

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην περιεκτικότητα του φασκόμηλου *salvia officinalis* σε αιθέριο έλαιο»**



**Φοιτήτρια: Ελένη Καρατσιβου**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Χρήστος Λόκας**

**ΒΟΛΟΣ 2017**

Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην περιεκτικότητα του φασκόμηλου *salvia officinalis* σε αιθέριο έλαιο

Καρατσιβου Ελένη

**Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή**

**Λύκας Χρήστος, Επίκουρος Καθηγητής (επιβλέπων), Ανθοκομία και Αρχιτεκτονική  
Τοπίου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**Χαλκίδης Ηρακλής, Επίκουρος Καθηγητής (μέλος), Γεωργική Υδραυλική με έμφαση  
στη διαχείριση του νερού στο έδαφος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**Λεβίζου Ευθυμία, Επίκουρος Καθηγήτρια (μέλος), Φυσιολογία Φυτών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>4</b>
<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>6</b>
1.1 Η σημασία του προγραμματισμού της άρδευσης – εξοικονόμηση νερού.....	6
1.2 Τρόπος άρδευσης Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών (Α.Φ.Φ).....	7
1.3 Ανάγκες των αρωματικών φυτών σε νερό.....	8
<b>2. ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....</b>	<b>11</b>
2.1 Το σύστημα έδαφος-φυτό-ατμόσφαιρα.....	11
2.2 Υδατικό δυναμικό.....	13
2.4 Υδατική καταπόνηση.....	14
2.4 Συνέπειες της υδατικής καταπόνησης.....	15
<b>3. ΤΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ (Α.Φ.Φ.) - ΑΙΘΕΡΑΙΑ ΕΛΑΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....</b>	<b>21</b>
3.1 Σημασία των αρωματικών φυτών.....	22
3.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα- Προοπτικές.....	25
3.3 Αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών.....	31
<b>4. ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ.....</b>	<b>38</b>
4.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	38
4.2 Καλλιεργητικές απαιτήσεις φασκόμηλου.....	39
4.3 Παραγωγή δρόγης - αιθέριου ελαίου.....	46
4.4 Χρήσεις του φασκόμηλου.....	47

<b>5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>48</b>
5.1 Γενικά.....	48
5.2 Χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου.....	49
5.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό.....	53
5.4 Συγκομιδή – Ξήρανση.....	54
5.5 Απόσταξη.....	55
5.6 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.....	56
<b>6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ –ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>57</b>
6.1 Ποσότητα νερού.....	57
6.2 Επίδραση της άρδευσης στη βιομάζα του φασκόμηλου.....	59
6.3. Επίδραση της άρδευσης στην περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου του φασκόμηλο.....	63
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>66</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>67</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα αρωματικά - φαρμακευτικά φυτά κατέχουν μια ιδιαίζουσα θέση ανάμεσα στους ανθρώπους όλων των λαών και όλων των εποχών. Το φασκόμηλο ή αλιφασκιά και πιο συγκεκριμένα το φαρμακευτικό είδος λόγω των χρήσεών του είναι ένα από τα σημαντικότερα αρωματικά φυτά από οικονομικής απόψεως. Το είδος *Salvia officinalis* θεωρείται ως ένα από τα πιο αντιπροσωπευτικά της οικογένειας των χειλανθών και καλλιεργείται για διατροφικές και φαρμακευτικές χρήσεις. Στη Βαλκανική χερσόνησο θα το συναντήσουμε κατά μήκος της Αδριατικής ζώνης, στη Βουλγαρία και τα Σκόπια ενώ στη χώρα μας είναι αυτοφυές σε πολλές περιοχές. Το φυτό χρησιμοποιείται είτε ως δρόγη είτε ως αιθέριο έλαιο. Το έλαιο που παράγεται έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αρωματοθεραπεία και τη βιομηχανία τροφίμων.

Στην παρούσα εργασία αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή των αρωματικών φυτών και περιγράφεται η κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα. Στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφέρονται οι καλλιεργητικές απαιτήσεις, συντήρηση, καθώς και η οικονομικότητα των αρωματικών φυτών, ειδικότερα του φασκόμηλου, με στόχο τη διερεύνηση της επέκτασης της καλλιέργειας και στη χώρα μας.

Συγκεκριμένα μελετήθηκε, η επίδραση του επιπέδου άρδευσης στη βιομάζα και στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του φασκόμηλου. Ειδικότερα μελετήθηκαν τέσσερα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης σε δυο διαφορετικές εποχές συγκομιδής. Στα αντίστοιχα δείγματα έγινε ποσοτική ανάλυση του αιθέριου ελαίου με χρήση υδροαπόσταξης.

Η μελέτη της επίδραση του επιπέδου άρδευσης στη βιομάζα του φασκόμηλου έδειξε πως η βιομάζα επηρεάζεται θετικά και σε σημαντικό βαθμό από τη ποσότητα του νερού, ωστόσο, δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα χλωρά και ξηρά βάρη, σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία. Τέλος, μελετήθηκε η απόδοση

αιθέριου ελαίου σε δείγματα μετά από αποξηράνση. Το αιθέριο έλαιο παράγεται με απόσταξη των φύλλων του φυτού. Η παραγωγή του ελαίου έφτασε μέχρι 3,2% σε ξηρό βάρος. Η συλλογή και απόσταξη φρέσκου φυτικού υλικού έδωσε μέχρι και 1,5% αιθέριου ελαίου, κάτω από το εφαρμοζόμενο καθεστώς άρδευσης. Η αυξημένη δόση νερού αύξησε την απόδοση δρόγης, αλλά μείωσε τη περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου. Απαιτείται ωστόσο περαιτέρω έρευνα για τον προσδιορισμό της δόσης άρδευσης που δεν επιφέρει ποιοτικές και ποσοτικές μεταβολές στο παραγόμενο αιθέριο έλαιο.

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Η σημασία του προγραμματισμού της άρδευσης – εξοικονόμηση νερού

Ο προγραμματισμός των αρδεύσεων προσδιορίζεται τόσο από το χρονικό σημείο της εφαρμογής τους, όσο και από την ποσότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί (Martin *et al.*, 1990). Ο προγραμματισμός επηρεάζεται από ένα συνδυασμό παραγόντων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και αφορούν στο έδαφος, στο φυτό, στις επικρατούσες καιρικές συνθήκες και στον αντικειμενικό στόχο της καλλιέργειας. Η κίνηση του νερού στο παραπάνω σύστημα επηρεάζεται από το είδος και το γονότυπο του φυτού, το στάδιο του βιολογικού του κύκλου, τον τύπο του εδάφους, την ώρα της ημέρας, τη θερμοκρασία του αέρα, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, την ατμοσφαιρική υγρασία τη βροχόπτωση και την αποθηκευμένη ποσότητα υγρασίας στο έδαφος.

Κοινές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στον προγραμματισμό των αρδεύσεων είναι ο προσδιορισμός του υδατικού δυναμικού του εδάφους ή των φύλλων, η χρήση μοντέλων που δίνουν τις υδατικές ανάγκες σε πραγματικό χρόνο, καθώς και η χρήση δεικτών που αφορούν στην υδατική καταπόνηση (Martin *et al.*, 1990). Παρόλο που με τη χρήση μοντέλων είναι δυνατός ο προσδιορισμός των υδατικών αναγκών σε πραγματικό χρόνο, υπάρχει η τάση να χρησιμοποιούνται χρονολογικές σειρές κλιματικών δεδομένων (McClendon *et al.*, 1996, Hook, 1994).

Το υδατικό έλλειμμα μπορεί να προσδιοριστεί, τόσο για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο, όσο και για ένα ή περισσότερα στάδια του βιολογικού κύκλου του φυτού. Τα φυτά παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό ευαισθησίας στην υδατική καταπόνηση ανάλογα με το στάδιο στο οποίο βρίσκονται (Doorenbos and Pruitt, 1977). Ο σχεδιασμός των αρδεύσεων σε συνθήκες υδατικού ελλείμματος πρέπει να

περιλαμβάνει πληροφορίες για το υδατικό δυναμικό των φύλλων και του εδάφους καθώς και για τη θερμοκρασία του φυλλώματος (English *et al*, 1990).

## **1.2 Τρόπος άρδευσης Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών (Α.Φ.Φ)**

Οι τρόποι με τους οποίους αρδεύονται τα αρωματικά φυτά είναι ο καταιονισμός (ή τεχνητή βροχή), η επιφανειακή άρδευση (με αυλάκια) και η άρδευση με σταγόνες (στάγδην). Από τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα φαίνεται ότι το σύστημα των σταγόνων είναι το πιο κατάλληλο για την άρδευση των αρωματικών φυτών. Με αυτό το σύστημα μπορεί να γίνει ταυτόχρονα, ή αμέσως μετά την άρδευση, οποιαδήποτε άλλη εργασία στη φυτεία. Η στάγδην άρδευση πλεονεκτεί όλων των τρόπων καθώς δίνει ομοιόμορφη υγρασία στην περιοχή που εκτείνονται οι ρίζες των καλλιεργούμενων φυτών και όχι των ζιζανίων, προσφέρει οικονομία νερού και είναι οικονομικότερη σε κόστος νερού, όμως ο εξοπλισμός είναι ακριβότερος. Πολλά αρωματικά είδη είναι δυνατόν να καλλιεργηθούν ως ξερικά. Σε ορισμένα είδη αρωματικών φυτών ο καλλιεργητής σχεδόν δεν επεμβαίνει από την εγκατάσταση μέχρι την συγκομιδή, ωστόσο υπάρχουν και κάποια στα οποία θα πρέπει να γίνεται εντατική φροντίδα της καλλιέργειας για να παραχθεί ποιοτικό προϊόν. Επίσης, η ανάπτυξη των ζιζανίων είναι περιορισμένη, ενώ σαν σύστημα χαμηλής παροχής νερού συστήνεται ιδιαίτερα σε περιοχές με βαρέα εδάφη. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μπεκ καταιονισμού το οποία έχουν το πλεονέκτημα ότι μετακινούνται εύκολα από αγροτεμάχιο σε αγροτεμάχιο καθώς οι απαιτήσεις άρδευσης στα περισσότερα των Α/Φ φυτών περιορίζονται σε 1-2 καλοκαιρινές αρδεύσεις.



### 1.3 Ανάγκες των αρωματικών φυτών σε νερό

Οι απαιτήσεις σε νερό στην καλλιέργεια των αρωματικών φυτών είναι σχετικά περιορισμένες, (Δόρδας, 2009, Μαλούπα κ.α., 2013, Σκρουμπής, 1998), γι' αυτό είναι δυνατή η καλλιέργεια του χωρίς άρδευση για αξιοποίηση επικλινών κυρίως εκτάσεων. Υπό αυτές τις συνθήκες όμως, οι αποδόσεις είναι χαμηλές και το κόστος συγκομιδής σχετικά υψηλό. Λαμβάνοντας υπόψη τις ξηροθερμικές συνθήκες που επικρατούν κάθε χρόνο σε περιοχές της Ελλάδας, είναι φανερό ότι για οικονομικά βιώσιμη εκμετάλλευση ακόμα και των πιο ανθεκτικών στην ξηρασία αρωματικών φυτών, πρέπει η καλλιέργεια τους να γίνεται στις κατάλληλες περιοχές υπό άρδευση. Γι' αυτό το λόγο είναι αναγκαίος ο προσδιορισμός των απαιτήσεων των φυτών σε νερό και ο καταρτισμός των κατάλληλων προγραμμάτων άρδευσης, με στόχο την αύξηση της απόδοσης και τη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος, η οποία αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην εμπορία των αρωματικών φυτών. Άρδευση με ποσότητα νερού μεγαλύτερη από τις ανάγκες των φυτών πρέπει να αποφεύγεται, γιατί, πέραν της σπατάλης νερού, υποβαθμίζεται και η ποιότητα της παραγωγής δρόγης και αιθέριου ελαίου. Επιπλέον, τα φύλλα των φυτών γίνονται πιο υδαρή με αποτέλεσμα, τη δυσκολότερη αποξήρανση του φυτικού υλικού και τον αυξημένο κίνδυνο καταστροφής του. Μεγαλύτερη ποσότητα νερού προκαλεί την εμφάνιση ασθενειών και όταν πρόκειται για βιολογική καλλιέργεια είναι δυσκολότερη η αντιμετώπισή τους.

Όταν η καλλιέργεια αρδεύεται, πρέπει να γίνονται ποτίσματα που αρχίζουν από τον Ιούνιο και συνεχίζονται ανά 10-15 ημέρες όλο το καλοκαίρι. Ωστόσο, κι αν ακόμα υπάρχει άφθονο νερό, δε θα πρέπει να γίνονται αρδεύσεις όταν τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν σε ξερικές συνθήκες, (ρίγανη, τσάι του βουνού κ.λπ.), γιατί αυξάνει βέβαια η παραγωγή, μειώνεται όμως η ποιότητα των προϊόντων τους.

Σε αναπτυγμένες φυτείες για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο, η οποία συνήθως αρχίζει τον Απρίλιο και τελειώνει τον Οκτώβριο-Νοέμβριο, χρειάζονται περίπου 350-400m<sup>3</sup> νερό ανά στρέμμα. Με αυτή την ποσότητα επιτυγχάνονται οι πιο ψηλές αποδόσεις. Άρδευση με ποσότητα νερού μικρότερη από τις απαιτήσεις των φυτών μειώνει τόσο την παραγωγή χορτομάζας και αποξηραμένου εμπορεύσιμου προϊόντος, όσο και την απόδοση σε αιθέριο έλαιο, (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1:** Επίδραση επιπέδων άρδευσης (% αναγκών σε νερό) στην παραγωγή (νωπό βάρος/στρέμμα)

Άρδευση <%)	Εμπορεύσιμο προϊόν			Λάδι		
	Ρίγανη	Φασκόμηλο	Λεβάντα	Ρίγανη	Φασκόμηλο	Λεβάντα
<b>40</b>	238	482	119	22,4	21,6	9,6
<b>70</b>	272	571	128	24,2	27,0	11,1
<b>100</b>	315	650	165	31,6	36,3	12,2
<b>130</b>	333	620	155	30,8	37,0	12,5

**ΠΗΓΗ:** Χριστάκης, 2002

Στη ρίγανη και το φασκόμηλο, περιορισμός της άρδευσης κατά 30% και 60% μειώνει την παραγωγή αποξηραμένου εμπορεύσιμου προϊόντος κατά 15% και 25%, και την απόδοση σε λάδι κατά 25% και 30%, αντίστοιχα. Στη λεβάντα, οι αντίστοιχες μειώσεις στην παραγωγή αποξηραμένου εμπορεύσιμου προϊόντος είναι 25% και 30%, και στην απόδοση σε λάδι 10% και 20%. Άρδευση με ποσότητα νερού μεγαλύτερη από τις ανάγκες των φυτών πρέπει να αποφεύγεται, γιατί, πέραν της σπατάλης νερού, υποβαθμίζεται και η ποιότητα της παραγωγής.

Ένα **πρακτικό πρόγραμμα άρδευσης** που ακολουθούν συνήθως οι παραγωγοί για τη ρίγανη, το φασκόμηλο και τη λεβάντα είναι το ακόλουθο: Η άρδευση να γίνεται κάθε δύο βδομάδες στην αρχή και το τέλος της αρδευτικής περιόδου, κάθε 10 μέρες το Μάιο και Οκτώβριο και κάθε βδομάδα κατά τη θερμή και ξηρή καλοκαιρινή περίοδο. Αναφορικά με την ποσότητα νερού η οποία χρειάζεται σε κάθε άρδευση, αυτή είναι περίπου 15-17 m<sup>3</sup> ανά στρέμμα. Με ένα τέτοιο πρόγραμμα άρδευσης το οποίο καλύπτει πλήρως τις αρδευτικές ανάγκες (350-400 m<sup>3</sup> ανά στρέμμα) και σωστή διαχείριση εξασφαλίζεται υψηλή απόδοση και καλή ποιότητα του προϊόντος. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι σε χρονιές όπου παρατηρείται έλλειψη νερού, και υποχρεωτικά γίνονται ελλειμματικές αρδεύσεις, η ρίγανη, το φασκόμηλο και η λεβάντα αντεπεξέρχονται ικανοποιητικά, υπάρχει ωστόσο ανάλογη μείωση στην παραγωγή χωρίς να προκαλούνται σοβαρές ζημιές στις φυτείες. Γι' αυτό το λόγο σε χώρες με περιορισμένους υδάτινους πόρους όπως είναι η Ελλάδα, τα τρία προαναφερθέντα είδη αρωματικών φυτών θεωρούνται από τα πιο κατάλληλα για καλλιέργεια. (Χριστάκης, 2002).

**Σκοπός** της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της υδατικής καταπόνησης, όσον αφορά την ανάπτυξη του φασκόμηλου (*Salvia officinalis*) και στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.

