) αυξάνεται κατά τη διάρκεια θερμών περιόδων και προκαλείται για την προστασία των φυτών από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, ενώ άλλοι ερευνητές θεωρούν ότι η αύξηση αυτή προστατεύει το φυτό από έντομα και μικροοργανισμούς, που πολλαπλασιάζονται γρήγορα σε περιόδους που χαρακτηρίζονται από χαμηλή υγρασία και υψηλή θερμοκρασία.

Το ποια φαινόλη θα παραχθεί εξαρτάται κυρίως από περιβαλλοντικούς παράγοντες δεδομένου ότι η % αύξηση της θυμόλης οδηγεί σε παράλληλη μείωση της καρβακρόλης, υποδηλώνοντας μια βιοσυνθετική σχέση μεταξύ των δύο ουσιών.

## **Φαρμακευτική**



Η ρίγανη έχει δράση αντιοξειδωτική, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητάς της σε φαινολικές ουσίες και φλαβονοειδή, που συνεπάγεται και δράση κατά του διαβήτη. Επίσης έχει αναφερθεί δράση βακτηριοκτόνος και μυκητοκτόνος, έναντι παθογόνων που προσβάλουν τα τρόφιμα και το δέρμα, και αυτό το γεγονός της προσδίδει το ρόλο του συντηρητικού των τροφίμων και του αντισηπτικού.

### Φυτοπροστασία

Η ρίγανη έχει δράση εντομοκτόνο έναντι εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων και το αιθέριο έλαιο του *O. vulgare* έχει δράση μυκητοκτόνο έναντι του *Fusarium verticillioides* και του *Aspergillus Flavus*, αντιβακτηριακή, αλλά και νηματωδοκτόνο έναντι του *Meloidogyne incognita*. Επιπλέον εκχυλίσματα του *O. vulgare* έχουν δράση έναντι αρθρόποδων διπτέρων (Diptera), και δράση έναντι του *Tripanosoma cruzi* (Protista). Πρόσφατα έχει διαπιστωθεί η δράση της ρίγανης κατά του ανθεκτικού στη μεθικιλίνη βακτηρίου *Staphylococcus aureus* (MRSA).

### *Salvia officinalis* L.



Το βοτανικό είδος *S. officinalis* ή Sage, ή Common sage, ή Garden sage, ή Kitchen sage, ή Culinary sage, ή Dalmatian sage, ή Purple sage, ή Broadleaf sage, ή Red sage ή φασκόμηλο είναι γνωστό και με τα ονόματα ελελίσφακος ο φαρμακευτικός, φασκομηλιά, αληφασκιά, χαμοσφακιά και στην Κύπρο σπατσιά. Το επιστημονικό του όνομα προέρχεται από τη λατινική λέξη “salvere” που σημαίνει σώζω. Απαντάται σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου και ιδιαίτερα της Αδριατικής, της Ν.

Ευρώπης και της Μ. Ασίας. Στη χώρα μας απαντούν αυτοφυή πάνω από 20 είδη

φυτών του γένους *Salvia*. Το είδος *S. officinalis* δε καλλιεργείται συστηματικά στη χώρα μας μέχρι σήμερα. Καλλιεργείται όμως στις χώρες της κεντρικής και Ν. Α. Ευρώπης (πρώην Γιουγκοσλαβία, Αλβανία, Ιταλία), στην Αγγλία, τη Γαλλία και την Αμερική (Ντάλλη, 2010).

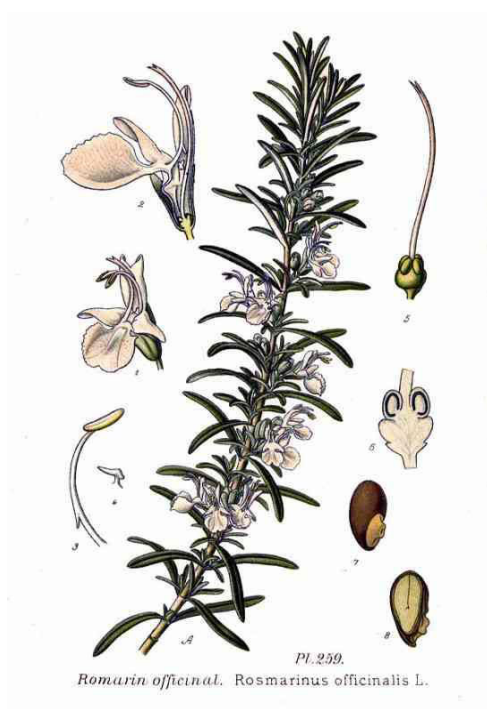
### Φαρμακευτική

Η ονομασία «sage» σημαίνει «αυτό που επουλώνει», υποδηλώνοντας το ευρύ πεδίο της βιολογικής δράση του *S. officinalis*. Ανάμεσα στις δράσεις των εκχυλισμάτων και του αιθέριου ελαίου του *S. officinalis* αναφέρεται η αντιοξειδωτική με συνεπάγουσες τη δράση κατά του διαβήτη και κατά των μεταλλάξεων, αντικαρκινική, αντιαίμα (HSV, HIV), αγχολυτική, δράση κατά της ασθένειας του Alzheimer.

### Φυτοπροστασία

Τα εκχυλίσματα του *S. Officinalis* έχουν δράση εντομοαπωθητική και εντομοκτόνο.

### *Rosmarinus officinalis*



Το όνομά του είναι σύνθετο από τις λέξεις *ros* που σημαίνει δροσιά και *marinus* που σημαίνει θαλάσσιος, δηλ. θαλασσινή δροσιά, κι' αυτό γιατί φυτρώνει μόνο του κοντά στη θάλασσα. Οι Ρωμαίοι, εξάλλου, λέγανε το δενδρολίβανο λουλούδι της θάλασσας και ο Λινναίος υποστήριξε, ότι οι ναύτες στη Μεσόγειο θάλασσα, μπορούσαν να αισθανθούν την μυρωδιά του πριν ακόμα δουν τη στεριά. Το Ελληνικό όνομα είναι πάλι σύνθετο από τις λέξεις δένδρο και λιβάνι, διότι είναι το δένδρο που μυρίζει σαν λιβάνι, γι' αυτό το χρησιμοποιούσαν σε καπνισμούς κλειστών χώρων όπου ήταν συγκεντρωμένος κόσμος,

για αρωματισμό αλλά συγχρόνως απολυμαντικό και τονωτικό των λειτουργιών του εγκεφάλου (αποφυγή λιποθυμιών) (Παπαδόπουλος, 2012).

Ημι-αυτοφύεται σε θαμνότοπους και χέρσα εδάφη στις Χώρες της λεκάνης της Μεσογείου. Καλλιεργείται σε Γαλλία, Ισπανία, Τυνησία, Μαρόκο και αλλού. Είναι μικρός, αειθαλής, πολυετής θάμνος με γκριζοπράσινη εμφάνιση. Το ύψος του φθάνει τα 1.5 m. Πολυδιακλαδισμένο φυτό με πολύ πυκνή εμφάνιση, ως εκ τούτου κατάλληλο για φράκτες. Οι βλαστοί είναι ορθόκλαδοι, τετραγωνικοί, με πυκνό φύλλωμα. Τα φύλλα είναι άμισχα, αντίθετα, λογχοειδή, σκληρά, παχιά, δερματώδη, βαθυπράσινα στην πάνω επιφάνεια και γκριζωπά στην κάτω, με πλευρές αναδιπλούμενες. Έχουν μήκος 2-4 cm. Τα φύλλα έχουν διαφορετικό μέγεθος κατά μήκος του βλαστού.