## **2. ΟΙ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ**

### **2.1 Το σύστημα έδαφος-φυτό-ατμόσφαιρα**

Το πιο άφθονο συστατικό σε ένα ζωντανό φυτικό κύτταρο είναι το νερό. Η περιεκτικότητα του νερού των μη ξυλοποιημένων ιστών και οργάνων των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών κυμαίνεται στο 90-95% (Αϊβαλάκης κ.α., 2003). Οι υψηλές αυτές ποσότητες νερού στους φυτικούς ιστούς ανανεώνονται συνεχώς, αφού το νερό προσλαμβάνεται από το έδαφος και μέσω της ρίζας και των βλαστών μεταφέρεται προς τα υπέργεια όργανα για να εξατμισθεί στη συνέχεια από τα φύλλα ενώ συγχρόνως, μέσω της μετακίνησης αυτής μεταφέρονται ανόργανες και οργανικές ουσίες απαραίτητες για τη θρέψη του φυτού.

Η σημασία του νερού για τα φυτά είναι ιδιαίτερα υψηλή. Χαρακτηρίζεται από πολλές ιδιότητες αφού αποτελεί σημαντικό μέσο για την ολοκλήρωση των περισσότερων βιοχημικών αντιδράσεων των κυττάρων, συμμετέχοντας άμεσα είτε ως αντιδρών είτε ως προϊόν. Επίσης, λόγω της μεγάλης ειδικής του θερμότητας αλλά και μέσω της διαπνοής διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της θερμοκρασίας των φύλλων και στην ολοκλήρωση των βιοχημικών αντιδράσεων σε ευνοϊκά επίπεδα, αλλά και μειώνει την αρνητική επίδραση των ακραίων θερμοκρασιών και των θερμοκρασιακών μεταβολών στα κύτταρα. Στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης παίζει επίσης, σημαντικό ρόλο.

Η μεταφορά του νερού από το έδαφος διαμέσου του φυτού στην ατμόσφαιρα περιλαμβάνει μηχανισμούς όπως η διάχυση, η μαζική ροή και η ώσμωση. Η κίνηση του νερού στο φυτό είναι συνεχής αλλά όχι ομοιόμορφη και το νερό κινείται ως υγρό στο έδαφος, μεταφέρεται στα φύλλα μέσω των αγγείων του ξύλου, τροφοδοτεί τα κύτταρα του φύλλου και απελευθερώνεται ως αέριο προς την ατμόσφαιρα μέσω των στοματίων (Hopkins, 1995) (Γαλάτης κ.α., 2003).

Το νερό στο έδαφος απαντάται είτε σε ελεύθερη μορφή μεταξύ των εδαφικών πόρων είτε σε χαλαρά δεσμευμένη μορφή στα τριχοειδή του εδάφους είτε σε πλήρως δεσμευμένη μορφή στα εδαφικά ορυκτά και την οργανική ουσία του εδάφους. Η απορρόφηση του νερού από τη ρίζα είναι δυνατή εφόσον το δυναμικό του νερού στην περιοχή των ριζών είναι χαμηλότερο από το δυναμικό του εδαφικού διαλύματος (Μανέτας, 2005). Μετά την είσοδο του νερού στα επιδερμικά κύτταρα ή στα ριζικά τριχίδια, το νερό κινείται ως την ενδοδερμίδα μέσω δυο εναλλακτικών οδών, α) αποπλασμικά μέσω των μεσοκυττάρων χώρων και β) συμπλασμικά, μέσω των μεμβρανών και του συμπλάσματος. Η κίνηση αυτή οφείλεται στη διαφορά δυναμικού του νερού των κυττάρων κατά την ακτίνα της ρίζας μέχρι τα αγγεία του ξύλου ενώ από τα αγγεία του ξύλου της ρίζας, το νερό κινείται προς το υπέργειο μέρος μέσω του διαπνευστικού ρεύματος.

Η διαπνοή ρυθμίζεται κυρίως από τα καταφρακτικά κύτταρα, τα οποία ρυθμίζουν το άνοιγμα στοματίων για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του φυτού σε διοξείδιο του άνθρακα και να μειώσουν τις απώλειες νερού προς την ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση του νερού από τα τοιχώματα των κυττάρων του μεσόφυλλου δημιουργεί μεγάλες αρνητικές πιέσεις στο νερό του αποπλάστη. Αυτές οι αρνητικές πιέσεις μεταδίδονται στα ξυλώδη αγγεία και έτσι το νερό κινείται διαμέσου των αγγείων αυτών (Cosgrove, 1998). Με τη διατήρηση του διαπνευστικού ρεύματος γίνεται η τροφοδοσία των υπέργειων οργάνων με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, τα οποία συμπαρασύρονται από το διακινούμενο νερό. Η φυσιολογική σημασία των στοματίων είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς με το ενεργό άνοιγμα και κλείσιμό τους ελέγχεται η ανταλλαγή αερίων διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου μεταξύ του φυτού και της ατμόσφαιρας (Δροσόπουλος, 1998). Το άνοιγμα των στοματίων επιτρέπει την είσοδο διοξειδίου του άνθρακα που συνεπάγεται απώλεια του νερού με την μορφή υδρατμών που

οφείλεται κυρίως στη διαφορά στη Σχετική Υγρασία που επικρατεί μεταξύ του εσωτερικού του φύλλου και της ατμόσφαιρας. Η διαπνοή επιβάλλει μέχρι και 100πλάσιες ποσότητες νερού σε σχέση με την περιεκτικότητα του φυτικού σώματος σε νερό και επηρεάζει άμεσα και έμμεσα τη λειτουργία των στοματίων, η οποία είναι πολύ σημαντική αφού συνεισφέρει στον έλεγχο θερμοκρασίας του ελάσματος του φύλλου, στη διατήρηση του διαπνευστικού ρεύματος και στη ρύθμιση της υδατικής κατάστασης του φυτού, (Farquhar and Sarkey, 1982, Hopkins, 1995, Γαλάτης κ.α., 2003).

## **2.2 Υδατικό δυναμικό ( $\Psi$ )**

Το υδατικό δυναμικό του νερού (water potential) αποτελεί ένα σχετικό μέγεθος που εκφράζει τη διαφορά του δυναμικού του νερού σε δεδομένη κατάσταση σε σχέση με αυτή του απεσταγμένου νερού υπό κανονική ατμοσφαιρική πίεση και παίρνει τιμές από μηδέν (καθαρό νερό) και αρνητικές (σε διαλύματα) και εκφράζεται σε μονάδες πίεσης MPa. Το υδατικό δυναμικό του εδάφους, της ατμόσφαιρας ή ενός φυτικού ιστού μπορεί να εκτιμηθεί σε κάθε περίπτωση ποσοτικά με μία σειρά μεθόδων με αποτέλεσμα να μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες σχετικά με την κατεύθυνση μετακίνησης του νερού από την περιοχή με υψηλό δυναμικό προς αυτήν με χαμηλό. Επιπλέον, η τιμή του υδατικού δυναμικού αποτελεί ένδειξη πιθανής υδατικής καταπόνησης ενός ιστού ή ενός οργάνου αφού κάθε φυτό χαρακτηρίζεται από μία τιμή του  $\Psi$  κάτω από του οποίου την τιμή σταματούν οι ζωτικές λειτουργίες του φυτού και αυτή η κρίσιμη τιμή εξαρτάται από το είδος του φυτού και την ικανότητα προσαρμογής του σε ξηρά περιβάλλοντα.

Ήπια έλλειψη νερού οδηγεί σε αναστολή της αύξησης, μεγάλη έλλειψη οδηγεί σε κλείσιμο των στοματίων και συνεπώς και σε μείωση φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και σε αναστολή της κυτταρικής διαίρεσης, της σύνθεσης πρωτεϊνών και άλλων δομικών και λειτουργικών βιομορίων ενώ σοβαρές ελλείψεις έχουν άμεσες συνέπειες στην ενεργοποίηση ενζύμων. Συνεπώς, ο προσδιορισμός του υδατικού δυναμικού ενός φυτού μπορεί να προσδιορίσει το μέγεθος της υδατικής καταπόνησης.

### **2.3 Υδατική καταπόνηση**

Η διαθεσιμότητα νερού στο περιβάλλον επηρεάζει την ανάπτυξη και την επιβίωση των φυτικών οργανισμών. Κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους τα φυτά εκτίθενται σε αντίξοες συνθήκες που επηρεάζουν δυσμενώς τόσο την ανάπτυξη όσο και την επιβίωσή τους. Ο όρος « καταπόνηση » αναφέρεται στην επίδραση δυσμενών συνθηκών του περιβάλλοντος οι οποίες τείνουν να παρεμποδίσουν την εύρυθμη λειτουργία των φυσιολογικών μηχανισμών των φυτών. Συνεπώς, με την εμφάνιση συμπτωμάτων δυσλειτουργιών σε ένα φυτικό οργανισμό, δηλαδή αποκλίσεις από τα φυσιολογικά επίπεδα λειτουργίας αποτελεί ένδειξη ύπαρξης παράγοντα καταπόνησης στο περιβάλλον.

Κάθε φυτικός οργανισμός έχει προσαρμοσθεί μέσω της εξέλιξης και αναπτύσσεται χωρίς προβλήματα σε συγκεκριμένες βέλτιστες συνθήκες. Αν αυτά τα όρια παραβιαστούν ο φυτικός οργανισμός θα εμφανίσει τα πρώτα συμπτώματα καταπόνησης σε επίπεδο παραγόμενου γεωργικού προϊόντος και επιβίωσης. Αν μάλιστα ο βαθμός καταπόνησης είναι υψηλός και σημειωθούν σημαντικές αποκλίσεις

από τις άριστες συνθήκες επιβίωσης, προκαλούνται προσωρινές ή μη αντιδράσεις, σε επίπεδο λειτουργίας του φυτού.

#### **2.4 Συνέπειες της υδατικής καταπόνησης**

Οι δυσμενείς επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης εξετάζονται υπό το πρίσμα της έλλειψης και της περίσσειας νερού. Η υδατική καταπόνηση εμφανίζεται είτε με την μορφή της αφυδάτωσης (ως σύμπτωμα ξηρασίας) είτε με την μορφή καταπόνησης (ως σύμπτωμα αλατότητας), όπου το κοινό χαρακτηριστικό τους έγκειται στη διαμόρφωση χαμηλού υδατικού δυναμικού του νερού και συνεπώς της έλλειψης νερού στους φυτικούς ιστούς (Munns, 2002).

Η έλλειψη νερού στην περιοχή της ρίζας έχει σοβαρές επιπτώσεις σε όλα τα επίπεδα των φυτικών οργανισμών, δηλαδή σε μορφολογικό, φυσιολογικό και μοριακό. Τα συμπτώματα έλλειψης νερού γίνονται γρήγορα εμφανή και είναι συνήθως κοινά για τα περισσότερα φυτικά είδη και ουσιαστικά αποτελούν τους στοιχειώδεις μηχανισμούς προσαρμοστικότητας σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης και αποφυγής πλήρους αφυδάτωσης των φυτών (Καραμπουρνιώτης, 2003).

Η ξηρασία διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και εδαφική. Η πρώτη οφείλεται συνήθως σε ζεστούς και ξηρούς ανέμους και προκαλεί μέχρι και προσωρινή μάρανση των φύλλων, ακόμα και όταν στο έδαφος υπάρχει αρκετή υγρασία. Η εδαφική ξηρασία έχει πιο επιζήμιες συνέπειές για το φυτό, ακόμα και την μόνιμη μάρανση. Τα φυτά προσαρμόζονται σε συνθήκες ξηρασίας διαμορφώνοντας ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, μορφολογικά, φυσιολογικά και μοριακά.



**Σαν μορφολογικά χαρακτηριστικά** μπορούμε να αναφέρουμε :

- Τη μειωμένη φυλλική επιφάνεια.
- Την πτώση των φύλλων.
- Την ενισχυμένη ανάπτυξη ριζικού συστήματος.
- Την εναπόθεση κηρών στα φύλλα και την πιο παχιά εφυμενίδα.

**Στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά** μπορούμε να αναφέρουμε :

- Την ορμονική προσαρμογή λόγω αύξησης επιπέδων του ABA που ρυθμίζει το άνοιγμα και κλείσιμο στοματίων, ρυθμίζει παράλληλα και τη διαπνοή των φύλλων.
- Τη μείωση φωτοσύνθεσης που επηρεάζεται από το υδατικό δυναμικό του φύλλου.
- Τη ρύθμιση οσμωτικής πίεσης, μια διαδικασία με την οποία το υδατικό δυναμικό του κυττάρου μπορεί να μειώνεται, με συσσώρευση διαλυτών ουσιών χωρίς να συνοδεύεται από ταυτόχρονη μείωση σπαργής.

Η υδατική καταπόνηση επηρεάζει την φωτοσυνθετική δραστηριότητα με κλείσιμο των στοματίων και συνεπώς μείωση της διαπνοής (Hsiao, 1973) και σε βιοχημικό επίπεδο, με αύξηση συγκέντρωσης συγκεκριμένων ιόντων στους χλωροπλάστες, που παρεμποδίζει σημαντικά τη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα άρα και τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Με τη φωτοσύνθεση παράγονται οι απαραίτητες ουσίες (υδατάνθρακες) για την αύξηση του φυτού. Κάθε παράγοντας που επηρεάζει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φύλλων, επηρεάζει την ολική ξηρά ουσία και την παραγωγή καρπού στα φυτά. Η έλλειψη νερού έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση μεταφερόμενων προϊόντων της φωτοσύνθεσης στον αναπτυσσόμενο καρπό. Ουσιαστικά, η μείωση των αποδόσεων είναι το τελικό συνεπακόλουθο των μορφολογικών και φυσιολογικών μεταβολών λόγω ξηρασίας. Αυτό οφείλεται κυρίως στην μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών λόγω της μειωμένης

φωτοσυνθετικής επιφάνειας, της αυξημένης πτώσης των φύλλων και του γρηγορότερου ρυθμού γήρανσης λόγω αποδόμησης της χλωροφύλλης.

Από μελέτες σε φυτά που υποβάλλονται σε ξηρασία και αλάτι γίνεται φανερό ότι τα φυτά αντιλαμβάνονται και ανταποκρίνονται σε αυτές τις καταπονήσεις γρήγορα, αλλάζοντας την έκφραση των γονιδίων, παράλληλα με τις φυσιολογικές και βιοχημικές μεταβολές. Αυτό συμβαίνει ακόμα και κάτω από ήπιες έως μέτριες συνθήκες στρες. Από μια πρόσφατη ολοκληρωμένη μελέτη που συνέκρινε το αλάτι και το στρες ξηρασίας είναι προφανές ότι και οι δύο καταπονήσεις οδήγησαν προς τη μειωμένη λειτουργία ορισμένων φωτοσυνθετικών γονιδίων. Σε σύγκριση με την ξηρασία, η καταπόνηση λόγω αλατότητας επηρεάζει πιο έντονα και περισσότερα γονίδια και ενδεχομένως αντικατοπτρίζει τις συνδυασμένες επιπτώσεις της αφυδάτωσης και οσμωτικής πίεσης σε καταπονημένα από υψηλή αλατότητα φυτά (Chaves *et al*, 2008). Η αλατότητα και η ξηρασία είναι δύο ευρέως διαδεδομένες περιβαλλοντικές καταστάσεις, οι οποίες οδηγούν στη χαμηλή διαθεσιμότητα νερού στα φυτά. Το αλάτι και η ξηρασία κυρίως επηρεάζουν την διάχυση του CO<sub>2</sub> στα φύλλα διαμέσου ενώσεις με λιγότερα στόματα ή κλειστά και του περιορισμένου μεσσόφυλλου, αλλά δε φαίνεται να επηρεάζει τη βιοχημική ικανότητα αφομοίωσης CO<sub>2</sub>, σε μέτρια ως πολύ σοβαρά επίπεδα καταπόνησης. Η γενική αποτυχία του μεταβολισμού παρατηρείται σε πιο σοβαρές καταπονήσεις και φανερώνει την ύπαρξη το δευτερογενές οξειδωτικού στρες, ιδιαίτερα κάτω από υψηλής έντασης φωτός (Flexas *et al*, 2004).

Η ξηρασία, αποτέλεσμα της περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού λόγω μειωμένων βροχοπτώσεων και της απώλειας του μέσω της εξατμισοδιαπνοής, επικρατεί στο 1/3 περίπου όλου του κόσμου ενώ περιορισμό στη διαθεσιμότητα του νερού

αντιμετωπίζει ένα σημαντικό ποσοστό των ηπειρωτικών περιοχών εποχικά ή τοπικά ανά τον πλανήτη.

Η αυξημένη αλατότητα στο εδαφικό διάλυμα δεν επιτρέπει στα φυτά την πρόσληψη νερού με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σύντομα προβλήματα και δυσάρεστα συμπτώματα στο φυτό. Προφανώς τα συμπτώματα που προκαλούνται στα φύλλα των φυτών μοιάζουν με αυτά της έλλειψης νερού ή από την καταστροφή των ριζών μια και όλες αυτές οι αιτίες έχουν το ίδιο αποτέλεσμα, στερούν δηλαδή από το φυτό την ικανότητα να απορροφά νερό που του είναι απαραίτητο για την θρέψη και την λειτουργία του.

Με τη συνεχώς αυξανόμενη ανησυχία για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η έρευνα οδηγείται σε νέες κατευθυντήριες γραμμές με στόχο τη βελτιστοποίηση των καλλιεργητικών και αρδευτικών τεχνικών («γεωργία ακριβείας») και την επιλογή γονοτύπων με λιγότερες απαιτήσεις σε νερό και εισροές όπως είναι οι παραδοσιακές/τοπικές ποικιλίες σύμφωνα με το μικροκλίμα και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Οι συνέπειες της υδατικής καταπόνησης στην απόδοση και την επιβίωση των φυτικών οργανισμών διαφέρουν ανάλογα με το είδος, την ένταση και τη διάρκεια της καταπόνησης αλλά και την κατανομή της στο χώρο και το χρόνο (Chaves and Oliveira, 2004, Lizana *et al.*, 2006).

Τα φυτά αντιδρούν στην ύπαρξη ενός ή περισσότερων παραγόντων καταπόνησης στο περιβάλλον μέσω κατάλληλων μηχανισμών ώστε να μπορέσουν να επιβιώσουν και οι οποίοι περιλαμβάνουν τροποποιήσεις μορφολογικών ή φυσιολογικών χαρακτηριστικών και αναφέρονται με τον όρο «στρατηγικές» και ουσιαστικά είναι μία ακολουθία μηχανισμών που καθορίζονται γενετικά και δίνουν τη δυνατότητα επιβίωσης σε ένα φυτικό οργανισμό σε ένα δεδομένο περιβάλλον (Levitt, 1972, Turner, 1986, Chaves *et al.*, 2003).

Διακρίνονται σε :

A) **διαφυγή** : τα φυτά αυτά ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο την ευνοϊκή περίοδο όπου ο παράγων καταπόνησης δεν υφίσταται και συνήθως είναι ετήσια φυτά. Τα φυτά έχουν ολοκληρώσει το βιολογικό τους κύκλο πριν παρουσιαστούν σοβαρές ελλείψεις νερού. Συνήθως είναι πρώιμες ποικιλίες ή ερημικά φυτά τα οποία έχουν ολοκληρώσει το βιολογικό τους κύκλο εντός της περιόδου των βροχοπτώσεων και παράγουν σπόρους ή αποθησαυριστικά όργανα που παραμένουν σε λήθαργο κατά τη διάρκεια της ξηρασίας. Παρατηρείται μια πλαστικότητα στην ανάπτυξή τους (Nielsen and Orcutt, 1996) γι' αυτό και προσαρμόζονται καλύτερα σε αυτή τη στρατηγική.

B) **αποφυγή** : τα φυτά διαθέτουν μηχανισμούς όπου μπορούν και διαβιούν στο περιβάλλον όπου υφίσταται ο παράγοντας καταπόνησης αλλά δεν υφίστανται τις συνέπειες του, παρουσιάζοντας αντοχή στη ξηρασία με διατήρηση υψηλού υδατικού δυναμικού, μείωση απωλειών και αύξηση απορρόφησης του νερού (Karamanos, 1984, Nielsen and Orcutt, 1996). Τα φυτά δίνουν προτεραιότητα στην εξοικονόμηση νερού και διαφύλαξη αποθεμάτων με περιορισμό διαπνευστικών απωλειών και ταυτόχρονη διατήρηση της ικανότητας αφομοίωσης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Αυτό επιτυγχάνεται με κλείσιμο των στοματίων κατά τη διάρκεια της περιόδου της ημέρας όπου ευνοούνται οι σημαντικές απώλειες νερού ή ανοίγουν τα στομάτια τους μόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας. (φυτά τύπου CAM)

Επίσης, επιτυγχάνεται με την παρουσία κάποιων μορφολογικών χαρακτήρων που παρεμβάλλουν τις έντονες απώλειες νερού μέσω μικροφυλλίας, συστροφής (στα περισσότερα αγρωστώδη), κλείσιμο σύνθετων φυλλαρίων ( στα ψυχανθή ), κάλυψη επιφανειών από στρώματα τριχών ή κηρών, τοποθέτηση στοματίων σε κρύπτες (Καραμπουρνιώτης, 2003). Παράλληλα, άλλος τρόπος είναι η αποθήκευση νερού σε

φυτικών ιστών όπως συμβαίνει στα κακτοειδή και στα φυτά με υπόγεια αποθησαυριστικά όργανα (Simpson, 1981, Malinowski and Beleski, 2000).

Ορισμένα φυτά εστιάζουν τη φυσιολογία των χαρακτηριστικών τους για εξεύρεση και αποτελεσματική άντληση νερού με την ανάπτυξη εκτεταμένου ριζικού συστήματος, διατήρηση χαμηλού υδατικού δυναμικού στη ρίζα για αποτελεσματικότερη και ταχύτερη άντληση νερού. Πολλά είδη αποφεύγουν τη ξηρασία μέσω του εκτεταμένου ριζικού συστήματός τους που απορροφά νερό από βαθύτερα εδαφικά στρώματα. (Newman, 1966, Klepper *et al.*, 1973, Taylor, 1980).

Γ) **ανθεκτικότητα** : με αυτή τη στρατηγική τα φυτά διαθέτουν την ικανότητα να διατηρούν στοιχειώδη μεταβολική δραστηριότητα συγκριτικά με αυτή που παρουσιάζουν σε βέλτιστες συνθήκες (αντοχή στη υδατική καταπόνηση με διατήρηση χαμηλού υδατικού δυναμικού).

Σε αυτήν την περίπτωση τα φυτά διατηρούν την πίεση σπαργής μέσω της οσμωτικής εξισορρόπησης ή οσμωρύθμισης που σχετίζεται με τη ρύθμιση του οσμωτικού δυναμικού των ιστών σε χαμηλότερα επίπεδα μέσω συσσώρευσης οσμωτικά ενεργών μεταβολιτών και έτσι επιτυγχάνεται η μείωση οσμωτικού δυναμικού και είναι δυνατή η πρόσληψη νερού και η συνέχιση λειτουργιών όπως η αύξηση και δραστηριότητα των στοματίων, απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα ( Simpson,1981, Taylor *et al.*,1993). Ακραία περίπτωση ανθεκτικότητας σε έντονη και παρατεταμένη αφυδάτωση εμφανίζουν κάποιοι μονοκύτταροι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, λειχήνες και κάποια ορισμένα ανώτερα φυτά, μέλη των οικογενειών *Myrothamnaceae*, *Scrophulariaceae*, ***Lamiaceae***, *Poaceae*, *Liliaceae* και καλούνται φυτά αναβίωσης, αφού επιβιώνουν ακόμα και σε συνθήκες πλήρους αφυδάτωσης διατηρώντας χαμηλό περιεχόμενο σε νερό.

### **3. ΤΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ (Α.Φ.Φ.) - ΑΙΘΕΡΑΙΑ ΕΛΑΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

Η Ελλάδα, σε σχέση με την έκτασή της, διαθέτει ιδιαίτερα πλούσιους φυτογενετικούς πόρους και έναν εξαιρετικά υψηλό αριθμό διαφορετικών φυτών. Η φυτική βιοποικιλότητα της Ελλάδας είναι από τις πλουσιότερες της Ευρώπης. Οι αυτόχθονοι φυτογενετικοί πόροι της Ελλάδας περιλαμβάνουν περισσότερα από 6.000 αυτοφυή taxa (φυτικά είδη και υποείδη), τα οποία αποτελούν σχεδόν το 50% των αυτοφυών φυτών ολόκληρης της Ευρώπης. Μεγάλο ποσοστό αυτών (περίπου 13-15 %) είναι ενδημικά φυτά της Ελλάδας (δεν απαντούν πουθενά αλλού στον πλανήτη) και πολλά είναι σπάνια ή χαρακτηρίζονται ως απειλούμενα. (Μαλούπα κ.α., 2013)

Στην Ελλάδα συναντούμε ένα μεγάλο αριθμό Α.Φ.Φ, τα οποία είτε φύονται σε όλη τη χώρα, είτε σε ένα βιότοπο, είτε εξαπλώνονται σε μία μικρή περιοχή. Τα είδη εκείνα που απαντώνται σε όλη τη χώρα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ποικιλότητα σε ότι αφορά την απόδοση τους σε αιθέρια έλαια σε αντίθεση με τα ενδημικά είδη. Έχουν καταγραφεί περίπου 2000 είδη φυτών που παράγουν αιθέρια έλαια (Κοκκίνη, 2008).

Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας μας και ο νησιωτικός χαρακτήρας της, ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη των Α.Φ.Φ., που μπορούν να δώσουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας. Τις τελευταίες δεκαετίες έγινε μια προσπάθεια να επεκταθεί η καλλιέργεια των Α.Φ.Φ. στη χώρα μας. Οι περισσότερες προσπάθειες για οργανωμένη παραγωγή, επεξεργασία και εμπορία Α.Φ.Φ. δεν προχώρησαν ή κατέληξαν σε αποτυχία, για λόγους που δεν οφείλονται στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, αλλά στην έλλειψη γενικότερης επιχειρηματικής στρατηγικής και υποδομών.

Από το σύνολο των 39 εκ. στρεμμάτων καλλιεργήσιμης γης της Ελλάδας, το 44% είναι ορεινές και μειονεκτικές περιοχές, αλλά μόνο στο 0,1% αυτών των φτωχών

περιοχών καλλιεργούνται Α.Φ.Φ φυτά. Όμως παρ' όλα αυτά, η καλλιέργεια αρωματικών φυτών μπορεί να εξελιχθεί σε έναν από τους πιο δυναμικούς κλάδους γεωργικής παραγωγής για την Ελλάδα και να έχει ουσιαστική συνεισφορά στο παραγόμενο οικονομικό προϊόν. Η αξιοποίηση των αυτοφυών φυτικών ειδών κάθε περιοχής με αειφορικό τρόπο καθώς και η στροφή προς τις παραδοσιακές ποικιλίες καλλιεργούμενων ειδών παρουσιάζει συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι άλλων καλλιεργειών και οδηγεί ταυτόχρονα και στην προστασία των φυτογενετικών πόρων.

Η καλλιέργεια αρωματικών φυτών είναι μια άριστη πρόταση παραγωγής για την Ελλάδα, προσφέροντας τη δυνατότητα να καλλιεργηθούν σε επιχειρηματική βάση, δίνοντας μια ουσιαστική διέξοδο σε συνειδητοποιημένους γεωργούς με επιχειρηματικό πνεύμα, που επιθυμούν την παραμονή στον τόπο τους και την απασχόληση τους σε ένα δυναμικό τομέα (Μαλούπα κ.α, 2013).

Στην Ελλάδα εισάγονται περίπου 3.000 τόνοι Α.Φ.Φ. συνολικής αξίας 5 εκατομμυρίων ευρώ (τσάι, ρίγανη, μάραθος, γλυκάνισος) και εξάγονται περίπου 1.100 τόνοι (ρίγανη, φασκόμηλο, ρίζες γλυκόριζας, κρόκος, μαστίχα Χίου και αιθέρια έλαια) συνολικής αξίας 12 εκατομμυρίων ευρώ (Δόρδας, 2009).

### **3.1 Σημασία των αρωματικών φυτών**

Όλα τα δεδομένα, αγρονομικά, βιομηχανικά και οικονομικά καταδεικνύουν ότι η Ελλάδα είναι ένας τόπος ιδανικός για καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Η χλωρίδα της Ελλάδας είναι μια από τις πλουσιότερες διεθνώς καθώς οι ιδιαιτερότητες της γεωλογικής ιστορίας, της γεωγραφικής θέσης, της γεωμορφολογίας και των κλιματικών συνθηκών έχουν ευνοήσει τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη σημαντικού ενδημικών αρωματικών/

φαρμακευτικών φυτών. Τα αυτοφυή είδη δεν απαιτούν υψηλό κόστος παραγωγής, αφού όντας «άγρια είδη» έχουν αναπτύξει ανά τους αιώνες διάφορες άμυνες ενάντια σε κλιματολογικές και βιολογικές (παθογενείς) αντιξοότητες. Η ευκολία της παραγωγικής διαδικασίας που παρουσιάζουν τέτοιου είδους φυτά, εξοικονομεί υδατικό δυναμικό λόγω της μηδενικής ή μικρής ποσότητας νερού που απαιτούν τα περισσότερα είδη αλλά και φιλικότητα στο περιβάλλον λόγω μικρών εισροών σε φυτοφάρμακα, λιπάσματα κ.α. που απαιτούνται για την καλλιέργειά τους. Αναμφισβήτητα τα συγκεκριμένα είδη αποτελούν στοιχεία του ελληνικού οικοσυστήματος με αποτέλεσμα να μην αναμένονται ιδιαίτερα καλλιεργητικά προβλήματα. Έτσι, η επιλογή καλλιέργειας και εμπορίας των προϊόντων τους, αποτελεί μια άριστη εναλλακτική πρόταση καλλιέργειας με την προϋπόθεση ότι οι βιότυποι που θα καλλιεργηθούν θα είναι επιλεγμένοι και προσαρμοσμένοι στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής (Μαλούπα κ.α., 2012).

Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν αν εξεταστούν και από **περιβαλλοντική** διάσταση. Η καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών βοηθάει στην προστασία του περιβάλλοντος από αλόγιστη και άναρχη συλλογή και εκμετάλλευση αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Τα φυτά αυτά συντελούν στη μείωση της διάβρωσης των εδαφών (το οποίο έχει σαν συνέπεια το φαινόμενο της ερημοποίησης) σε περιοχές που είναι ακαλλιέργητες. Εξοικονομούν υδατικό δυναμικό, λόγω του ότι τα περισσότερα καλλιεργούμενα είδη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έχουν ανάγκη από μικρές ποσότητες νερού έως καθόλου. Τέλος, συμβάλλουν στην ανάπλαση και αποκατάσταση περιοχών με ταυτόχρονη ή αυτόνομη ανάπτυξη του οικότουρισμού, στα πλαίσια του οποίου οργανώνονται επισκέψεις σε περιοχές με μεγάλη παραγωγή αρωματικών φυτών και μονάδες επεξεργασίας τους (Σωτηροπούλου, 2008).



Συμπερασματικά, **οι δυνατότητες** ανάπτυξης του κλάδου των αρωματικών φυτών στη βιομηχανία τροφίμων αλλά και στη φαρμακοβιομηχανία και την αρωματοποιία, με την παρασκευή αιθέριων ελαίων, είναι μεγάλες, με την προϋπόθεση βέβαια του σωστού σχεδιασμού και της σφαιρικής αντιμετώπισης του θέματος.

**Οι ευκαιρίες** για εξέλιξη του κλάδου, επίσης πολλές, διότι:

- ✓ Τα αρωματικά - φαρμακευτικά φυτά μπορούν να συμβάλλουν στη σωστή αναδιάρθρωση καλλιεργειών.
- ✓ Φτωχά ή εγκαταλειμμένα χωράφια, αφού τα περισσότερα από τα φυτά αυτά δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικά σε νερό και πλούσια εδάφη.
- ✓ Μικρής κλίμακας καλλιέργεια με χαμηλή οικονομικές εισροές μπορεί να είναι μια απάντηση στην παρακμή των τοπικών αποθεμάτων, δημιουργώντας εισοδήματα και τροφοδοτώντας τις περιφερειακές αγορές.
- ✓ Ισχυρό ποιοτικό προϊόν/ Μικροκλίμα: η βιολογική ρίγανη, η λεβάντα, το φασκόμηλο καθώς και το αιθέριο έλαιό τους αποτελούν ισχυρά ποιοτικά προϊόντα ΑΦΦ στον ελλαδικό χώρο. Παράγονται από αγρότες με την καθοδήγηση γεωπόνων και η υψηλή ποιότητα αποδεικνύεται από τα πιστοποιητικά της σοδειάς τους. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ΑΦΦ της περιοχής με τις συγκεκριμένες περιεκτικότητες, γίνονται άμεσα αποδεκτά από τις βιομηχανίες φαρμάκων. Το κλίμα της περιοχής ενδείκνυται για τη διατήρηση της υψηλής ποιότητας.