Είναι φυτό ανθεκτικό τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές θερμοκρασίες. Και τους καλοκαιρινούς μήνες επιβιώνει και χωρίς άρδευση. Επιβιώνει σε φτωχά, υποβαθμισμένα εδάφη. Προτιμάει τα προσήλια, ελαφρά, στραγγερά εδάφη. Φοβάται την υπερβολική υγρασία στο έδαφος. Το δενδrolίβανο πολλαπλασιάζεται:

1. με σπόρο : Το δενδrolίβανο, εφ' όσον έχει υγρασία, παράγει πολύ σπόρο. Είναι μικρός και έχει καφετί χρώμα. Η βλαστική ικανότητα είναι 50%. Σπείρεται σε σπορεία και η μεταφύτευση στο χωράφι γίνεται με μηχανές.
2. με μοσχεύματα : Τα μοσχεύματα του δενδrolίβανου αποτελούνται από βλαστούς μήκους περίπου 10 cm και ριζοβολούν εύκολα. Μπορούν να τοποθετηθούν είτε στην υδρονέφωση είτε σε σακούλες είτε σε πρασιές στο φυτώριο είτε στο χωράφι απ' ευθείας. Ο τελευταίος τρόπος είναι ο πιο οικονομικός.

Το δενδrolίβανο έχει την τάση ν' αναπτύσσεται σε κυκλικό σχήμα και η διάμετρος είναι 0.80-1.20 m. Τα φυτά πρέπει να δέχονται άπλετο φως, να μην αλληλοσκιάζονται για να φωτοσυνθέτουν απρόσκοπτα. Δεδομένου ότι θα πρέπει να μένουν και κάποιες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών για να εκτελούνται οι καλλιεργητικές εργασίες, οι ενδεδειγμένες αποστάσεις των φυτών είναι 2.0X1.0 m. Τα νεαρά φυτά χρειάζονται υποστήριξη από τα ζιζάνια μέχρι να εγκατασταθούν. Ο μηχανικός τρόπος αντιμετώπισής τους είναι ο πιο πρόσφορος. Ασθένειες και έντομα δεν έχουν αναφερθεί να προκαλούν ζημιές στα φυτά.

Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο είναι μεγαλύτερη την Άνοιξη και το Καλοκαίρι. Επίσης θα πρέπει ν' αναφερθεί ότι η ανθοφορία του φυτού δεν συμπίπτει πάντοτε και με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.



Αν η παραγωγή του προορίζεται για παραγωγή αιθέριου ελαίου, τότε η απόσταξη μπορεί να γίνει είτε με χλωρό υλικό, εφόσον υπάρχουν εγκαταστάσεις στην επιχείρηση, είτε με ξερό υλικό, οπότε είναι ανεξάρτητη ως προς τον χρόνο πραγματοποίησης.

Τα είδη *Rosmarinus* που είναι γνωστά στην θεραπευτική είναι :

1. *Rosmarinus officinalis* L.
2. *Rosmarinus eriocalyx* Jord και Four
3. *Rosmarinus tomentosus* Huber Morath

Αυτά κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες με βάση την Βιοχημική εξειδίκευση. Η βιοχημική εξειδίκευση (B.S.) εκφράζει την παρουσία μιας ή περισσότερων ενώσεων του αιθέριου ελαίου, οι οποίες προσδίδουν σ' αυτό την θεραπευτική του αξία. Τα αιθέρια έλαια του *R. officinalis* διακρίνονται σε τρεις μεγάλες βιοχημικές κατηγορίες:

**1,8-κινεόλη.** Απαντά στην Αφρική και ειδικά στο Μαρόκο και την Τυνησία. Η 1,8-κινεόλη περιέχεται σε ποσότητα 50%, συνοδεύεται από βορνεόλη (10%) και από α-πινένιο (10%).

**Οξεϊκός βορνυλεστέρας, βερβενόνη, α-πινένιο.** Απαντά κυρίως στην Κορσική και Σαρδηνία. Ο οξεϊκός βορνυλεστέρας περιέχεται σε ποσότητα 10-15%, η βερβενόνη από 4-7% και το α-πινένιο σε ποσότητα 30-40%. Αυτή είναι πιο λίγη και περισσότερο ακριβή βιοχημική ειδικότητα, η οποία παράγεται σε μικρή βιομηχανική κλίμακα.

**Βορνεόλη ή καμφορά.** Απαντά στη Νότια-Ανατολική Γαλλία και Ισπανία. Η καμφορά περιέχεται σε ποσότητα 15-20% και συνοδεύεται από 1,8-κινεόλη, α-πινένιο και βορνεόλη. Αυτός ο τύπος απαντάται συχνά και το αιθέριο έλαιο είναι πολύ πιο ακριβό από εκείνο της 1,8-κινεόλη.

Η χημική ανάλυση του αιθέριου ελαίου του *R. officinalis* (GM/MS) έχει αποδείξει ότι τα κύρια συστατικά του είναι :

1. Μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες (α-πινένιο, β-πινένιο και καμφένιο)
2. Μονοτερπενικά οξείδια (1,8-κινεόλη)
3. Μονοτερπενικές αλκοόλες (βορνεόλη)
4. Μονοτερπενικές κετόνες (βορνεόνη και βερβενόνη)

#### **Φαρμακευτική**

Η αντιοξειδωτική και αντισηπτική δράση του φυτού συντηρεί τις τροφές, βοηθάει την πέψη των λιπών και εισέρχεται σε σκευάσματα που βοηθούν τον ύπνο. Ανθόνερο από δενδρολίβανο χρησιμοποιείται για πλύσιμο των ματιών. Επίσης το αιθέριο έλαιο είναι τονωτικό, αντιβακτηριακό και μυκητοκτόνο. Διεγείρει την λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος, την κυκλοφορία του αίματος, ανακουφίζοντας τον πόνο των μυών.

Έχει αποχρεμπτικές ιδιότητες, διευκολύνει την αναπνοή, ρευστοποιεί τα βρογχικά εκκρίματα, δρα ως αντισπασμωδικό στο μυϊκό σύστημα. Έχει αναλγητικές ιδιότητες, και είναι τονωτικό του εγκεφάλου. Επίσης είναι διεγερτικό των διανοητικών ικανοτήτων και αυξάνει τις εκκρίσεις της χολής, διευκολύνει τις περισταλτικές κινήσεις του εντέρου, ρυθμίζει την εντερική χλωρίδα, περιορίζει την αρτηριοσκλήρυνση. Λειτουργεί ως τονωτικό του νευρικού συστήματος και διατηρεί την ψυχολογική ισορροπία. Γενικά, όλα τα αιθέρια έλαια του γένους *Rosmarinus* έχουν μεγάλη χρήση στις παθήσεις του πεπτικού συστήματος και ως αντισηπτικό (στοματικής και ρινικής κοιλότητας). Τα φύλλα του ως πομάδα χρησιμοποιούνται με επιτυχία εναντίον των ρευματισμών των αρθρώσεων, καθώς και για την περιποίηση των στραμπουληγμάτων, των θλάσεων, των μωλώπων, της φυματιώδους αδενοπάθειας, των πληγών και των εκζεμάτων. Μπάνια με αφέψημα δενδρολίβανου δυναμώνουν παιδιά και εκείνους που υποφέρουν από ρευματισμούς. Σε παραδοσιακή χρήση αναφέρεται ότι βοηθά πολύ την μνήμη και συνιστάται τόσο σε άτομα που εργάζονται πνευματικά όσο και σε άτομα ηλικιωμένα.

### **Άλλες χρήσεις**

Τα φύλλα του δενδρολίβανου χρησιμοποιούνται από παλιά για αρωματισμό φαγητών, όπως οστρακοειδών, κρέατος χοιρινού και αρνίσιο, καθώς και Ιταλικών σπεσιαλιτέ. Χρησιμοποιείται σε κολώνιες, σαμπουάν, για μαλλιά σκούρου χρώματος, όπου βοηθάει την λειτουργία του θύλακος της τρίχας και την μνήμη.

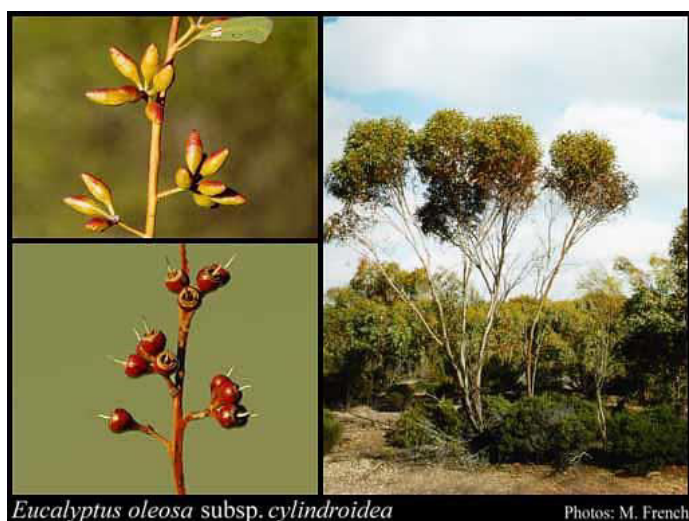
### **4.5.2 Οικογένεια Μυρτοειδών (Myrtaceae)**

Η οικογένεια περιλαμβάνει 133 γένη και 3.800 είδη δένδρων και θάμνων, τα οποία ευδοκιμούν σε μέτρια υποτροπικές και τροπικές περιοχές. Παρόλαυτά, απαντώνται

συχνά στην Αυστραλία, την Αμερική και τη Νοτιοανατολική Ασία και σπάνια στην Αφρική, ενώ στις μέρες μας φύονται επιτυχώς παγκοσμίως, ακόμα και στην Τυνησία (Naceur Ben Marzoug et al., 2011). Ένα από τα σημαντικότερα είδη της οικογένειας *Myrtaceae* είναι ο *Eucalyptus*, ένα τεράστιο γένος καταπράσινων δέντρων και θάμνων που περιλαμβάνει σχεδόν 700 είδη και έχει σημαντική θέση στις δραστηριότητες του ανθρώπου.



Εικόνα 4: *Eucalyptus Oleosa*, υποείδος *corvina*



Εικόνα 5: *Eucalyptus Oleosa*, υποείδος *cylindroidea*

Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων του ευκάλυπτου γίνεται από φρεσκοκομμένα φύλλα του δέντρου. Ποσότητα 250 g τεμαχίζεται και αναμειγνύεται με 1 λίτρο αποσταγμένου νερού σε σφαιρική φιάλη 2 λίτρων στην οποία έχει προσαρμοστεί

αποστακτήρας. Ο βρασμός διαρκεί τρεις ώρες και το έλαιο παραλαμβάνεται από το ακροφύσιο της φιάλης, ξηραίνεται με θειικό νάτριο και διατηρείται στους 4°C για περαιτέρω χρήση.

### **Φαρμακευτική**

Το κόμμι του *Eucalyptus* χρησιμοποιείται κατά της διάρροιας και ως στυπτικό στην οδοντιατρική. Το ελάχιστο περιεχόμενο σε 1,8- κινεόλη του αιθέριου ελαίου του ευκάλυπτου, που πρόκειται για φαρμακευτική χρήση ανέρχεται στο 70%. Τα αιθέρια έλαια του ευκάλυπτου εμφανίζουν σημαντικές βιολογικές δραστηριότητες, όπως κατά της ελονοσίας, και έχουν απολυμαντικές, αντισηπτικές, αναλγητικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιβακτηριδιακές, αποχρεμπτικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες σχετικά με τα πτητικά συστατικά των αιθέριων ελαίων διαφορετικών ειδών ευκάλυπτου και έχει διαπιστωθεί η σύσταση του ελαίου που παραλαμβάνεται από διάφορα μέρη του φυτού ( από τους βλαστούς, τα φύλλα, τα άνθη ακόμα και από τους καρπούς). Η χημική σύσταση καθώς και ο συσχετισμός με την αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δραστηριότητα ποικίλλει και εξαρτάται από τα διαφορετικά μέρη του φυτού, από τα οποία παραλαμβάνονται τα αιθέρια του έλαια. Η αντιμικροβιακή δραστηριότητα των αιθέριων ελαίων του ευκάλυπτου αποδίδεται χημικώς στην παρουσία οξυγονωμένων ομάδων, όπως για παράδειγμα η 1,8-κινεόλη χημική ουσία υπεύθυνη για την αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση που παρατηρείται στο αιθέριο έλαιο.

### **Άλλες χρήσεις**

Τα δέντρα ευκάλυπτου είναι από τις πιο σημαντικές δασοκομικές καλλιέργειες σκληρού ξύλου και συνιστούν κύριο πάροχο ξυλείας για της ανάγκες τις χαρτοβιομηχανίας. Αποτελεί δομικό υλικό και χρησιμοποιείται επίσης ως καύσιμο. Κατά την παραγωγή χαρτιού τεράστιες ποσότητες φύλλων χάνονται και η χρησιμοποίηση αυτών των απωλειών είναι κρίσιμη από οικολογική άποψη (Siramon et al., 2013).

Τα αιθέρια έλαια του ευκάλυπτου χρησιμοποιούνται επίσης στη βιομηχανία των καλλυντικών ως συστατικά απορρυπαντικών και καθαριστικών, ενώ ελάχιστα χρησιμοποιούνται ως ενισχυτικά γεύσης ή στην αρωματοποιεία.