**Τάσεις:** Σε όλες τις διεθνείς αγορές παρατηρείται διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για προϊόντα φυσικής προέλευσης, εκ των οποίων τα Α.Φ.Φ. αλλά και τα πολύ υψηλότερης οικονομικής αξίας δευτερογενή προϊόντα τους-αιθέρια έλαια/ εκχυλίσματα καταλαμβάνουν σημαντική θέση. Τα φυτικά αυτά υλικά καθώς και τα

αιθέρια έλαιά τους χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε πολλά τυποποιημένα εμπορικά προϊόντα διατροφής, φάρμακα, καλλυντικά, αρώματα κλπ.

### **3.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα- Προοπτικές**

Η Ελλάδα θεωρείται ο ιδανικός τόπος για την καλλιέργεια των αρωματικών φυτών. Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας μας ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξή τους και 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 ενδημικά. Παρόλα αυτά όμως η καλλιέργεια δεν έχει επεκταθεί (MarketAgri, 2003). Από το σύνολο των 39 εκατ. στρεμ. καλλιεργήσιμης γης στην Ελλάδα, το 44% είναι ορεινές και μειονεκτικές περιοχές, αλλά μόνο το 0,1% αυτών των φτωχών περιοχών καλλιεργούνται με αρωματικά φυτά. Οι περισσότερες προσπάθειες για οργανωμένη παραγωγή, επεξεργασία και εμπορία αρωματικών φυτών κατέληξαν έως σήμερα σε αποτυχία για λόγους που δεν οφείλονται στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος αλλά στην έλλειψη γενικότερης επιχειρηματικής στρατηγικής.

Η μεγαλύτερη παραγωγή από καλλιέργεια εμφανίζεται στην Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα, ενώ η μεγαλύτερη παραγωγή από την συλλογή αυτοφυών φυτών εμφανίζεται στην Κεντρική και Νότια Ελλάδα. Οι Έλληνες παραγωγοί αρωματικών φυτών πωλούν τα προϊόντα τους σε εμπόρους ή τα διακινούν μόνοι τους στις αγορές, εκτός από τους παραγωγούς κρόκου που είναι οργανωμένοι στον Αναγκαστικό Συνεταιρισμό Κροκοπαραγωγών με 1.500 μέλη, τους παραγωγούς μαστίχας Χίου που είναι οργανωμένοι στον Συνεταιρισμό Μαστιχοπαραγωγών με 2.800 μέλη και τους

παραγωγούς ρίγανης για μεταποίηση που έχουν συνάψει συμβόλαια για διάθεση των προϊόντων τους κυρίως για απόσταξη (ριγανέλαιο).

Η καλλιέργεια αρωματικών φυτών αποτελεί μια άριστη πρόταση παραγωγής για την Ελλάδα γιατί οι νέες τάσεις στη διεθνή αγορά είναι η αναζήτηση νέων κλάδων που μπορούν να σταθούν στον ανταγωνισμό χωρίς άμεσες οικονομικές ενισχύσεις. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται και τα αρωματικά φυτά για την χώρα μας για τους εξής λόγους (Γκολιάρης, 2002).

- Η χώρα μας διαθέτει ιδιαίτερα αξιόλογο φυσικό συγκριτικό πλεονέκτημα για την παραγωγή αρωματικών φυτών ποιότητας, δεδομένης της μεγάλης ποικιλίας ειδών και των ιδιαίτερα ευνοϊκών συνθηκών κλίματος και εδάφους που διαθέτει.
- Η καλλιέργεια αρωματικών φυτών μπορεί να εξελιχθεί σε έναν από τους δυναμικούς κλάδους γεωργικής παραγωγής (135 φορές πιο κερδοφόρο από το σιτάρι) και να έχει ουσιαστική συνεισφορά στο παραγόμενο οικονομικό προϊόν.
- Η ευαισθητοποίηση του κοινού στα θέματα προστασίας του περιβάλλοντος και της ανάπτυξης υγιεινών τροφών έχει φέρει στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος την ανάπτυξη νέων καλλιεργειών και οικοσυστημάτων που να βασίζεται στις αρχές και τους κανόνες της βιολογικής γεωργίας.
- Όσον αφορά την υποδομή σε μηχανικό εξοπλισμό δεν εμφανίζουν ιδιαίτερες απαιτήσεις και οι διαδικασίες σποράς και συλλογής μπορούν να πραγματοποιηθούν με συμβατικό εξοπλισμό με μικρές τροποποιήσεις.
- Δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικά σε νερό, λίπανση και πλούσια εδάφη και επομένως μπορούν να καλλιεργηθούν σε αγροτεμάχια που είτε καλλιεργούνται ήδη φυτά χαμηλής προσόδου είτε είναι ακαλλιεργητα.

Παρακάτω, παρουσιάζεται συνοπτικά με τη μορφή διαγράμματος, (Γράφημα 1), η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα όσον αφορά τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και την παραγωγή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών κατά τη χρονική περίοδο 1991-2007.



**Γράφημα 1.** Καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγωγή αρωματικών φυτών κατά τη χρονική περίοδο 1991-2007 στην Ελλάδα.

**ΠΗΓΗ:** Υπουργείο Αγρ. Ανάπτυξης & Τροφίμων 2009

Τα αρωματικά φυτά δεν πωλούνται μόνο στις εταιρίες παραγωγής καλλυντικών τροφίμων, φαρμάκων αλλά και προς ευρεία κατανάλωση. Η λιανική τιμή πώλησής τους είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την χονδρική, γεγονός που είναι απόλυτα λογικό καθώς οι ποσότητες που αγοράζει συνήθως ένας καταναλωτής είναι πολύ μικρότερες. Ενδεικτικά, στον παρακάτω Πίνακα 2, φαίνονται τα οικονομικά στοιχεία των πιο σημαντικών καλλιεργούμενων ΑΦΦ.

**Πίνακας 2.** Τιμές χονδρικής πώλησης και αποδόσεις καλλιεργούμενων ΑΦΦ

Φυτό	\$/kg	Φυτικό μέρος	Απόδοση Kg/στρέμμα	Έσοδα μικτά \$/στρέμμα
<i>Achillea millefolium</i> (αχίλλεια)	6,5	ανθισμένες κορυφές	300	1950
<i>Melissa officinalis</i> (μελισσόχορτο)	10	φύλλο	400	4000
<i>Rosmarinus officinalis</i> (δενδρολίβανο)	5	φύλλο	300	1500
<i>Origanum vulgare</i> (ρίγανη)	8	φύλλο	120	960
<i>Thymus vulgaris</i> (θυμάρι)	7,5	φύλλο	400	3000
<i>Satureja hortensis</i> (θρούμπι)	6,5	φύλλο	400	2800
<i>Origanum majorana</i> (μαντζουράνα)	7	φύλλο	200	1400
<i>Echinacea purpurea radix</i> (εχινάκεια)	12	ρίζα	400	4800
<i>Ocimum basilicum</i> (βασιλικός)	7,5	φύλλο	400	3000
<i>Origanum dictamnus</i> (δίκταμος)	8	φύλλα	200	1600
<i>Salvia officinalis</i> (φασκόμηλο)	7,5	φύλλο	400	3000
<i>Mentha piperita</i> (μέντα)	10	φύλλο	300	3000
<i>Sideritis sp.</i> (τσάι του βουνού)	8	φύλλο	120	960
<i>Lavandula angustifolia</i> (λεβάντα)	10	άνθος	200	2000

ΠΗΓΗ: Πολυσίου, 2000

Συνήθως, το 6-7% των βοτάνων που πωλούνται στους Έλληνες καταναλωτές είναι εισαγόμενο. Τα ελληνικά αρωματικά φυτά, προτιμούνται από τους καταναλωτές σε σχέση με τα εισαγόμενα αλλά επειδή είναι δυσεύρετα, η τιμή τους είναι αυξημένη. Αυτά που είναι ελληνικής προελεύσεως συνήθως είναι η ρίγανη και το τσάι βουνού, ενώ το χαμομήλι, το φασκόμηλο και η λουΐζα εισάγονται λόγω της αυξημένης ζήτησης. Σε αντίθεση με τα αποξηραμένα αρωματικά φυτά και βότανα, τα αιθέρια

έλαια αυτών είναι πολύ πιο ακριβά λόγω της δύσκολης και δαπανηρής διαδικασίας παραγωγής τους και ταυτόχρονα, πωλούνται σε μικρότερες ποσότητες.

Στον παρακάτω Πίνακα 3, παρουσιάζονται συνοπτικά οι ενδεικτικές τιμές λιανικής πώλησης αιθέριων ελαίων.

**Πίνακας 3.** Ενδεικτικές τιμές αιθέριων ελαίων σε φιάλες των 500-50 mL

Κοινό όνομα	Επιστημονικό όνομα	500 mL	100 mL	50 mL
Δενδρολίβανο	<i>Rosmarinus officinalis</i> L	85,0 €	18,5 €	11,0 €
Θυμάρι	<i>Thymus vulgaris</i>	171,0 €	37,0 €	23,0 €
Λαδανιά	<i>Cistus creticus ladaniferus</i>	362,50 €	79,0 €	48,0 €
Λεβάντα	<i>Lavandula vera</i> D.C	100,0 €	22,0 €	13,0 €
Λεβάντα	<i>Lavandula vera</i> D.C extra	594,0 €	129,0 €	78,5 €
Μάραθος	<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	130,0 €	28,0 €	17,0 €
Ρίγανη	<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	161,0 €	35,0 €	21,0 €
Φασκόμηλο	<i>Salvia officinalis</i>	188,0 €	41,0 €	25,0 €
Χαμομήλι	<i>Anthemis nobilis</i>	708,5 €	154,0 €	93,5 €
Χαμομήλι	<i>Ormenis multicaulis</i>	559,50 €	121,0 €	74,0 €

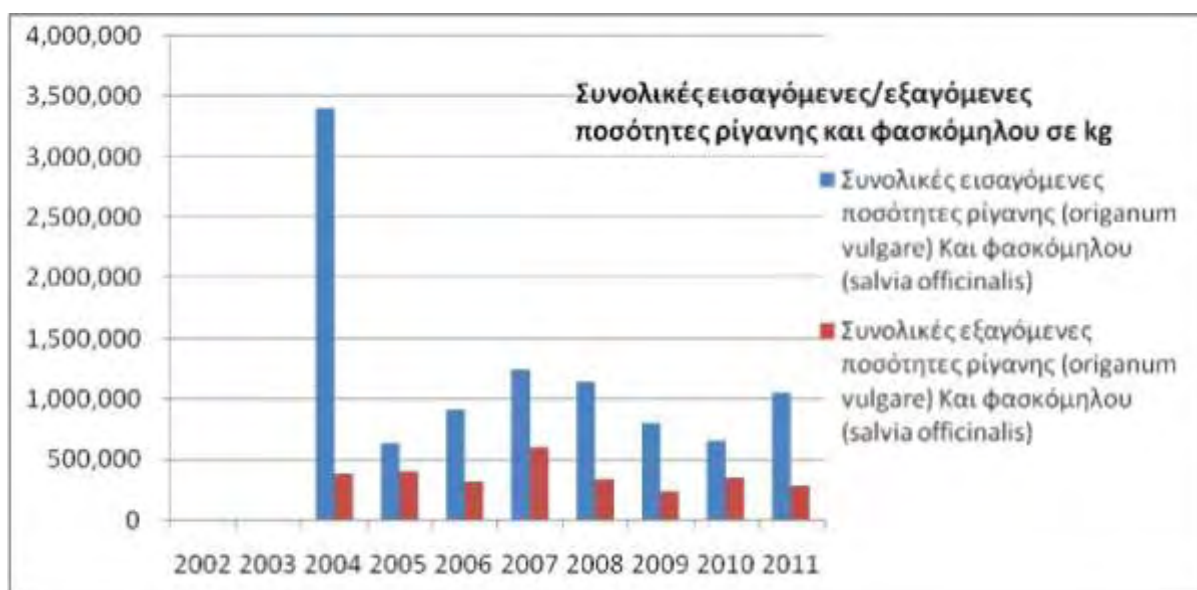
**ΠΗΓΗ:** Πολυσίου, 2000

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα, εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι ακόμη κι αν η ποσότητα των αιθέριων ελαίων είναι ίδια, η τιμή διαφέρει κατά πολύ σε κάποια φυτά. Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στις χρήσεις του αιθέριου ελαίου. Τα ελληνικά αιθέρια έλαια είναι ακριβότερα σε σχέση με τα εισαγόμενα.

- Εισαγωγές αρωματικών φυτών Η ρίγανη και το φασκόμηλο διατηρούν σταθερά μεγάλες ποσότητες εισαγωγών με μεγαλύτερη από όλες το έτος 2009. Τη συγκεκριμένη χρονιά, το μεγαλύτερο μέρος εισάγεται από την Τουρκία (39,2%) και την Αίγυπτο (19,7%) που πλέον πρωτοστατούν στο εμπόριο αρωματικών φυτών.

• Εξαγωγές αρωματικών φυτών Μπορεί παλαιότερα το εμπόριο αρωματικών φυτών και βοτάνων να ήταν «αφημένο» στην τύχη του, όμως τα τελευταία χρόνια τα πράγματα έχουν αλλάξει. Όλο και περισσότερες εκτάσεις καλλιεργούνται με αποτέλεσμα την αύξηση των παραγόμενων ποσοτήτων. Εξαιτίας όλων των παραπάνω, πλέον, οι Έλληνες εμπορεύονται τα αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια, όχι μόνο στον Ελλαδικό χώρο αλλά και στο εξωτερικό.

Στην περίπτωση της ρίγανης και του φασκόμηλου, τα πράγματα είναι διαφορετικά. Τα δυο πρώτα έτη, 2002-2003, (Γράφημα 2), η ρίγανη και το φασκόμηλο αποτελούσαν δυο διαφορετικού κωδικούς για την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία. Από το 2004 και μετά, ενώθηκαν σε μια κατηγορία. Το 2004 παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη σε ποσότητα εισαγωγή αυτών των δυο αρωματικών φυτών. Η πορεία των εισαγωγών ήταν αυξομειούμενη αλλά όχι με μεγάλες διακυμάνσεις. Οι εξαγωγές, επίσης παρουσίασαν ανοδική και καθοδική πορεία στο πέρασμα των τελευταίων 8 ετών, αλλά μπορεί κανείς να πει ότι σε γενικά πλαίσια, ακολούθησαν σταθερή πορεία. Αυτό το γεγονός, δείχνει πως αυτό το διάστημα δεν άλλαξε η παραγωγή ρίγανης και φασκόμηλου (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2011).



**Γράφημα 2.** Συνολικές εισαγόμενες/εξαγόμενες ποσότητες ρίγανης και φασκόμηλου σε kg

**ΠΗΓΗ:** ΕΛ.ΣΤΑΤ,2011

### **3.3 Αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών**

Τα αιθέρια είναι πολυσύνθετα μίγματα οργανικών ουσιών ακυκλικών, αλλοκυκλικών, αρωματικών ή και ετεροκυκλικών ενώσεων. Το αιθέριο έλαιο κάθε φυτού έχει διαφορετική σύνθεση στα διάφορα στάδια αναπτύξεώς του. Τα τερπένια σχηματίζονται από απλούστερες ουσίες που θεωρούνται πρόδρομοι αυτών και είναι υπεύθυνα για το άρωμα. Η μεγαλύτερη ποσότητα αιθέριου ελαίου βρίσκεται στα αυξητικά όργανα του φυτού καθώς και στα νεαρής ηλικίας όργανα (Guenther, 1948). Τα τερπένια ταξινομούνται πρωτίστως σύμφωνα με τον αριθμό των μονάδων ισοπρενίου στο μόριό τους, και με βάση ότι τα απλούστερα περιέχουν 2 τέτοιες μονάδες. Γενικά τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δυο μεγάλες ομάδες: στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα. Στα πρώτα περιλαμβάνονται οι αλκοόλες, οι αλδεύδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, τα οξέα, οι εστέρες κλπ. Στα δεύτερα περιλαμβάνονται οι υδρογονάνθρακες των οποίων η συμβολή στο άρωμα είναι μικρή ή μηδαμινή.

Τα αιθέρια έλαια είναι υγρά, εύφλεκτα, πτητικά σε κανονική θερμοκρασία και δεν αφήνουν κηλίδα σε διηθητικό χαρτί, σε αντίθεση με τα λιπαρά έλαια. Είναι άχρωμα έως υποκίτρινα με ελάχιστες εξαιρέσεις όπως το γαρυφαλλέλαιο που είναι κιτρινοκαστανόχρωμο και όσα περιέχουν αζουλένιο είναι μπλε. Όταν συντηρούνται για πολύ χρόνο σκουραίνουν, ρητινοποιούνται και αλλοιώνεται η οσμή τους. Αιτία γι' αυτό είναι οι αυτοοξειδώσεις, ο πολυμερισμός και οι υδρολύσεις των εστέρων. Η υγρασία, η θερμοκρασία και το φως επηρεάζουν τα αιθέρια έλαια γι' αυτό πρέπει να



φυλάσσονται σε μικρά, γεμάτα, καλά κλεισμένα και προστατευμένα από το φως και τη θερμοκρασία δοχεία.