#### 1. Μονοτερπενικοί εστέρες (οξείκος βορνυλεστέρας).

### Φυτοπροστασία

Πολλά από τα είδη του ευκάλυπτου έχουν μελετηθεί για τις αντιμικροβιακές, αντιμυκητιακές, εντομοκτόνες και νηματωδοκτόνες δράσεις τους καθώς και για τη φυτοτοξικότητα που παρουσιάζουν τα έλαιά του εναντίον κάποιων ζιζανίων.

Το λάδι ευκάλυπτου δρα ως ανασταλτικός παράγοντας και ελαττώνει τη βλάστηση των ζιζανίων, η ελάττωση αυτή είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του λαδιού ενώ η διαφορετική αντίδραση στα έλαια του ευκάλυπτου αποδίδεται στη γενετική ποικιλομορφία και το σχήμα των σπόρων των ζιζανίων. Οι πτητικές ουσίες διαταράσσουν τη μιτωτική δραστηριότητα και ελαττώνουν την ανάπτυξη των ριζών. Επιπλέον, εικάζεται ότι το λάδι επεμβαίνει στο μεταβολισμό του φυτού, την παραγωγή της χλωροφύλλης καθώς και στην κυτταρική αναπνοή των ζιζανίων υποδεικνύοντας τις πιθανές εφαρμογές του ως ζιζανιοκτόνο (Setia et al., 2007).

Ένα από τα πιο γνωστά είδη ευκάλυπτου στην Ταϊλάνδη είναι ο *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Αναπτύσσεται με γρήγορο ρυθμό και κυρίως χρησιμοποιείται στη χαρτοβιομηχανία από μικρές ηλικίες 3-5 έτη. Τα αιθέρια έλαια που παραλαμβάνονται από τα φύλλα του *E. camaldulensis* εμφανίζουν αντιμυκητιακή δράση έναντι πολλών μυκητών. Τα παραπροϊόντα της χαρτοβιομηχανίας θα μπορούσαν να αποτελέσουν την πρώτη ύλη για την παρασκευή πολλά υποσχόμενων αντιμυκητιακών παρασκευασμάτων, χαμηλής τοξικότητας και φιλικών προς το περιβάλλον (Setia et al., 2007).

#### 4.5.3 Οικογένεια Anthemideae

Πολυάριθμα μέλη της οικογένειας Anthemideae έχουν εξέχοντα ρόλο στις ανθοκομικές και διακοσμητικές καλλιέργειες καθώς και ως αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Τα αιθέρια έλαια των φυτών της οικογένειας των Anthemideae

βρίσκουν πολλές εφαρμογές στην παραδοσιακή και σύγχρονη ιατρική, στις βιομηχανίες καλλυντικών και φαρμάκων. Επιπλέον χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες τροφίμων ως πρόσθετα γεύσης και αρώματος, καθώς και στην ποτοποιεία. Η ευρεία εφαρμογή τους σε διάφορους τομείς είναι αποτέλεσμα της ύπαρξης συστατικών όπως ακετυλένια, αλκαλαμίνες, θειούχα συστατικά, ισοκουμαρίνες και λακτόνες. Στην οικογένεια συναντάει κανείς τουλάχιστον 12 υποκατηγορίες, 108 γένη και 1741 είδη (Teixeira da Silva, 2004).

Η ποιότητα και η απόδοση των αιθέριων ελαίων της οικογένειας Anthemideae ποικίλλει και εξαρτάται από την περίοδο συγκομιδής, τη λίπανση και την οξύτητα του εδάφους (ιδανικά κρίνονται τα όξινα εδάφη με pH 4.5-5.4), η επιλογή και οι συνθήκες του σταδίου της αποξήρανσης, την τοποθεσία της καλλιέργειας, το χημειότυπο και τα υποείδη, την επιλογή του μέρους του φυτού ή την μέθοδο εκχύλισης που χρησιμοποιείται.

***Achillea* spp.** Τα μέλη της ομάδας *Achillea millefolium* περιέχουν σημαντικές ποσότητες δευτερογενών μεταβολιτών όπως τα φλαβονοειδή, πικραντικές ουσίες, αιθέρια έλαια και προαζουλένια (Teixeira da Silva, 2004). Αυτά τα συστατικά συναντώνται στα περισσότερα μέλη της ομάδας και προσδίδουν αντιφλογιστικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Η Αχιλλέα, ένα από τα πιο κοινά είδη, παρουσιάζει έντονη οσμή και τα φύλλα της έχουν γκριζοπράσινο χρώμα, λόγω των πολυάριθμων τριχωμάτων τους, η παραλαβή του αιθέριου ελαίου γίνεται με απόσταξη των φύλλων της, και συγκεκριμένα των φύλλων που βρίσκονται κοντά στην κεφαλή του άνθους.

### **Φαρμακευτική**

Έκχυμα φύλλων του μέλους *A. santolina* χρησιμοποιείται κατά της αναιμίας, της δυσεντερίας, ως επουλωτικό πληγών, ως τονωτικό ή κατασταλτικό ενώ στα αιθέρια έλαιά του σημειώνεται ηπατοπροστατευτική δράση, η οποία αποδίδεται στην παρουσία του χαμαζουλενίου καθώς και βιολογικά ενεργών φλαβονοειδών.

### **Φυτοπροστασία**

Τα αιθέρια έλαια του φυτού *A. santolina* παρουσιάζουν εντομοκτόνο, νηματοδοκτόνο, αντιβακτηριδιακή και αντιμυκητιακή δράση. Έλαια των μελών της ομάδας έχουν την ικανότητα να δρουν παρεμποδιστικά στην ανάπτυξη βακτηρίων και να αποτελούν φυσικές εναλλακτικές αντί των συμβατικών αντιβιοτικών.

***Anthemis* spp. (syn. *Chamaemelum*, *Matricaria*).** Το γένος *Anthemis*, αποτελείται από περίπου 130 είδη, πρόκειται για χαρακτηριστική ποικιλία της μεσογείου, ωστόσο κάποια είδη του συναντώνται και στη νοτιοδυτική Ασία και Νότια Αφρική (Teixeira da Silva, 2004). Τα άνθη του χρησιμοποιούνται για ιατρικούς λόγους και τα αιθέρια έλαιά του ως αρωματική ύλη στη σαπωνοποιεία, καθώς και στις βιομηχανίες τροφίμων, φαρμάκων και καλλυντικών.

### **Φαρμακευτική – Φυτοπροστασία**

Συχνά χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική θεραπεία κατά της ναυτίας, του εμετού, της δυσπεψίας και της απώλειας όρεξης. Τα φυτά του γένους *Matricaria* έχουν εγείρει το ενδιαφέρον των ερευνών, καθώς τα συστατικά τους δρουν θεραπευτικά ως καταπραϋντικά, αντιφλεγμονώδη και αντιμεταλλαξιογόνα, ως αντιφλογιστικά (λόγω του αζουλένιου), αντισπασμωδικά, μιτογενετικά, σπασμολυτικά (λόγω των φλαβονοειδών), αντιμικροβιακά, ως εντομοκτόνα και ως αντιμικροβιακοί παράγοντες (Teixeira da Silva, 2004)..