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από τα αρωματικά φυτά με διάφορες μεθόδους. Για την εκλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνονται υπόψη τα εξής (Guenther, 1948):

1. Το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού.
2. Η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέρια έλαια.
3. Η αξία (τιμή) του αιθέριου ελαίου.
4. Η χημική σύνθεση των διάφορων συστατικών του αιθέριου ελαίου.
5. Η τελική χρήση του αιθέριου ελαίου

Οι μέθοδοι με τις οποίες λαμβάνονται τα αιθέρια έλαια είναι οι εξής:

α) Απόσταξη (υδροαπόσταξη, απόσταξη με νερό και ατμούς, με υδρατμούς κλπ.)

β) Εκχύλιση με διαλύτες

γ) Enfleurage - εκχύλιση με λίπος (π.χ. γιασεμί) δ) ψυχρή εκπίεση (π.χ. εσπεριδοειδή)

Ο ακριβής ρόλος των αιθέριων ελαίων δεν έχει γίνει ακόμη γνωστός, υπάρχουν όμως πολλές υποθέσεις κάποιες από αυτές είναι οι παρακάτω:

Προστασία του φυτού: Μίγματα τερπενοειδών (όπως η λιναλοόλη και το λιμονένιο) ή άλλων ουσιών συσσωρεύονται συνήθως σε κύτταρα με υψηλή εξειδίκευση όπως αδενώδεις τρίχες ή αδένες, με τη μορφή αιθέριων ελαίων. Οι δομές αυτές, είτε έχουν καθαρά αμυντικούς ρόλους, αφού τα προϊόντα τους παρουσιάζουν τοξική ή απωθητική δράση έναντι παθογόνων και φυτοφάγων (Taiz and Zeiger, 1998) (Jacobson 1982), είτε συμβάλλουν στην προσέλκυση των επικονιαστών ή των φυτοφάγων (Seigler, 1998) (Pichersky and Gershenzon, 2002).

Ως φερομόνες διαφόρων εντόμων : Ορισμένα μονοτερπένια, συστατικά αιθέριων ελαίων δρουν ως φερομόνες εντόμων όπως η γερανιόλη, το μυρκένιο , το λιμονένιο και το α-και β-πινένιο (Pichersky and Gershenzon, 2002).

Έναρξη αμυντικών μηχανισμών φυτού: Υπάρχουν ενδείξεις ότι ορισμένα πτητικά συστατικά, μεταξύ αυτών και τερπένια, διαδραματίζουν ρόλο σημάτων συναγερμού, αφού ελευθερώνονται από τραυματισμένους φυτικούς ιστούς και επάγουν αμυντικούς μηχανισμούς σε γειτονικά, μη τραυματισμένα φυτά (Pichersky and Gershenzon, 2002).

- μειώνουν την απώλεια του νερού με την διαπνοή.
- προσελκύουν τα έντομα, που μαζεύουν τη γύρη και βοηθούν έτσι στην αναπαραγωγή και επικονίαση.
- για να περιορίσουν την ανάπτυξη άλλων των φυτών που αναπτύσσονται στην ίδια περιοχή (αλληλοπάθεια),
- Τέλος τα αιθέρια έλαια λόγω των διάφορων συστατικών που διαθέτουν έχουν **αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες**. (Azaz *et al.*, 2005, Panizzi *et al.*, 1993, Yadegarinia *et al.*, 2006, Choriantopoulos *et al.*, 2006)

Τα αιθέρια έλαια μαζί με τα αλκαλοειδή και τα φαινολικά συστατικά είναι σημαντικά συστατικά του δευτερογενούς μεταβολισμού του φυτού. Η αξία τους κρίνεται τόσο από τη μέχρι σήμερα γνωστή χρήση τους από τη βιομηχανία φαρμάκων, τροφίμων και αρωμάτων, αλλά και από τις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητές τους που ενισχύουν τη χρήση των αιθέριων ελαίων στα τρόφιμα. Καθίσταται έτσι τις περισσότερες φορές απαραίτητο να είναι γνωστή η κατάλληλη εποχή συλλογής, ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή σύσταση και απόδοση σε αιθέριο έλαιο. Για να γίνει αυτό εφικτό, θα πρέπει να είναι γνωστοί οι παράγοντες που καθορίζουν τη χημική σύσταση καθώς και την απόδοση του αιθέριου ελαίου στα φυτά. Στη συνέχεια αναλύονται κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες (Figueiredo *et al.*, 2008).

**Οι μεταβολές στη φυσιολογία του φυτού αφορούν:**

- Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων (φύλλα, άνθη, καρποί)
- Το μέρος του φυτού (φύλλα, άνθη κ.λπ.) που αναλύεται
- Το εκκριντικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια
- Την εποχική διακύμανση
- Τις μηχανικές και χημικές βλάβες

#### ❖ **Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων**

Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων του φυτού (φύλλα, άνθη, καρποί) είναι καθοριστικό για τη σύσταση του αιθερίου ελαίου του φυτού. Στις περισσότερες περιπτώσεις η απόδοση σε αιθέριο έλαιο είναι αυξημένη την περίοδο της ανθοφορίας. Ταυτόχρονα, η αναλογία κάποιων συστατικών αυξάνεται από 10%, που μπορεί να βρισκόταν στα αρχικά στάδια, σε 50-70% στο στάδιο της πλήρους άνθησης. Σύμφωνα με τους (Manez *et al.*, 1991), οι αλλαγές που παρατηρούνται στη σύσταση των πτητικών συστατικών κατά την ωρίμανση των οργάνων οφείλονται σε αντιδράσεις κυκλοποίησης και αφυδάτωσης των συστατικών.

#### ❖ **Το μέρος του φυτού που αναλύεται**

Στις περισσότερες περιπτώσεις η σύσταση του αιθερίου ελαίου εξαρτάται από το μέρος του φυτού που αναλύεται: άνθη, πράσινα μέρη (φύλλα, βλαστοί), φλοιοί, ολόκληροι καρποί, περικάρπιο ή μόνο σπόροι, ρίζες κ.α. Η συγκέντρωση των τερπενοειδών είναι γενικά μεγαλύτερη στα αναπαραγωγικά όργανα, συνήθως, στην περίοδο πριν και τα διάρκεια της άνθησης. Επίσης, εξαιτίας του προστατευτικού

ρόλου που παρέχουν στο φυτό έναντι φυσικών εχθρών, η συγκέντρωσή τους είναι αυξημένη στα νεαρά όργανα παρά στα ώριμα.

#### ❖ Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια

Οι διαφορές στη σύσταση του αιθερίου ελαίου στα διάφορα μέρη του φυτού μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει και από την ετερογενή κατανομή των εκκριτικών οργάνων (τριχίδια, πόροι) στο φυτό. Συχνά από τα όργανα αυτά δεν εκκρίνονται τα ίδια συστατικά, ενώ μπορεί και ο μηχανισμός έκκρισης να είναι διαφορετικός ή ακόμα και να μην αναπτύσσονται ταυτόχρονα σε όλα τα μέρη του φυτού. Το είδος και η θέση των οργάνων αυτών είναι χαρακτηριστικά για κάθε οικογένεια.

#### ❖ Εποχική διακύμανση

Σε πολλά είδη η σύσταση του αιθερίου ελαίου τους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους, γεγονός που καθορίζει και την εποχή συλλογής του φυτού. Συχνά οι μεταβολές στη σύσταση όσο και στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο συνδέονται με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν τους διάφορους μήνες του έτους (διάρκεια ηλιοφάνειας, θερμοκρασία, υγρασία) ή ακόμη και με επιμολύνσεις από παθογόνους μικροοργανισμούς (ιδιαίτερα κατά τους μήνες με υψηλή βροχόπτωση). Σε κάθε περίπτωση η εποχή συλλογής επιλέγεται βάσει του επιθυμητού συνδυασμού σύστασης και απόδοσης σε αιθέριο έλαιο.

### ❖ Μηχανικές και χημικές βλάβες

Η συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών στο φυτό επηρεάζεται από πληγές ή προσβολές που μπορεί να προκληθούν από αρπακτικά πτηνά ή ακόμη και από την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Στις περιπτώσεις αυτές νέα συστατικά μπορεί να παραχθούν ή ακόμη μπορεί να παρατηρείται αύξηση στη συγκέντρωση ή/και αλλαγή στις αναλογίες των ήδη υπαρχόντων συστατικών. Η αντίδραση ενός υγιούς φυτού σε οποιοδήποτε είδος μηχανικής ή χημικής βλάβης επιπλέον εξαρτάται και από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τη διαθεσιμότητα του νερού, την ηλιοφάνεια κ.α.

### ❖ Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Η παραγωγή των αιθέριων ελαίων εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον ανάπτυξης του φυτού. Το κλίμα είναι ίσως ο μοναδικός παράγοντας που διαφεύγει του ανθρώπινου ελέγχου, γι' αυτό και θεωρείται καθοριστικός στην ποιότητα των αιθέριων ελαίων. Έτσι, εξαιτίας των άνυδρων και θερμών καλοκαιρινών μηνών των τελευταίων ετών παρατηρήθηκε μείωση στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου (στην Τυνησία) από 60-70 tn στους 20 tn για τα έτη 2002 και 2003 αντίστοιχα (Ouahada, 2004). Οι (Turtola *et al.*, 2003) έδειξαν ότι υπό συνθήκες ξηρασίας η συγκέντρωση των τερπενίων αυξάνεται, ενώ μειώνεται η ανάπτυξη στα φυτά *Pinus sylvestris* και *Picea abies*.

Στα είδη *Coriandrum sativum* και *Thymus vulgaris* η απόδοση σε αιθέριο έλαιο αυξάνει με την αύξηση της άρδευσης. Σε συνθήκες ξηρασίας μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών και μεταβάλλεται η ικανότητα πρόσληψης θρεπτικών συστατικών. Κάτω από τέτοιες συνθήκες στρες, τα φυτά είναι περισσότερο επιρρεπή σε παθογόνους οργανισμούς και φυτοφάγα ζώα.

### ❖ Γεωγραφική θέση

Από πολλές βιβλιογραφικές αναφορές επιβεβαιώνεται ότι συχνά τόσο η απόδοση όσο και η σύσταση του αιθέριου ελαίου για το ίδιο είδος φυτού εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση της καλλιέργειας. Έτσι, στη βιβλιογραφία παρατηρείται μία αξιολογική ποικιλότητα στην περιεκτικότητα των συστατικών αιθέριου ελαίου σε κάποια είδη φυτών (π.χ. *T. vulgaris*) που υποδηλώνει την ύπαρξη χημειοτύπων. Η ύπαρξη χημειοτύπων είναι το αποτέλεσμα διαφορών στις περιβαλλοντικές συνθήκες, στις συνθήκες καλλιέργειας (γεωγραφικό ύψος, ηλιοφάνεια, τύπος εδάφους), οι οποίες καταλήγουν και σε γενετικές διαφοροποιήσεις των ειδών.

### ❖ Γενετικοί παράγοντες

Η παραγωγή και η χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων από τα φυτά είναι γενετικά καθορισμένη. Ωστόσο, μικρές διαφορές στο γονότυπο ατόμων του ίδιου είδους επηρεάζουν σημαντικά τη χημική σύσταση των δευτερογενών μεταβολιτών (δημιουργία χημειοτύπων), χωρίς να μεταβάλλουν την μορφολογία του (Nemeth, 2005).

#### 4. ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ

Το Φασκόμηλο ή φασκομηλιά, το λατινικό του όνομα προέρχεται από τη λέξη 'salvare' που σημαίνει σώζω. Ο Ιπποκράτης και ο Γαληνός το χρησιμοποιούσαν για θεραπευτικούς σκοπούς, ενώ οι Λατίνοι το θεωρούσαν ιερό φυτό και το χρησιμοποιούσαν σε θρησκευτικές τελετές. Απαντάται σε πολλές χώρες της Μεσογείου και της Μ. Ασίας. Στην Ελλάδα υπάρχουν πάνω από 20 είδη φυτών του γένους *Salvia*. Το είδος *Salvia officinalis* δεν καλλιεργείται συστηματικά στην Ελλάδα παρά μόνο στο Αγρίνιο, καλλιεργείται όμως σε περιοχές της κεντρικής και νοτιοανατολικής Ευρώπης καθώς και στην Αμερική.

##### 4.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά

(*Salvia officinalis*)- Σάλβια η φαρμακευτική. Το φασκόμηλο είναι ένας μικρός, πολυετής, αειθαλής θάμνος, που το ύψος του φτάνει μέχρι τα 70 cm, με βλαστό πολύκλαδο, τετραγωνικό και χνουδωτό. Τα φύλλα είναι αντίθετα, αργυρότεφρα, χνοώδη στην κάτω επιφάνεια, μήκους 5-8 cm και πλάτους 2-3 cm, Εικόνα 1.



**Εικόνα 1:** Απεικόνιση του φυτού της φασκομηλιάς

**ΠΗΓΗ:** [www.bodyinbalance.gr](http://www.bodyinbalance.gr)

Είναι επίσης βραχύμισχα, επιμήκη που καταλήγουν σε οξεία γωνία, με νευρώσεις πυκνά διακλαδισμένες και βαθουλωμένες μέσα στο παρέγχυμα. Άνθη κυανοιώδη, ροδόχρωμα ή λευκά, ανά 5-10, σε αραιούς σπονδύλους (σχηματίζουν στενό, απλό βότρυ). Βράκτια ωοειδή, βραχύτερα του κάλυκα (πέφτουν εύκολα). Κάλυκας 1-1,4 cm, δίχειλος, χνουδωτός, αδενώδης. Στεφάνη 2-3,5 cm (διπλάσια ή τριπλάσια του κάλυκα), με το ανώτερο χείλος σχεδόν ευθύ, επίπεδο. Σωλήνας με δακτύλιο εσωτερικά. Άνθιση, Μάιο-Αύγουστο (Κουτσός, 2006). Τα άνθη φύονται κατά σπονδύλους, έχουν μήκος 1,5-2 cm, δύο χείλη, χρώμα ιώδες που άλλες φορές υπερίσχυε το ερυθρό χρώμα και άλλες το μπλε, με λεπτό και μακρύ κάλυκα. Έχει βλαστό τετραγωνικό, πολύκλαδο. χνουδωτό, ύψους 30 - 50 εκατοστά, φύλλα λογχοειδή ή προμήκη, οδοντωτά, χνουδωτά, πράσινα. Ευδοκιμεί τόσο σε θερμές όσο και σε ψυχρές περιοχές (νησιά, ηπειρωτική Ελλάδα) και σε χωράφια ασβεστούχα, μέτριας γονιμότητας, ξερικά.

#### **4.2 Καλλιεργητικές απαιτήσεις φασκόμηλου**

##### **➤ Εδαφοκλιματολογικές απαιτήσεις - Λίπανση**

Το φασκόμηλο ως φυτό με μικρές ανάγκες που καλύπτονται από βροχόπτωση (μικρή ανάγκη άρδευσης το καλοκαίρι) θεωρείται κατάλληλο και για ξηροθερμικές συνθήκες. Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά και στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού. Αυτό προκύπτει απ' το γεγονός ότι απαντάται σαν αυτοφυές σε πολλές περιοχές της ηπειρωτικής και νησιώτικης Ελλάδας και σε υψόμετρο από 0 - 1500 μ. περίπου. Αντέχει πολύ στο κρύο μέχρι - 25 °C (Λάζαρη και Σκαλτσά, 2005). Επίσης, αναπτύσσεται καλύτερα σε περιοχές με ετήσια βροχόπτωση 0,3 - 2,6 m.



Η άρδευση απαιτείται μόνο κατά την εποχή εγκατάστασης των φυτών. Στην συνέχεια η καλλιέργεια αναπτύσσεται ως ξηρική χωρίς απαιτήσεις σε νερό. Το φασκόμηλο είναι ξηρική καλλιέργεια και μόνο σε μεγάλες ξηρασίες μπορεί να χρειασθεί πότισμα. Όταν όμως ποτίζεται και γίνονται σωστές καλλιεργητικές εργασίες για να μην υποφέρει από ζιζάνια, μπορεί να δώσει και δεύτερη συγκομιδή μέσα στο έτος (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2010, Μαλούπα κ.α, 2013).

Χρειάζεται έδαφος ή εδαφικό μίγμα μέτριο σε θρεπτικά στοιχεία. Προτιμάει ηλιόλουστα μέρη, αλλά όχι τον καυτό ήλιο, και εδάφη με καλή στράγγιση. Το pH του εδάφους πρέπει να είναι μεταξύ 7 και 8. Σύμφωνα με μια μελέτη του φυτού *Salvia officinalis* σε υπαίθριες συνθήκες καλλιέργειας παρατηρήθηκε ότι είναι ευαίσθητο φυτό στον παράγοντα της αλατότητας και συνεπώς καθίσταται ακατάλληλο για φυτεύσεις σε παραθαλάσσιες περιοχές (Νάστα, 2013).