***Artemisia* spp** Η Αρτεμισία, αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα γένη της οικογένειας *Anthemideae*. Χημικές και βιολογικές μελέτες υποδεικνύουν ως βασικούς μεταβολίτες τους τις λακτόνες, τις κουμαρίνες και τα ακετυλένια. Τα φυτά του γένους παρουσιάζουν αντιβακτηριδιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, ενώ η εντομοκτόνος δράση πολλών ειδών αποδίδεται στην 1,8-κινεόλη.

### **Φαρμακευτική**

Τα σεσκιτερπένια ως βασικά συστατικά έχουν αντιφλεγμονώδη δράση, αντικαρκινική δραστηριότητα και αμυντικό ρόλο. Τα αιθέρια έλαια πολλών φυτών του γένους χρησιμοποιούνται κατά της φυματίωσης και έχουν αναφερθεί αντιπολλαπλασιαστικές, αντιοξειδωτικές και αναλγητικές ιδιότητές τους.

Η Αρτεμισία στην παραδοσιακή ευρωπαϊκή ιατρική χρησιμοποιείται ως χολεκκριτικός, για την αμμηνόρροια και τη δυσμηνόρροια. και τα ενεργά συστατικά του ελαίου της Αψιθιάς αποτελούν συστατικά φυτικών ιατρικών παρασκευασμάτων

### **Φυτοπροστασία**

Τα αιθέρια έλαια της Αρτεμισίας έχουν εντομοαπωθητική δράση απέναντι στις μύγες και τα κουνούπια και ελαττώνουν τις απώλειες του αζώτου στα εδαφικά συστήματα

λίπανσης ενώ τα ενεργά συστατικά του ελαίου της Αψιθιάς και ως εντομοκτόνα, επιδεικνύοντας αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση.

### **Άλλες χρήσεις**

Η Αρτεμισία χρησιμοποιείται ως πηγή αιθέριων ελαίων για την ενίσχυση της γεύσης του Βερμούτ και ως καθώς και καρυκεύματα.

***Balsamita spp.*** Τα φυτά του γένους *Balsamita major* ή αλλιώς Χρυσάνθεμου έχουν καταγωγή από την Ασία. Το χρώμα τους είναι έντονο κίτρινο και καλλιεργούνται στην Ευρώπη, την Ασία και την Αυστραλία αιώνες τώρα. Το όνομά τους δόθηκε εξαιτίας της ελαφριάς και ευχάριστης οσμής των πτητικών ελαίων του φυτού, που περιέχονται στους αδένες της χαμηλότερης επιφάνειας των φύλλων του. Τα είδη της ομάδας *Balsamita major* χωρίζονται σε τρεις χημειότυπους, με βάση το βασικό τερπένιο στο αιθέριο έλαιο του φυτού: εκείνα που έχουν καμφορά, καρβόνη ή καμφορά και θουγιόνη. Η σύσταση των αιθέριων ελαίων του χρυσάνθεμου εξαρτάται από την εποχή συγκομιδής και το τμήμα του φυτού, ενώ η δράση τους, που προκύπτει από το συνεργιστικό αποτέλεσμα της καρβόνης με την πυρεθρίνη I, είναι εντομοκτόνος κατά των αφίδων.

### **Φαρμακευτική**

Τα αιθέρια έλαια του είδους *C. balsamita essential* χρησιμοποιούνται ως ηπατοπροστατευτικά, ελαττώνοντας την ηπατική στεάτωση, ως αντιβιοτικά και ως αντιαλλεργιογόνα.

### **Άλλες χρήσεις**

Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται ευρέως ως πρόσθετο γεύσης σε διάφορα τρόφιμα (κρέας, ψάρι, πατάτες, σάλτσες, σούπες, γλυκά και ποτά).

### ***Chrysanthemum cinerariaefolium***

Πρόκειται για ένα παραϊατρικό φυτό γνωστό και ως πύρεθρο, το οποίο αποτελεί την πηγή πολυάριθμων συστατικών, τις πυρεθρίνες. Οι πυρεθρίνες εξάγονται σε βιομηχανικό επίπεδο από τις αποξηραμένες ταξιανθίες του φυτού. Οι χώρες στις οποίες γίνεται η μεγαλύτερη παραγωγή τους είναι η Κένυα, η Αυστραλία, η



Ταζμανία, η Τανζανία, η Ρουάντα, η Παπούα – Νέα Γουινέα και η Ινδία (Teixeira da Silva, 2004).

Οι πυρεθρίνες χημικά αποτελούνται από μείγμα έξι μονοτερπενικών εστέρων, οι οποίοι παράγονται μετά από εστεροποίηση του χρυσανθεμικού και του πυρεθρικού οξέος. Χρησιμοποιούνται στη γεωργία ως λιπάσματα ή ως ανασταλτικοί παράγοντες της νιτροποίησης με αποτέλεσμα να παράγονται αιθέρια έλαια με μεγαλύτερες αποδόσεις.

### ***Chrysanthemum coronarium***

Τα μέλη *C. coronarium* και *C. segetum* είναι ευρέως διαδεδομένα στη Μεσόγειο, τη δυτική Αφρική και Ασία (Teixeira da Silva, 2004). Το *C. coronarium* στην ανατολική Ασία θεωρείται ως λαχανικό, επειδή το βρώσιμο μέρος του αποτελεί πηγή άφθονων συστατικών. Τα είδη αυτά χρησιμοποιούνται επίσης στην ιατρική, λόγω των βιοενεργών συστατικών τους, αλλά ως πρόσθετο γεύσης τροφίμων, για να καλύπτονται οι οσμές των ψαριών στα τρόφιμα.

### ***Chrysanthemum morifolium***

Τα άνθη του είδους *C. morifolium* χρησιμοποιούνται ως αφέψημα στη κινέζικη παραδοσιακή ιατρική, ως εντομοκτόνο και παρασιτοκτόνο, κατά της νόσου Πάρκινσον, καθώς και σε άλλες ασθένειες του νευρικού συστήματος (πονοκέφαλοι, στη βουή των αυτιών και τη νυκταλωπία) (Teixeira da Silva, 2004). Ωστόσο, υπάρχει ο κίνδυνος η επαφή με διάφορα μέρη των φυτών αυτών να προκαλέσουν δερματίτιδες. Βασικά συστατικά των ειδών αποτελούν οι λακτόνες, τα φλαβονοειδή, οι κουμαρίνες, οι πυρεθρίνες, τα αλκαλοειδή, ενώ από τα είδη αυτά έχουν απομονωθεί παράγοντες κατά του HIV.

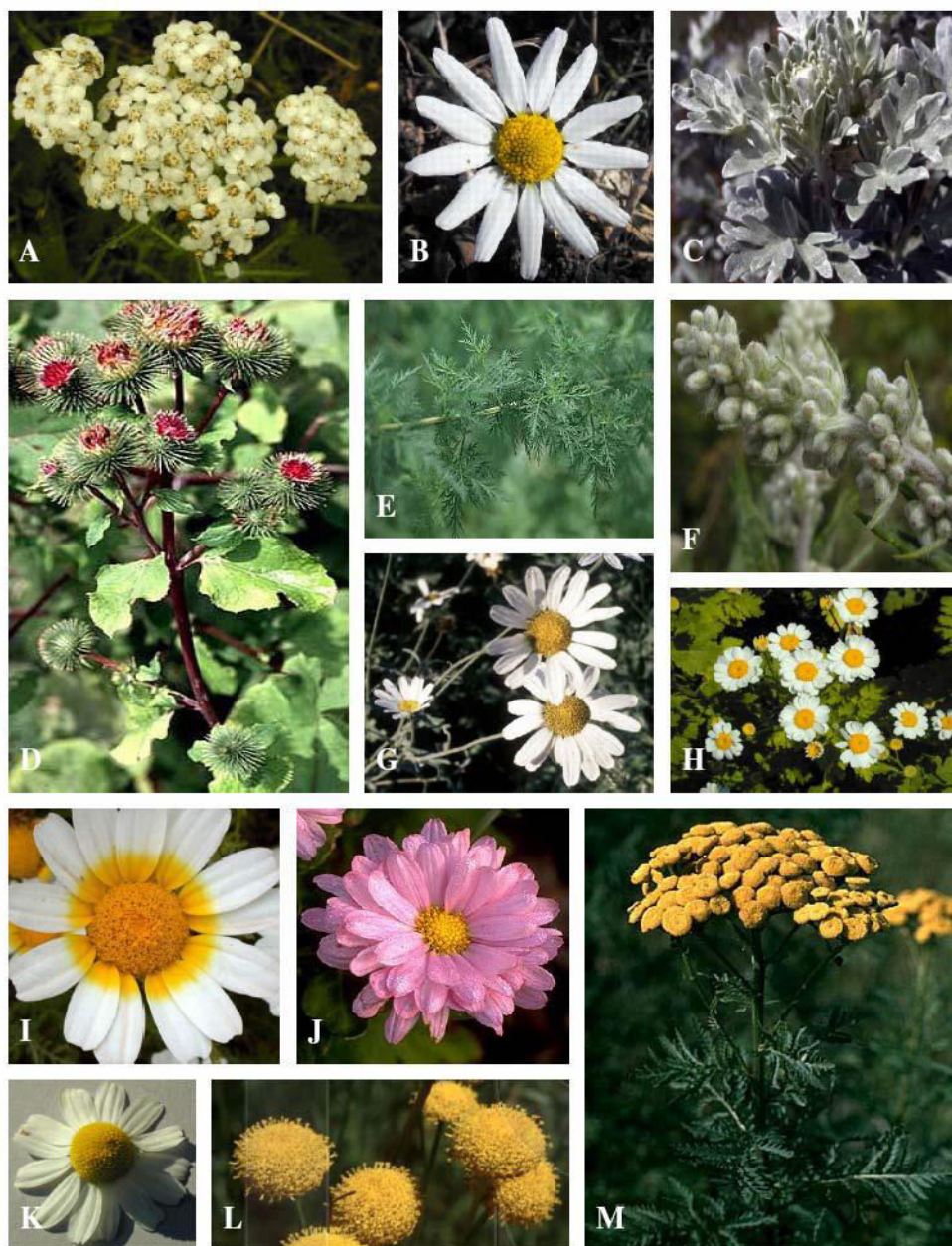
### ***Santolina***

Το μέλος *S. chamaecyparissus* είναι θάμνος με κίτρινες ταξιανθίες και χρησιμοποιείται ευρέως στη μεσογειακή παραδοσιακή ιατρική. Τα άνθη του χρησιμοποιούνται για τις αναλγητικές τους, αντιφλεγμονώδεις, αντισηπτικές, αντισπασμωδικές, αντιβακτηριδιακές και μυκητοκτόνες, επουλωτικές και πεπτικές ιδιότητες (Teixeira da Silva, 2004). Συγκεκριμένα στη φυτοπροστασία χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση διάφορων ειδών δερματίτιδων. Πολλά συστατικά των μελών της οικογένειας, όπως ακετυλένια, αιθέρια έλαια, φλαβονοειδή

και σεσκιτερπένια) έχουν μελετηθεί για τη βιολογική δραστηριότητα που επιδεικνύουν. Η αντιφλεγμονώδης δράση των κουμαρινών του *S. Oblongifolia* αποδίδεται στη δράση της απιγενίνης, της λουτεολίνης, της κερκετίνης κ.α.

### ***Tanacetum***

Τα φυτά που ανήκουν στο είδος *Tanacetum*, αριθμούν περί τα 200, συναντώνται στην Ευρώπη και τη δυτική Ασία και σε υψόμετρα μέχρι και 2000 μέτρα, έχουν έντονη οσμή και είναι πολυετή. Χρησιμοποιούνται από τους ιθαγενείς αμερικάνους ως εντομοκτόνα και εντομοαπωθητικά (Teixeira da Silva, 2004). Η παρουσία διάφορων ουσιών στα αιθέρια έλαια τους όπως οι λακτόνες, τους προσδίδουν αντιμικροβιακές και βιοδραστικές ιδιότητες, όπως η κυτταροτοξικότητα, ο έλεγχος των πληθυσμών. Εκχυλίσματα των ταξιανθιών τους χρησιμοποιούνται ως αντιοξειδωτικά σκευάσματα στη βιομηχανία τροφίμων ενώ παράλληλα η ύπαρξη έντονα δραστικών μονοτερπενίων όπως η καμφορά, τα καθιστούν σπασμολυτικά. Τα αιθέρια έλαια του είδους *T. corymbosum* επιδεικνύουν αντιπηκτικές ιδιότητες καθώς και αντιϊνωδολυτική δραστηριότητα. Έχουν αναγνωριστεί διάφορα συστατικά στα έλαιά τους όπως το α-πινένιο, α-τερπινένιο, γ-τερπινένιο, η διυδροκαρβόνη, η βορνεόλη, η καμφορά και η καρβόνη.



Εικόνα 6: Χαρακτηριστικά μέλη της οικογένειας Anthemidae. A) *Achillea millefolium*, B) *Anthemis cotula*, C) *Artemisia absinthium*, D) *Arctium lappa*, E) *Artemisia annua*, F) *Artemisia vulgaris*, G) *Chrysanthemum cinerariaefolium*, H) *Tanacetum parthenium*, I) *Chrysanthemum coronarium*, J) *Dendranthema grandiflora*, K) *Matricaria recutita*, L) *Santolina rosmarinifolia*, M) *Tanacetum vulgare morifolium*.

(Teixeira da Silva, 2004).