Συνιστάται ετησίως λίπανση με 7-8 μονάδες N, 8-10 K και 8-10 P σε περίπτωση συμβατικής καλλιέργειας, ή κοπριάς ή ανάλογων εγκεκριμένων σκευασμάτων σε βιολογικές καλλιέργειες. Από έρευνες έχει αποδεχτεί ότι μόνο η αζωτούχα λίπανση δίνει θετικά αποτελέσματα. 6 μονάδες αζώτου υπό αμμωνιακή μορφή πριν την φύτευση και 4 μονάδες αζώτου νιτρική μορφή σε δύο δόσεις κατά την διάρκεια ανάπτυξης του φυτών, είναι η πλέον ενδεδειγμένη λίπανση (Βογιατζή - Καμβούκου, 2004). Τα πολύ ελαφρά αμμώδη εδάφη δεν είναι κατάλληλα, γιατί εκτός που η ανάπτυξη των φυτών είναι καθυστερημένη, όταν βρέχει οι λεπτοί κόκκοι της άμμου προσκολλούνται στα κατώτερα φύλλα των φυτών, όπου παραμένουν για πολύ χρόνο με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ποιότητα του προϊόντος. Επίσης ακατάλληλα είναι τα βαρέα και συνεκτικά εδάφη που συγκρατούν πολύ υγρασία. Τα φυτά σάλβιας κατά τους εαρινούς μήνες αναπτύσσονται ταχύτατα. Το φυτό συμπληρώνει τον βιολογικό του κύκλο σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα. Έτσι για να κατορθώσει

μέσα σε αυτό το μικρό διάστημα να αποδώσει κανονικά, θα πρέπει να έχει στη διάθεση του τα απαραίτητα στοιχεία.

### ➤ Πολλαπλασιασμός

A) Με σπόρο B) Με μοσχεύματα

A) Ο σπόρος που παράγεται σε αρκετή ποσότητα σπέρνεται σε υπαίθριο σπορείο με το γνωστό τρόπο. Η ποσότητα που χρειάζεται για τη σπορά ενός τετραγωνικού μέτρου είναι 8 - 10 γραμ. (κάθε γραμμάριο περιέχει 150 περίπου σπόρους). Ο σπόρος πρέπει να είναι 1 - 3 χρονών), γιατί μετά χάνει τη βλαστικότητα του. Η καλύτερη εποχή για τη δημιουργία του σπορείου είναι οι αρχές Αυγούστου αρκεί να ποτίζεται συχνά και να προφυλάσσεται από την υπερβολική θερμοκρασία. Ο σπόρος σπέρνεται επίσης και το φθινόπωρο (Οκτώβριο) ή την άνοιξη (Μάρτιο). Τέλος η σπορά μπορεί να γίνει και απ' ευθείας στο χωράφι σε γραμμές, με το χέρι ή μηχανές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η ποσότητα του σπόρου που χρειάζεται για ένα στρέμμα ανέρχεται σε 300 - 500 γραμμάρια.

B) Αυτά είναι τεμάχια ετήσιων συνήθως βλαστών μήκους 10-12 εκατ. Που φυτεύονται για να ριζοβολήσουν σε μίγμα χώματος ή κοπριάς και άμμου (1:1). Η εποχή φυτεύσεως συμπίπτει με εκείνη της σποράς στο σπορείο, οι δε αποστάσεις φύτευσης είναι 5 x 1 0 εκατ. Τα μοσχεύματα συλλέγονται Ιούλιο και μεταφυτεύονται στο χωράφι μέσα Οκτωβρίου. Το μήκος των μοσχευμάτων είναι 10-12 cm. Τα μοσχεύματα τοποθετούνται σε μίγμα κοπριάς άμμου 1:1 για να ριζοβολήσουν. Η ριζοβολία διαρκεί 70-75 μέρες και κατόπιν μεταφυτεύονται στο χωράφι. Τα φυτά μεταφυτεύονται στο χωράφι με καπνοφυτευτικές μηχανές το φθινόπωρο σε

αποστάσεις 0,7-0,8 m μεταξύ των γραμμών, ενώ η απόσταση μεταξύ των φυτών στην ίδια γραμμή είναι 0,4-0,5 m. Φυτά 1700-2000 φυτά/στρ.

Για να γίνει κανονική φύτευση στις αρχές του Φθινοπώρου, θα πρέπει να έχει γίνει η σπορά κατά τον Αύγουστο ή αρχές Σεπτεμβρίου. Το έδαφος του φυτωρίου ετοιμάζεται και απολυμαίνεται καλά. Η σπορά γίνεται κατά γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 15 εκ. Το βάθος σποράς δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 3 εκ. Το πότισμα θα πρέπει να επαναλαμβάνεται καθημερινώς μέχρι να φυτρώσουν οι σπόροι. Μετά το φύτευμα των σπόρων γίνονται τα απαραίτητα βοτανίσματα, ώστε να αναπτυχθούν γερά φυτά (Λάζαρη και Σκαλτσά, 2005). Όταν τα φυτά αποκτήσουν τέσσερα φύλλα, είναι κατάλληλα προς μεταφύτευση (Βογιατζή - Καμβούκου, 2004)

#### ➤ **Εποχή και τρόπος Φυτεύσεως**

Η καλύτερη εποχή για τη φύτευση των φυτών που έγιναν με έναν από τους παραπάνω τρόπους είναι το φθινόπωρο (Οκτώβριο - Νοέμβριο) μετά τις βροχές. Επίσης τα φυτά μπορούν να μεταφυτευτούν και την άνοιξη (Φεβρουάριο - Μάρτιο). Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών είναι 2 μέτρα και των φυτών πάνω στις γραμμές 1 μέτρο. Η παραγωγή φυτών σε σπορεία και η μεταφύτευσή τους στον αγρό είναι ο πλέον ενδεδειγμένος και αποδοτικός τρόπος, διότι από το πρώτο έτος της φύτευσης επιτυγχάνεται σημαντική παραγωγή (Λάζαρη και Σκαλτσά, 2005).

#### ➤ **Εποχή άνθισης - Συγκομιδή - Ξήρανση**

Η ανθοφορία αρχίζει το μήνα Απρίλιο και ολοκληρώνεται το πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται η καλλιέργεια (Λάζαρη και Σκαλτσά, 2005). Τα φύλλα του είναι και το κατεξοχήν

χρησιμοποιούμενο μέρος του φυτού, συλλέγονται λίγο πριν ή κατά την αρχή της ανθοφορίας (με το άνοιγμα των ανθέων) με ξηρό και ηλιόλουστο καιρό, το Μάιο ή τον Ιούνιο (ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειας) και ξηραίνονται στη σκιά ή σε θερμοκρασία που δεν ξεπερνά τους 35°C (Μπουχέλος, 2013). Στις χαμηλές περιοχές η συλλογή αρχίζει από τον Απρίλιο, στις δε ορεινές κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Στις καλλιεργούμενες φυτείες, τον πρώτο χρόνο γίνεται μόνο μια συλλογή, ενώ το δεύτερο χρόνο και μετά γίνονται 2-3 συλλογές. Η πρώτη συλλογή γίνεται τον Απρίλιο, η δεύτερη Ιούλιο και η τρίτη το Σεπτέμβριο. Κατά τη συλλογή αφαιρούνται οι βλαστοί λίγο πιο πάνω από τη διασταύρωση των πρώτων βλαστών. Μετά την αποξήρανση παίρνουμε τα φύλλα και τους ανθούς (Λάζαρη και Σκαλτσά, 2005). Συλλέγεται όλο το υπέργειο μέρος σε ύψος 10 cm πάνω από το έδαφος. Υπάρχει περίπτωση 2ης συγκομιδής στις αρχές Σεπτεμβρίου.

#### ➤ **Οικονομικά στοιχεία φασκόμηλου**

- Αγορά φυταρίων: 200 ευρώ (0,1 ευρώ επί 2.000 φυτά)
- Οργώματα, φρεζάρισμα και εγκατάσταση: ½ άνθρωπο-μεροκάματο ανά στρέμμα και μηχανική εργασία φυτευτικής και ελκυστήρα.
- Τον πρώτο χρόνο χρειάζονται τρία σκαλίσματα (ένα μεροκάματο ανά στρέμμα το κάθε σκάλισμα). Το δεύτερο χρόνο και μέχρι το 4ο έτος, δύο σκαλίσματα. Μετά, μέχρι και το 15ο έτος, συνήθως ένα σκάλισμα ανά καλλιεργητική περίοδο είναι αρκετό.
- Ξερική καλλιέργεια, αλλά δύο με τρία ποτίσματα διπλασιάζουν την παραγωγή.
- Το φυτό καλλιεργείται για την ξηρή δρόγη φύλλων και για το αιθέριο έλαιο. Για αιθέριο έλαιο συγκομίζεται σε πλήρη άνθιση. Από τον δεύτερο χρόνο δίνει μια

συγκομιδή, όταν η φυτεία είναι σε πλήρη άνθιση. Η κάθε φυτεία μπορεί να δώσει κατά μέσο όρο 500 κιλά ξηρή δρόγη φύλλων με δύο συγκομιδές.

- Κόστος συγκομιδής και ξήρασης-αποφύλλωσης: 0,6 ευρώ ανά κιλό ξηρής δρόγης.
- Δεν υπάρχουν σταθερές τιμές πώλησης. Κυμαίνονται μεταξύ 3 και 4 ευρώ το κιλό ξηρής δρόγης φύλλων.

Στον παρακάτω Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι μικτές χρηματικές αποδόσεις ανά στρέμμα καλλιεργούμενων αρωματικών φυτών. Οι τιμές πώλησης που παρουσιάζονται είναι οι τιμές στις οποίες πωλούν οι Έλληνες αγρότες όπως αυτές διαμορφώθηκαν το έτος 2011, σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας .

**Πίνακας 4.** Χρηματικές αποδόσεις (ευρώ/στρέμμα) της καλλιέργειας αρωματικών φυτών.

ΦΥΤΟ	ΑΠΟΔΟΣΗ / ΣΤΡΕΜΜΑ (kg/στρ/έτος)	ΤΙΜΗ (ευρώ/kg)	ΜΙΚΤΗ ΧΡΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ / ΣΤΡΕΜΜΑ (ευρώ/στρ/έτος)	ΕΤΗΣΙΑ
Αλόη	5000	2.3	11250.0	
Ιπποφαές	1250	18.5	23076.9	
Μαστίχα Χίου	9.5	70.0	665.0	
Ρίγανη	155	3.3	503.8	
Θυμάρι	250	3.3	812.5	
Μελισσόχορτο	90	6.8	609.2	
<b>Φασκόμηλο</b>	<b>350</b>	<b>2.9</b>	<b>1015.0</b>	
Τσάι του βουνού	125	3.4	425.0	
Δεντρολίβανο	325	4.9	1600.0	
Λεβάντα	120	5.7	683.1	
Μέντα	225	5.3	1194.2	
Δίκταμο	475	14.0	6650.0	
Χαμομήλι	165	5.0	825.0	
Βασιλικός	175	0.4	78.2	

ΠΗΓΗ: ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2011

➤ **Κόστος εγκατάστασης καλλιέργειας φασκόμηλου**

Στον Πίνακα 5, επιχειρείται μια προσέγγιση του κόστους εγκατάστασης και καλλιέργειας μερικών από τα κυριότερα είδη ελληνικών Α/Φ φυτών. Η κυριότερη δαπάνη εγκατάστασης, η δαπάνη του πολλαπλασιαστικού υλικού, έχει προσδιοριστεί σύμφωνα με τον μέσο όρο τιμών αγενώς αναπαραγόμενου πολλαπλασιαστικού υλικού που κυκλοφορεί στη αγορά.

**Πίνακας 5:** Κόστος εγκατάστασης ανά στρέμμα και ετήσιο κόστος καλλιέργειας για τα κυριότερα από τα ελληνικά Α/Φ είδη (τιμές σε €/στρέμμα ή/και ανά έτος)

	Σιδερίτης	Φασκόμηλο	Ρίγανη	Μελισσόχορτο	Δενδρολίβανο	Κρίταμο
<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b>						
Δαπάνη πολλαπλασιαστικού υλικού	660	600	800	850	450	800
Διαμόρφωση εδάφους	100	100	100	100	100	100
Μηχανική εργασία	50	50	50	50	50	50
Εργατικά	60	60	60	60	60	60
Σύνολο εγκατάστασης	870	810	1010	1060	660	1100
<b>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ</b>						
Αξία εδάφους	40	40	40	40	40	40
Εργατικά	120	120	120	120	120	120
Σκευάσματα	30	30	30	30	30	30
Καύσιμα	40	40	40	40	40	40
Αναλώσιμα	20	20	20	20	20	20
Λοιπά 10%	25	25	25	25	25	25
Κόστος καλλιέργειας ανά έτος και στρέμμα	275	275	275	275	275	275
Διάρκεια καλλιέργειας (έτη)	12	12	10	5	12	5
Σύνολο κόστους καλλιέργειας ανά έτος και στρέμμα (συμπεριλαμβανόμενης και της εγκατάστασης)	319	314	338	413	414	401

ΠΗΓΗ: Μαλούπα κ.α., 2013

### 4.3 Παραγωγή δρόγης - αιθέριου ελαίου

Όταν οι εδαφοκλιματολογικές συνθήκες είναι κατάλληλες και γίνονται οι σωστές περιποιήσεις, η διάρκεια ζωής του φασκόμηλου ανέρχεται στα 13-15 χρόνια (Λάζαρη και Σκαλτσά, 2005). Η απόδοση σε νωπό προϊόν μπορεί να φτάσει τα 1.300 kg/στρ. στον 2ο ή 3ο χρόνο καλλιέργειας, με σχέση νωπού προς ξηρό βάρος περίπου 3,5:1. Το φυτικό υλικό που ενδιαφέρει στην περίπτωση του φασκόμηλου είναι τα φύλλα, αλλά αυτό που συγκομίζεται είναι οι κορυφές των βλαστών. Κατά τον 1ο χρόνο καλλιέργειας, η απόδοση του φασκόμηλου σε νωπό υπέργειο τμήμα φυτού είναι 700-800 kg/στρέμμα (Κατσιώτης κ.α., 2010). Η ποσότητα αυτή μειώνεται στην 1η κοπή του 2ου χρόνου καλλιέργειας (400 kg/στρέμμα) και αυξάνεται στην 2η κοπή (2000 kg/στρέμμα). Η απόδοση των ξηρών φύλλων είναι 350 kg/στρέμμα. Όσον αφορά την απόδοση του αιθέριου ελαίου, είναι περίπου 7,5 kg/στρέμμα (Κατσιώτης κ.α., 2010). Η περιεκτικότητα του φασκόμηλου σε αιθέριο έλαιο κυμαίνεται από 1,0-2,5% ανάλογα με το είδος, τις συνθήκες ανάπτυξης, το στάδιο συλλογής κ.ά. Το αιθέριο έλαιο παίρνεται με απόσταξη φύλλων και ανθέων. Κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου του φασκόμηλου είναι η είναι a-thuyone, b-thuyone, 1,8-cineol (eucalyptol), camphor, camphene, a-pinene, a-humulene. Το φυτό περιέχει επίσης τριτερπινικά οξέα ουρσολικό και ολεανολικό οξύ, ετεροσίδες της λουτεολίνης και απιγενίνης, τη σαλβιγενίνη και την πικροσαλβίνη (Παπαδοπούλου, 2013).

Αρκετές φυτοχημικές έρευνες έχουν δείξει ότι το αιθέριο έλαιο της *Salvia officinalis* χαρακτηρίζεται από δύο μεγάλες χημικές κατηγορίες δευτερογενών μεταβολών. Αυτές είναι τα τερπενοειδή και οι φενόλες. Το αιθέριο έλαιο της *Salvia officinalis* είναι άχρωμο έως ελαφρά κιτρινοπράσινο με χαρακτηριστική πικάντικη οσμή και νότα ξύλου (Πάνου, 2009). Το έλαιο συχνά νοθεύεται με φθηνότερο έλαιο τούγιας ή τουγιόνης η οποία λαμβάνεται ξανά από έλαιο τούγιας ή συνθετική τουγιόνη.

#### 4.4 Χρήσεις του φασκόμηλου

Το φυτό *Salvia officinalis* καλλιεργείται για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες, ως αφέψημα και ως καρύκευμα στα φαγητά. Τα φύλλα του και τα άνθη του χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς. Επίσης έχει αντιβιοτική, αντιμυκητιακή, αντισπασμωδική και υπογλυκαιμική δράση. Σύμφωνα με τελευταίες έρευνες, η χρήση του εκχυλίσματος του *Salvia officinalis* έχει θετική επίδραση στη θεραπεία του Αλτσχάιμερ και στην υπερλιπιδαιμία. Επίσης, βρίσκει εφαρμογή στην αρωματοβιομηχανία και φαρμακοβιομηχανία. Στη μαγειρική χρησιμοποιείται για τον αρωματισμό διαφόρων ζωμών, φαγητών και του ξιδιού ενώ θεωρείται και μελισσοτροφικό φυτό παρέχοντας μέλι εκλεκτής ποιότητας. Στις περιοχές της Μεσογείου αποξηραίνεται και πίνεται ως αφέψημα, το γνωστό φασκόμηλο (Μπουχέλος, 2013).

Στην Αρχιτεκτονική Τοπίου λόγω της ιδιαίτερης διακοσμητικής του αξίας μπορεί να επιλεγεί σε διάφορες εφαρμογές. Το είδος είναι κατάλληλο για βραχόκηπους, σε παρτέρια σε συνδυασμό με άλλα αρωματικά είδη, σε φυτικά πλαίσια. Η δρόγη του φυτού χρησιμοποιείται στη μαγειρική ως άρτυμα, αλλά και ως μέσο συντήρησης και αρωματισμού σε πολλά τρόφιμα. Χρησιμοποιείται επίσης με τη μορφή αφεψημάτος σε φλεγμονές στο στόμα και το φάρυγγα, στο κοινό κρυολόγημα και σε γαστρεντερικές διαταραχές. Είναι αντισηπτικό, αντιβακτηριακό και διουρητικό και αποτελεί ιδανικό αφέψημα για τους διαβητικούς, διότι μειώνει τα επίπεδα του σακχάρου στο αίμα (Van Wyk *et al.*, 2005). Το αιθέριο έλαιο του φυτού χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία και στη βιομηχανία καλλυντικών.



## 5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 5.1 Γενικά

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε την περίοδο από Ιούνιο 2015- Οκτώβριο 2016 στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου, έγινε προσπάθεια της μελέτης της επίδρασης της υδατικής καταπόνησης, όσον αφορά την ανάπτυξη του φασκόμηλου (*Salvia officinalis*) και στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο .

Η περιοχή του Βελεστίνου βρίσκεται δυτικά της πόλης του Βόλου και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας του αγροκτήματος είναι 39°23' γεωγραφικό πλάτος, 22°45' γεωγραφικό μήκος, ενώ το υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας αντιστοιχεί σε 50m. Το αγροτεμάχιο που παραχωρήθηκε για την πραγματοποίηση του πειράματος ήταν έκτασης 132m<sup>2</sup> (20x6,6m) και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, χαρακτηρίζονται ηπειρωτικές που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Έτσι παρατηρείται ζεστό και ξηρό καλοκαίρι το οποίο εναλλάσσεται με ψυχρό και υγρό χειμώνα.

Το έδαφος της περιοχής του αγροκτήματος είναι ασβεστούχο, αργιλλοπηλώδες και καλά στραγγιζόμενο. Η υφή τέτοιων εδαφών χαρακτηρίζεται αμμοαργιλοπηλώδης έως και αργιλλώδης, ενώ η κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη ως λεπτόκοκκη. Το PH του βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα και έχει καλά αναπτυγμένο πορώδες, το οποίο αποτελείται από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους (Μήτσιος κ.α., 2000).

## 5.2 Χάραξη του πειραματικού αγροτεμαχίου

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (Καλτσίκης , 1989α) στο οποίο περιέχονταν τέσσερις μεταχειρίσεις Δ1,Δ2,Μ3,Μ4 σε τέσσερα πειραματικά τεμάχια και τέσσερις επαναλήψεις, εκτός από την Δ2 που είναι δυο επαναλήψεις, (Δ1,Δ2,Μ3 και No irrigation-μάρτυρας)

Συγκεκριμένα:

1<sup>η</sup> μεταχείριση Δ1: άρδευση με 0,061m<sup>3</sup>/φυτό

2<sup>η</sup> μεταχείριση Δ2: άρδευση με 0,095m<sup>3</sup>/φυτό

3<sup>η</sup> μεταχείριση Μ3: άρδευση με 0,031m<sup>3</sup>/φυτό

4<sup>η</sup> μεταχείριση Μ4: άρδευση με 0,048m<sup>3</sup>/φυτό

Στην πραγματικότητα προσεγγίζονται πειραματικά τέσσερις διαφορετικές δόσεις άρδευσης στην καλλιέργεια του φασκόμηλου.

Ο αγρός υποδιαιρέθηκε σε 4 πειραματικά τεμάχια με δυο ξεχωριστά υδρόμετρα. Έτσι κάθε πειραματικό τεμάχιο καταλάμβανε έκταση 33m<sup>2</sup> (10m μήκος και 3,3m πλάτος) με 80φυτά/τεμάχιο. Στο Σχέδιο1 απεικονίζονται η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων στον αγρό. Οι μετρήσεις των διαφόρων χαρακτηριστικών του φυτού (χλωρό και ξηρό βάρος, απόσταξη-περιεκτικότητα της δρόγης σε αιθέριο έλαιο) διενεργούνταν σε φυτά που βρισκόταν στις μεσαίες γραμμές σποράς και στα μεσαία φυτά, εκτός πρώτου και τελευταίου. Με αυτόν τον τρόπο, αποφεύχθηκε η επίδραση της άρδευσης με τα γειτονικά πειραματικά τεμάχια. Εγκαταστάθηκαν 10 σειρές φυτών όπου η καθεμιά περιλάμβανε 32 φυτά, 320 φυτά σε όλον τον αγρό. Το Α' υδρόμετρο, Εικόνα 2, αρδεύει τις μεταχειρίσεις Δ1 και Μ3 και το Β', Εικόνα 3, τις μεταχειρίσεις Δ2 και Μ4, αντίστοιχα, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1, Σχήμα 2.



**Εικόνα 2 και 3:** Α' και Β' υδρόμετρο τοποθετημένα στον πειραματικό αγρό

Το πότισμα γίνονταν μέσω σταλακτοφόρων σωλήνων. Με τη μέθοδο αυτή το αρδευτικό νερό χορηγούνταν φιλτραρισμένο κατ' ευθείαν στις ρίζες των φυτών με ένα προκαθορισμένο ρυθμό, σε μικρές ποσότητες και σε μικρά χρονικά διαστήματα, με τη μορφή σταγόνων τοποθετημένων ανάμεσα στις δυο γραμμές φυτών (Σχήμα 1) διαφοροποιούσαν τις 4 μεταχειρίσεις (Σχήμα 2). **Μονές και διπλές γραμμές.** Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή προσεγγίζονται πειραματικά τέσσερις διαφορετικές μεταχειρίσεις, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.

Σε κάθε άρδευση ελέγχονταν και καταγράφονταν η εφαρμοζόμενη ποσότητα νερού άρδευσης, μέσω των υδρομέτρων. Για τις μεταχειρίσεις, Δ1 και Μ3 η απόσταση μεταξύ των σταλακτήρων ήταν ανά 30 cm ενώ η απόδοση του κάθε σταλάκτη 2 lit./h και για τις μεταχειρίσεις Δ2 και Μ4, η απόσταση μεταξύ των σταλακτήρων ήταν ανά 33 cm ενώ η απόδοση του κάθε σταλάκτη 4 lit./h. Η καταγραφή των ποσοτήτων νερού που εφαρμόζονταν, γίνονταν πριν και μετά το τέλος της άρδευσης. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 24 ποτίσματα για όλες τις μεταχειρίσεις και για τα δύο έτη. Ο αριθμός των αρδεύσεων καθορίζονταν από τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως από τις βροχοπτώσεις που επικρατούσαν κατά τη χρονική περίοδο από τη σπορά έως το

τέλος Μαΐου. Τους καλοκαιρινούς μήνες εφαρμόζονταν εβδομαδιαία άρδευση. Αρχές Μαΐου άρχισε το πρόγραμμα άρδευσης και ολοκληρώνονταν τέλος Σεπτεμβρίου και για τα δύο έτη. Κατά την εγκατάσταση των φυτών η ποσότητα της άρδευσης ήταν μεγαλύτερη, λόγω εγκαθίδρυσης των φυτών σε νέο περιβάλλον-έδαφος.

Στο κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχε ένας αγωγός. Ο όγκος νερού υπολογισμένος ανά στρέμμα που διατέθηκε ανά άρδευση στην καλλιέργεια για τις περιόδους 2015-2016 και ανά στρέμμα το 2016 ήταν:

**1<sup>η</sup> μεταχείριση Δ1:**  $(66 \text{ σταλάκτες} * 2\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση}) / 6,6\text{m}^2 = 100 \text{ m}^3/\text{άρδευση}$

**Η**  $(66 \text{ σταλάκτες} * 2\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση} * 14 \text{ αρδεύσεις}) / 6,6\text{m}^2 = 1400 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$

**2<sup>η</sup> μεταχείριση Δ2:**  $(60 \text{ σταλάκτες} * 4\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση}) / 6,6\text{m}^2 = 182 \text{ m}^3/\text{άρδευση}$

**Η**  $(60 \text{ σταλάκτες} * 4\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση} * 14 \text{ αρδεύσεις}) / 6,6\text{m}^2 = 2545 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$

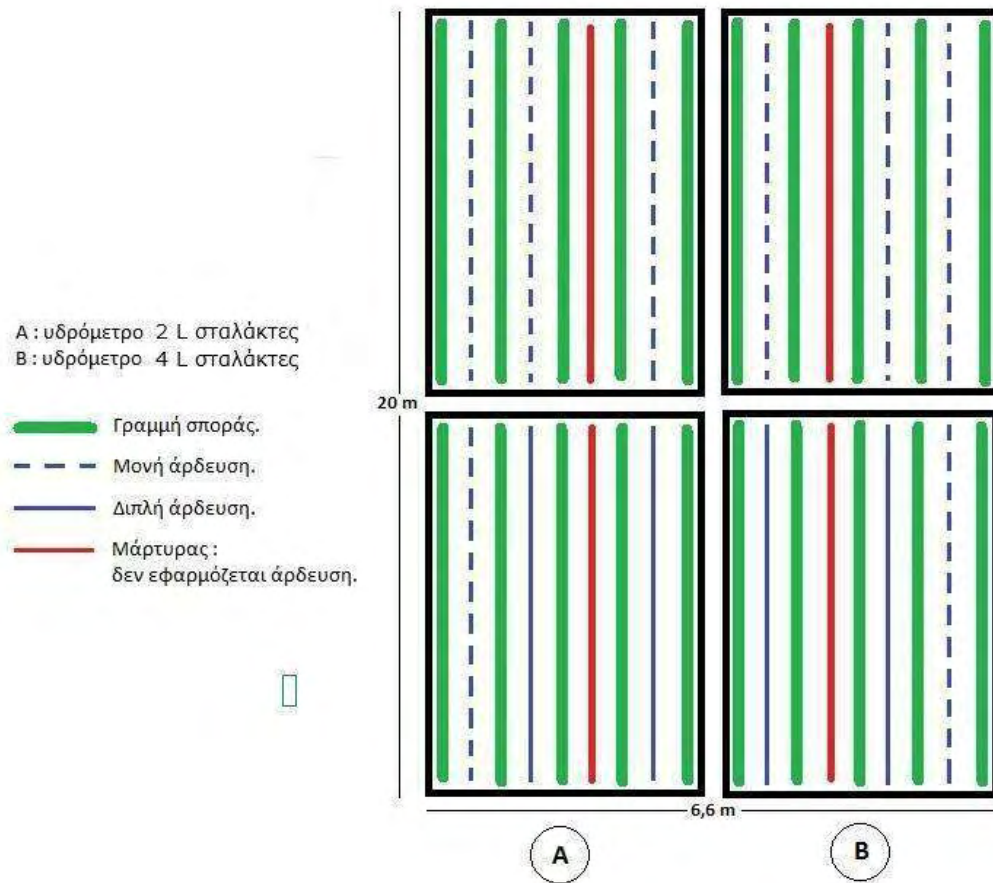
**3<sup>η</sup> μεταχείριση Μ3:**  $(33 \text{ σταλάκτες} * 2\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση}) / 6,6\text{m}^2 = 50 \text{ m}^3/\text{άρδευση}$

**Η**  $(33 \text{ σταλάκτες} * 2\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση} * 14 \text{ αρδεύσεις}) / 6,6\text{m}^2 = 700 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$

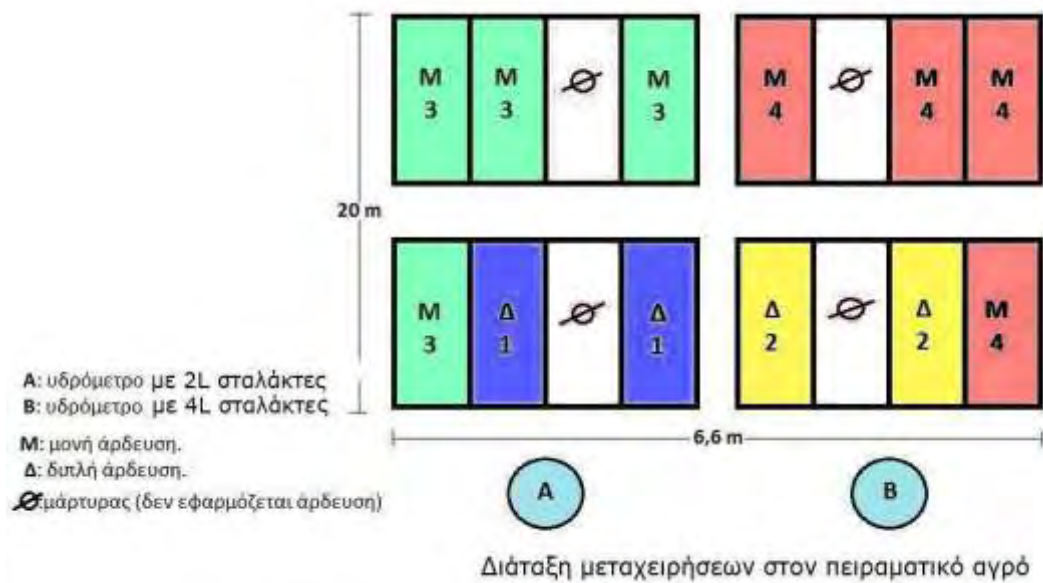
**4<sup>η</sup> μεταχείριση Μ4:**  $(30 \text{ σταλάκτες} * 4\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση}) / 6,6\text{m}^2 = 91 \text{ m}^3/\text{άρδευση}$

**Η**  $(30 \text{ σταλάκτες} * 4\text{L/h} * 5 \text{ h} / \text{άρδευση} * 14 \text{ αρδεύσεις}) / 6,6\text{m}^2 = 1272 \text{ m}^3/\text{στρέμμα}$

**Συνολικά έγιναν 10 αρδεύσεις για την περίοδο 2015 και 14 αρδεύσεις για το 2016**



Σχήμα 1. Εγκατάσταση πειράματος στον αγρό



Σχήμα 2. Σχέδιο μεταχειρίσεων πειραματικού αγροτεμαχίου σύμφωνα με τη χάραξη

### 5.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό

Στο πεδίο του πειράματος πραγματοποιήθηκε προετοιμασία της σποροκλίνης, με όργωμα και φρεζάρισμα. Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 25 Ιουνίου 2015. Σε Η τοποθέτηση των φυτών έγινε με το χέρι σε αποστάσεις 62cm μεταξύ των φυτών και 66cm μεταξύ των γραμμών. Η μεταφύτευση στον αγρό έγινε όταν τα φυτά είχαν ύψος περίπου 6-7 cm. Ο πολλαπλασιασμός έγινε με μοσχεύματα που είχαν ριζοβολήσει σε δίσκους φενιζόλ με κυψελίδες, από το Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. Μετά την τοποθέτηση ακολούθησε στάγδην. Εφαρμόστηκε σκάλισμα με το χέρι, 8 μέρες μετά τη μεταφύτευση, σε όλα τα πειραματικά τεμάχια τόσο για την καταστροφή των ζιζανίων όσο και για το σπάσιμο της κρούστας και το ψιλοχωμάτισμα της επιφάνειας του εδάφους, ώστε το έδαφος να θερμανθεί και να αεριστεί με αποτέλεσμα να διευκολυνθεί η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν πραγματοποιήθηκε λιπαντική αγωγή, ενώ 2 εβδομάδες μετά την εγκατάσταση άρχισαν τα ξεβοτανίσματα αλλά τελικά έγινε καταπολέμηση ζιζανίων με ζιζανιοκτόνο (αγροστοδοκτόνο) διότι, τον πρώτο χρόνο (μεταβατικό στάδιο) ο αριθμός των ζιζανίων ήταν πολύ μεγάλος.