## 5. Συμπεράσματα

Οι ολοένα και αναδυόμενες τάσεις στην εξεύρεση εναλλακτικών λύσεων φιλικών προς το περιβάλλον για την πρόληψη και αντιμετώπιση μικροοργανισμών και εντόμων στα φυτά έστρεψαν τις τελευταίες δεκαετίες το ενδιαφέρον των φαρμακοβιομηχανιών και της έρευνας στη χρήση των αιθέριων ελαίων. Τα αιθέρια έλαια ως προϊόντα φυτικής προέλευσης αποτελούν πηγή φυσικών παρασκευασμάτων, χρήσιμα στη Φυτοπροστασία.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν οι βασικές αρχές της φυτοπροστασίας στη βιολογική γεωργία και τις εναλλακτικές μεθόδους καλλιέργειας. Πραγματοποιήθηκε βιβλιοσκοπική ανασκόπηση, σχετική με τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και συγκεκριμένα, τα αιθέρια έλαια, τα οποία παράγονται από αυτά. Αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά των αιθέριων ελαίων, οι ιδιότητές τους, οι οποίες οφείλονται στη χημική τους σύσταση, καθώς και οι μέθοδοι παραλαβής και επεξεργασίας τους. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν χαρακτηριστικά είδη βοτανικών οικογενειών, συχνά συναντώμενες στην Ελλάδα και τη Μεσόγειο, γενικότερα, καθώς και οι χρήσεις των αιθέριων ελαίων, στη φαρμακευτική και στη φυτοπροστασία. Γενικά, παρατηρούμε ότι έχουν δράση εντομοαπωθητική και απολυμαντική, καθώς είναι πλούσια σε συστατικά με αντιμικροβιακή, αντιβακτηριδιακή, αντιμυκητιακή και έναντι των νηματωδών δράση.

Σίγουρα, όμως απαιτούνται επιπλέον έρευνες πάνω στη δράση των αιθέριων ελαίων, καθώς παράγοντες όπως η συνεργιστική ή ανταγωνιστική δράση των αιθέριων ελαίων και η παραλλακτικότητά τους, καθιστούν δύσκολη την εξαγωγή συγκριτικών συμπερασμάτων. Η αξιολόγηση της βιολογικής δράσης των επί μέρους συστατικών τους είναι απαραίτητη, όταν ελέγχονται στην καθαρή τους μορφή, αλλά και σε συνδυασμούς μεταξύ τους. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να παραχθεί το βέλτιστο για εμπορική χρήση προϊόν σε επίπεδο ουσίας και μίγματος βιολογικά δραστικών συστατικών. Τα προβλήματα που προκύπτουν με την πρακτική χρήση των αιθέριων ελαίων μπορούν να ξεπεραστούν με τις νέες τεχνολογίες με σκοπό την αποτελεσματικότητα του προς ανάπτυξη σκευάσματος, την ανθεκτικότητα και την τυποποίηση του.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- Αλατζά, Μ., Γιαγτζίδου, Ι., Παπάζογλου, Δ., (2009). *Βιολογική καλλιέργεια φυτών μεγάλης καλλιέργειας - Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα*. Πτυχιακή Διατριβή, Θεσσαλονίκη: Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τομέας Γεωργίας. [online] Διαθέσιμο στο: <http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/1330/ALATZA1.pdf?sequence=2>
- Αντωνόπουλος, Δ., (2008). *Η φυτοπροστασία στα πλαίσια της Βιολογικής Γεωργίας*. Περιοδικό Organic.Edunet, 1-5. [online] Διαθέσιμο στο: <http://oe.confolio.org/scam/55/resource/625>.
- Γαρδέλη, Χ., (2009). *Μελέτη της χημικής σύστασης αιθέριων ελαίων ορισμένων αρωματικών φυτών της ελληνικής χλωρίδας*. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Εργαστήριο Χημείας και Ανάλυσης Τροφίμων. [online] Διαθέσιμο στο: [http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/3791/Gardeli\\_X.pdf?sequence=1](http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/3791/Gardeli_X.pdf?sequence=1)
- Γουρνάκη, Μ., (2012). *Επίδραση της οργανικής λίπανσης στην ζιζανιοχλωρίδα και στην αλληλοπάθεια του *Chenopodium quinoa**. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. [online] Διαθέσιμο στο: [http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/5139/Gournaki\\_M.pdf?sequence=1](http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/5139/Gournaki_M.pdf?sequence=1)
- Γραβάνης, Φ., (2008). *Η φυτοπροστασία στη βιολογική γεωργία*. Λάρισα: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.), Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.aegeaskek.gr/eco-agro/pdf/enotita4.pdf>.
- Κολογιώργη, Α., (2008). *Εναλλακτικές μορφές καλλιέργειας και περιβαλλοντικές επιπτώσεις*. Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης: Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος [online] Διαθέσιμο στο: <http://poseidon.library.tuc.gr/artemis/DT2008-0218/DT2008-0218.pdf>
- Κωτσοβίνου, Ευ., (2012). *Βιοδραστικότητα φυτών *Lamiaceae* (*Labiatae*) κ. χειλανθή, με χημειότυπο καρβακόλη, στην αντιμετώπιση ζιζανίων *Amaranthus retroflexus* (κ. βλήτο), *Echinochloa crus-galli* (κ. μουχρίτσα) και στην *Avena sativa* (κ. βρώμη)*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. [online] Διαθέσιμο στο:

[http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/5727/Kotsovinou\\_E.pdf?sequence=4](http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/5727/Kotsovinou_E.pdf?sequence=4)

Ντάλλη, Ν., (2010). *Αντιμετώπιση των ριζόκομβων νηματωδών (Meloidogyne incognita) σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες με φυσικά προϊόντα και μελέτη της χημικής σύστασης αυτών*. Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Τομέας Φυτοπροστασίας. [online] Διαθέσιμο στο: <http://invenio.lib.auth.gr/record/114906/files/GRI-2010-4368.pdf?version%3D1?ln=fr>

Παπαδόπουλος, Δ., (2012). *Εποχιακή διακύμανση αιθέριων ελαίων δενδρολίβανου*. Πτυχιακή εργασία, Θεσσαλονίκη: Αλεξάνδρειο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τομέας Γεωργίας, Γενετικής και Φυτοπροστασίας. [online] Διαθέσιμο στο: <http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4835/PAPADOPOULOS%20%20DIMITRIOS.pdf?sequence=1>

Στεφανάκης, Γ., (2006). *Οργανική έναντι συμβατικής γεωργίας. Η επίδραση στη βιοποικιλότητα*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Μυτιλήνη: Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=10024>.

Σωτηροπούλου, Δ.Ευ., (2008). *Μελέτη ανάπτυξης αποδόσεων και τεχνολογικών χαρακτηριστικών ρίγανης (Origanum heracleoticum = O. vulgare ssp hirtum) σε διαφορετικά επίπεδα αζώτου*. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. [online] Διαθέσιμο στο: <http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/42/%CE%A3%CF%89%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%BF%CF%85.pdf?sequence=1>

Υφαντή Π. (2013). *Χρήση αιθέριων ελαίων και άλλων φυτικής προέλευσης συστατικών για την φυτοπροστασία στη βιολογική γεωργία*. Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών Αγροχημεία βιολογικές καλλιέργειες.

## **Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία**

Ayvaz, A., Sagdic, O., Karaborklu, S., Ozturk, I., (2010). *Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects*. The Journal of Insect Science, 10, 10-21. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3014752/>

Baskaran, J., Arshid, G., Elumalai, K., Krishnappa, K., (2012). *Selected plants essential oils against ovicidal activity of armyworm, Spodopreta litura (FAB)*.

- International Journal of Current Advanced Research, 1, 18-21. [online] Διαθέσιμο στο:  
[https://www.academia.edu/7716087/Selected\\_Plants\\_Essential\\_Oils\\_Against\\_Ovicidal\\_Activity\\_of\\_ArmYWorm\\_Spodoptera\\_litura\\_FAB.\\_Lepidoptera\\_Noctuidae](https://www.academia.edu/7716087/Selected_Plants_Essential_Oils_Against_Ovicidal_Activity_of_ArmYWorm_Spodoptera_litura_FAB._Lepidoptera_Noctuidae)
- Celikel, N., Kavas, G., (2008). *Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms*. Czech Journal of Food Science, 26: 174–181 [online] Διαθέσιμο στο <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/01450.pdf>
- Chen, H., Akinkurolere, R.O., Zhang, H., (2011). *Fumigant activity of plant essential oil from Armoracia rusticana (L.) on Plodia interpunctella (Lepidoptera: Pyralidae) and Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae)*. African Journal of Biotechnology, 10, 1200-1205. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/92850/82282>
- Farhang, V., Amini, J., Javadi, T., Nazemi, J., Ebadollahi, A., (2013). *Chemical composition and antifungal activity of essential oil of cymbopogon citratus (DC.) atp. against three phytophthora species*. Greener Journal of Biological Science, 3, 292-298. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.gjournals.org/GJBS/GJBS%20PDF/2013/October/240913861%20Farhang%20et%20al.pdf>
- Ibrahim, M., Kainulainen, P., Aflatuni, A., Tilikkala, K., Holopainen, J., (2001). *Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: With special reference to limonene and its suitability for control of insect pests*. Journal of Agricultural and Food Science in Finland, 10, 243-259. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.oaj.tsv.fi/index.php/AFS/article/view/5697/4896>
- Huang, Y., Zhao, J., Zhou, L., Wang, J., Gong, Y., Chen, X., Guo, Z., Wang, Q., Jiang, W., (2010). *Antifungal activity of the essential oil of Illicium verum fruit and its main component trans-anethole*. Molecules, 15, 7558-7569. [online] Διαθέσιμο στο: [http://www.jonnsaromatherapy.com/pdf/GC-MS\\_Illicium\\_verum\\_2010\\_01.pdf](http://www.jonnsaromatherapy.com/pdf/GC-MS_Illicium_verum_2010_01.pdf)
- Kebede, A., Hayelom, M., (2008). *The design and manufacturing of essential oil distillation plant for rural poverty alleviation in Ethiopia*. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management, 1, 84-91. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.ajolinfo/index.php/ejesm/article/view/41573>.
- Khani, A., Rahdari, T., (2012). *Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from Coriandrum sativum Seeds against Tribolium confusum and Callosobruchus maculatus*. Journal of International Scholarly Research Notices, 2012, 1-5. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.hindawi.com/journals/isrn/2012/263517/ref/>



- Koul, O., Walia, S., Dhaliwal, G.S., (2008). *Essential oils as green pesticides: Potential and constraints*. Journal of Biopesticides International, 4, 63-84. [online] Διαθέσιμο στο: [http://www.sierranaturalscience.com/THYME\\_CLOVEOIL.pdf](http://www.sierranaturalscience.com/THYME_CLOVEOIL.pdf)
- Murray, I., (2000). *Plant essentials oils for pest and disease management*. Journal of Crop Protection, 19, 603-608. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121940000079X>
- Naceur Ben Marzoug, H., Romdhane, M., Lebrihi, A., Mathieu, F., Couderc, F., Abderraba, M., Khouja, M., Bouajila, J., (2011). *Eucalyptus oleosa essential oils: chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of the oils from different plant parts (stems, leaves, flowers and fruits)*. Molecules, 16, 1695-1709 [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.mdpi.com/1420-3049/16/2/1695>
- Ntalli, N., Menkissoglu-Spiroudi, U., (2011). *Pesticides of Botanical Origin: a Promising Tool in Plant Protection*, Journal of Pesticides - Formulations, Effects, Fate, 3-25. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-formulations-effectsfate/pesticides-of-botanical-origin-a-promising-tool-in-plant-protection>
- Pavlidou, V., Karpouhtsis, I., Franzios, G., Zambetaki, A., Scouras, Z., Mavragani-Tsipidou, P., (2004). *Insecticidal and genotoxic effects of essential oils of Greek sage, salvia fruticosa, and Mint, Mentha pulegium, on Drosophila melanogaster and bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae)*. Journal of Agriculture Urban Entomology, 21, 39-49. [online] Διαθέσιμο στο: <http://scentsoc.org/Volumes/JAUE/v21/39.pdf>
- Pugazhvendan, S.R., Ronald Ross, P., Elumalai, K., (2012) Insecticidal and repellent activities of plants oil against stored grain pest, Tribolium castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 2012, 412-415. [online] Διαθέσιμο στο: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2222180812601935>
- Rani, U. P., (2012). *Fumigant and contact toxic potential of essential oils from plant extracts against stored product pests*. Journal Biopest, 5, 120-128. [online] Διαθέσιμο στο: [http://www.jbiopest.com/users/lw8/efiles/vol\\_5\\_2\\_120-128-12044.pdf](http://www.jbiopest.com/users/lw8/efiles/vol_5_2_120-128-12044.pdf)
- Setia, N., Batish, D.R., Singh, H.P., Kohli, R.K., (2007). *Phytotoxicity of volatile oil from Eucalyptus citriodora against some weedy species*. Journal of Environmental Biology, 28, 63-66. [online] Διαθέσιμο στο: [http://jeb.co.in/journal\\_issues/200701\\_jan07/paper\\_11.pdf](http://jeb.co.in/journal_issues/200701_jan07/paper_11.pdf)
- Siramon, P., Ohtani, Y., Ichiura, H., (2013). *Chemical composition and antifungal property of Eucalyptus camaldulensis leaf oils from Thailand*. ACG Publications,



- 7:1, 49-53. [online] Διαθέσιμο στο:  
<http://www.acgpubs.org/RNP/2013/Volume7/Issue%201/7-RNP-1106-669.pdf>
- Teixeira da Silva, J.A., (2004). *Mining the essential oils of the Anthemideae*. African Journal of Biotechnology, 3, 706-720. [online] Διαθέσιμο στο:  
<http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/15042/58944>
- Tripathi, K.A., Upadhyay, S., Bhuiyan, M., Bhattacharya, P.R., (2009). *A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management*. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy, 1, 052-063. [online] Διαθέσιμο στο:  
[http://www.academicjournals.org/article/article1381236838\\_Tripathi.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1381236838_Tripathi.pdf)
- Wilson, C.L., Solar, J.M., Ghaouth, A.El., Wisniewski, M.E., (1997). *Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against Botrytis cinerea*. Journal of Plant Disease, 81, 204-210. [online] Διαθέσιμο στο:  
<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1997.81.2.204>
- Yang, W., Zhao, A., Congai, Z., Qizhi, L., Wangpeng, S., (2014). *Composition of the essential oil of Cynanchum mongolicum (Asclepiadaceae) and insecticidal activities against Aphis glycines (Hemiptera: Aphidiae)*. Pharmacognosy Magazine, 10, 130-134. [online] Διαθέσιμο στο:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4047587/>