Μετά την πλήρη ανάπτυξη των φυτών τα νέα ζιζάνια αναπτυσσόταν με πολύ αργούς ρυθμούς. Εμφανίστηκε η ασθένεια της αδρομύκωσης σε μικρό αριθμό φυτών, και γι' αυτό δεν κρίθηκε απαραίτητος κάποιος ψεκασμός. Δεν παρατηρήθηκαν προσβολές από έντομα.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες που χρειάστηκαν για να αναπτυχθεί η καλλιέργεια. Πραγματοποιήθηκε κορυφολόγημα του φασκόμηλου στις 10 Νοεμβρίου 2015.

#### 5.4 Συγκομιδή – Ξήρανση

Η πρώτη συγκομιδή (φύλλα, βλαστοί, ταξιανθίες) έγινε στις 30 Μαρτίου 2016, όταν τα φυτά βρισκόταν σε πλήρη ανθοφορία, (Εικόνα 4) και η δεύτερη (φύλλα, βλαστοί) στις 21 Σεπτεμβρίου 2016, Εικόνα 5 σε όλα τα πειραματικά τεμάχια. Τα φυτά κόπηκαν με δρεπάνι σε ύψος 10 περίπου εκατοστά από το έδαφος σε κάθε συγκομιδή. Για τις μετρήσεις των χαρακτηριστικών των φυτών συλλέχθηκαν 16 φυτά σε κάθε συγκομιδή, δηλαδή 4 φυτά ανά μεταχείριση. Η επιλογή των φυτών γινόταν τυχαιοποιημένα. Οι συγκομιδές γίνανε πρωινές ώρες, για τη διατήρηση της ποιότητας των φυτών (ελάχιστη υγρασία στα φύλλα, ώστε να μην μαυρίσουν κατά τη ξήρανση και αποφυγή υδαρότητας), όπως τονίζουν και οι βιβλιογραφικές αναφορές. Μετά την συλλογή και την απομάκρυνση της φυτομάζας, ακολουθούσε αμέσως πότισμα ώστε να αρχίσει σύντομα η αναβλάστηση. Μετά τη συλλογή από το κάθε πειραματικό τεμάχιο, τοποθετούνταν σε σακούλες όπου αναγραφόταν το πειραματικό τεμάχιο-γραμμή-φυτό. Στη συνέχεια όλα τα δείγματα μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου, όπου γίνονταν διαχωρισμός φύλλων-βλαστών-ταξιανθιών και μετριούνταν το χλωρό βάρος για κάθε φυτικό μέρος. Στη συνέχεια το φυτικό υλικό ξεραίνονταν σε θερμοκρασία 38<sup>0</sup>C για 12 ημέρες μέχρι η υγρασία να μειωθεί στο 10%. Τα δείγματα διατηρούνταν σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι τη στιγμή που θα γίνονταν οι αποστάξεις.



**Εικόνα 4:** 1<sup>η</sup> συγκομιδή φασκόμηλου



**Εικόνα 5:** 2<sup>η</sup> συγκομιδή φασκόμηλου

### 5.5 Απόσταξη

Η παραλαβή του αιθέριου ελαίου, προκειμένου να προσδιοριστεί η επί τοις εκατό απόδοση της δρόγης σε αιθέριο έλαιο, έγινε με χρήση της ειδικής αποστακτικής συσκευής, τύπου Clevenger, Εικόνα 6, της Ευρωπαϊκής φαρμακοποιίας.



**Εικόνα 6:** Η Απόσταξη στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής και τοπίου



Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο μελετήθηκε σε 8 δείγματα φυτικού υλικού που προήλθαν από τις 4 μεταχειρίσεις του πειραματικού αγρού. Την πρώτη χρονιά του (2015) δεν έγινε απόσταξη λόγω της πολύ μικρής ηλικίας των φυτών. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο μετρούνταν σε ml/100 g δρόγης. Η απόσταξη διαρκούσε 3 ώρες, χρόνος που προσδιορίστηκε ως βέλτιστος για τέτοιου είδους φυτικά υλικά (Sorensen and Katsiotis, 2000, Chatzopoulou and Katsiotis, 1995). Οι 16 αποστάξεις έγιναν από 6/10/16 έως 11/10/16 στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. Η συλλογή του αιθέριου ελαίου γίνονταν σε γυάλινα φιαλίδια χωρητικότητας 20ml και σφραγίζονταν αεροστεγώς και τοποθετούνταν για συντήρηση στους  $-6^{\circ}\text{C}$ . Το αιθέριο έλαιο της *Salvia officinalis* ήταν άχρωμο έως ελαφρά κιτρινοπράσινο με χαρακτηριστική μυρωδιά καμφοράς.

## **5.6 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων**

Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Statgraphics XVII, με τη βοήθεια του οποίου έγινε στατιστική ανάλυση των μετρήσεων.

## 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ –ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 6.1 Ποσότητα νερού

Κατά το 1<sup>ο</sup> έτος (2015) πραγματοποιήθηκαν 10 αρδεύσεις που ξεκίνησαν στις 25/06/15 έως 1/10/15 και 14 για το 2<sup>ο</sup> έτος στο διάστημα από 22/4/16 έως 15/9/16.

Έγιναν συνολικά 24 αρδεύσεις από τη φύτευση έως την παραγωγή της καλλιέργειας.

Το ποσό νερού που δαπανήθηκε για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο, και για τα δυο έτη, απεικονίζονται στο Διάγραμμα 1.

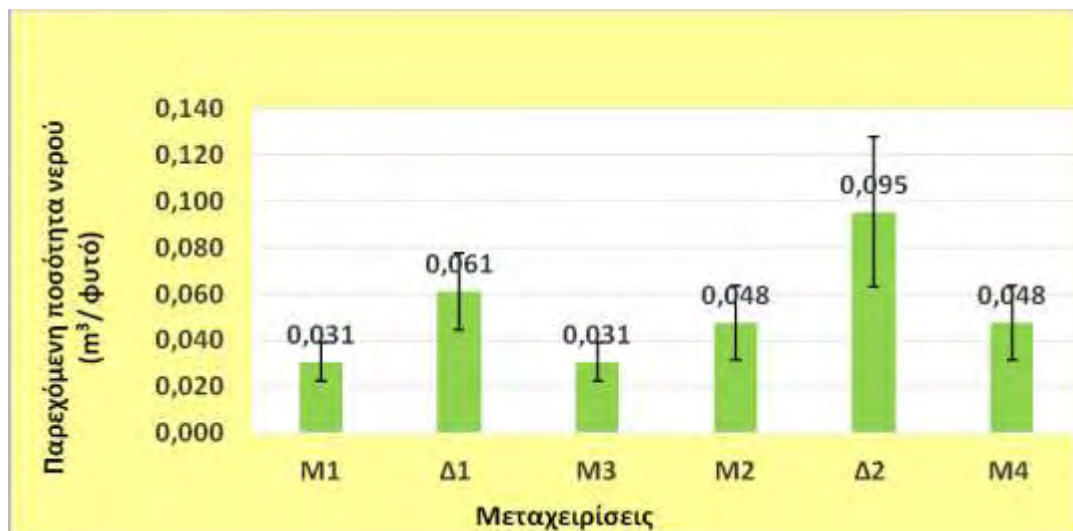


**Διάγραμμα 1:** Συνολική ποσότητα νερού άρδευσης για τις δυο καλλιεργητικές περιόδους 2015-2016

Παρατηρούμε στο Διάγραμμα 2, ότι οι ανάγκες σε νερό είναι σχεδόν ίδιες και για τα δύο έτη. Ο μεγαλύτερος αριθμός αρδεύσεων που έγιναν το 2015 οφείλεται στην επαναφύτευση μέρους των φυτών που είχαν αποτύχει να εγκατασταθούν αρχικά. Το 2015 οι αρδεύσεις ξεκίνησαν 25/6 και αντίστοιχα στις 22/4 το 2016.

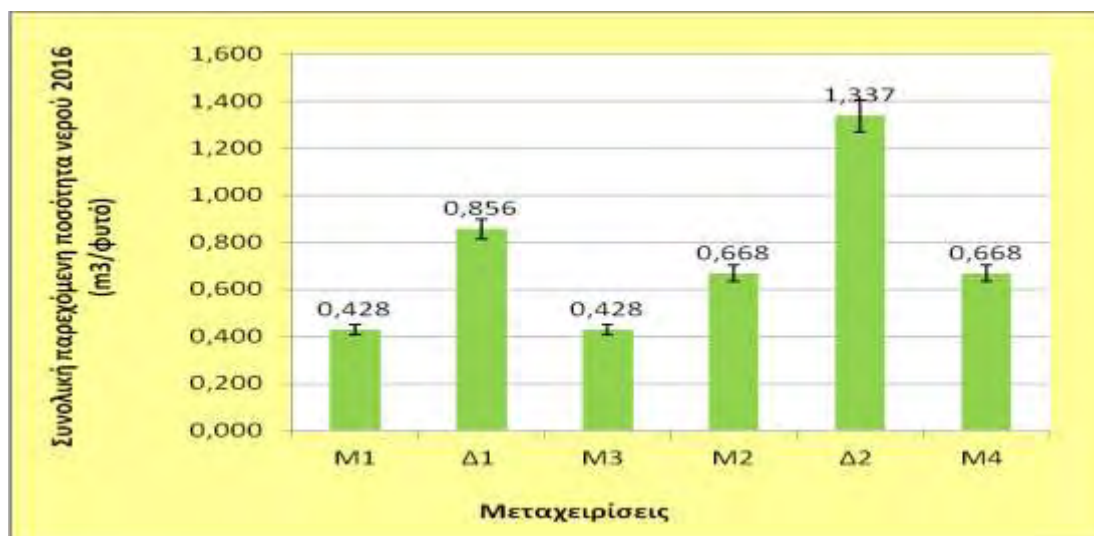
Στο Διάγραμμα 2 απεικονίζονται οι Μ.Ο του νερού όλων των αρδεύσεων της καλλιεργητικής περιόδου 2016, για κάθε μεταχείριση. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2 η μεγαλύτερη ποσότητα νερού/φυτό δόθηκε στη μεταχείριση Δ2

(M.O.=0,095m<sup>3</sup>/φυτό) ενώ στη Δ1 δόθηκε μικρότερη ποσότητα (M.O.=0,061 m<sup>3</sup>/φυτό). Στις μεταχειρίσεις M2 και M4 όπως και στις M1 και M3 δόθηκε τελικά η ίδια ποσότητα δηλαδή, 0,048 m<sup>3</sup>/φυτό 0,031 m<sup>3</sup>/φυτό αντίστοιχα.



**Διάγραμμα 2:** Ποσότητα νερού -(m<sup>3</sup>/φυτό) για την κάθε μεταχείριση -Καλλιεργητική περίοδος 2016

Στο Διάγραμμα 3 φαίνεται η κατά μέσο όρο άρδευση σε m<sup>3</sup>/φυτό στο σύνολο των 14 αρδεύσεων της καλλιεργητικής περιόδου 2016.

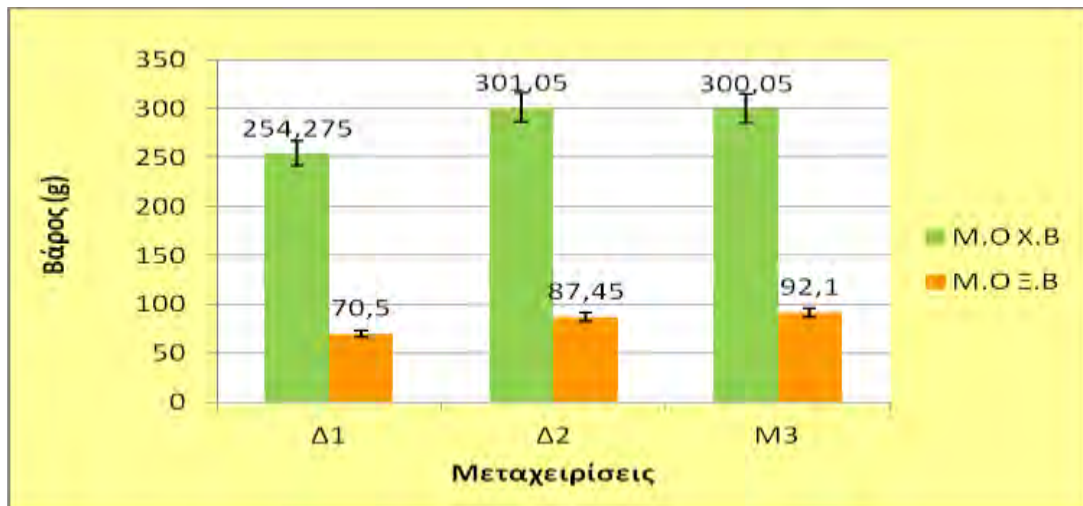


**Διάγραμμα 3:** Συνολική ποσότητα νερού -(m<sup>3</sup>/φυτό) για την κάθε μεταχείριση - Καλλιεργητική περίοδος 2016

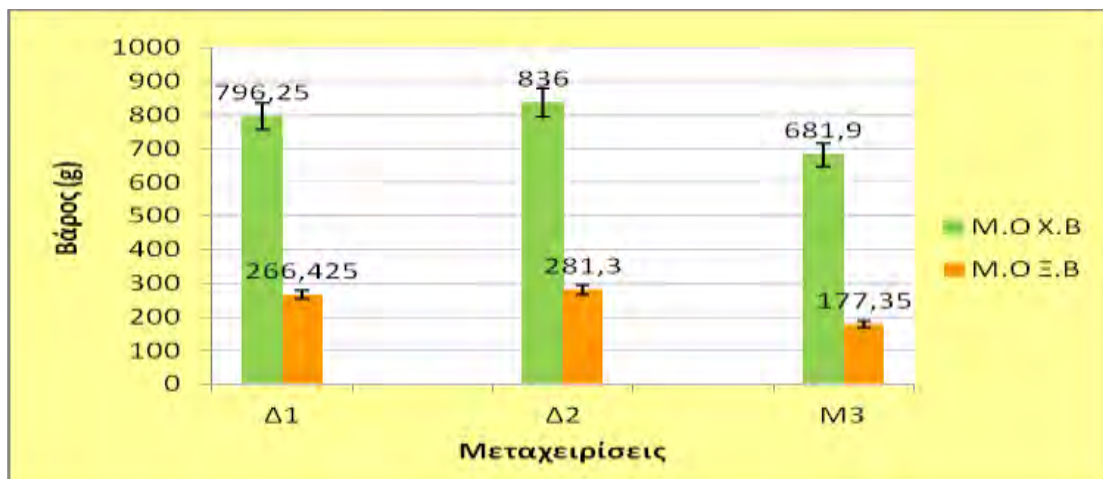
Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι δεν εμφανίζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων M2, M4 και Δ1 όσον αφορά στη συνολική ποσότητα του νερού που δέχθηκαν τα φυτά και κατά συνέπεια οι 4 μεταχειρίσεις ομαδοποιούνται σε 3 groups : Δ2> M2-M4-Δ1> M1-M3

## 6.2 Επίδραση της άρδευσης στη βιομάζα του φασκόμηλου

Οι μετρήσεις του χλωρού και ξηρού βάρους προέκυψαν από τη δειγματοληψία 16 φυτών, 4 φυτά ανά μεταχείριση, σε κάθε εποχή συγκομιδής. Από την επεξεργασία των δεδομένων φαίνεται στο Διάγραμμα 4 ότι η **μεγαλύτερη ποσότητα άρδευσης οδήγησε και στην παραγωγή περισσότερου χλωρού και ξηρού βάρους** αφού σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Χριστάκης, 2002), το φασκόμηλο είναι και ποτιστική καλλιέργεια και χρειάζεται να εφαρμόζεται τακτικά άρδευση κατά την καλλιεργητική περίοδο για να επιτευχθεί καλύτερη ανάπτυξη του φυτού. **Άρδευση με ποσότητα νερού μικρότερη** από τις απαιτήσεις των φυτών μειώνει τόσο την παραγωγή χορτομάζας και αποξηραμένου εμπορεύσιμου προϊόντος, όσο και την απόδοση σε αιθέριο έλαιο, όπως αναφέρουν βιβλιογραφικές αναφορές, (Χριστάκης, 2002).



**Διάγραμμα 4:** Μέσος όρος χλωρού και ξηρού βάρους ανά φυτό (g/φυτό) ανά μεταχείριση- 1<sup>η</sup> Συγκομιδή



**Διάγραμμα 5:** Μέσος όρος χλωρού και ξηρού βάρους ανά φυτό (g/φυτό) ανά μεταχείριση - 2<sup>η</sup> Συγκομιδή

Στα Διαγράμματα 2 και 3 ως μεταχείριση Δ1 ορίζεται η ομάδα των μεταχειρίσεων Δ1,Μ2,Μ4 που δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην άρδευση. Από τα παραπάνω Διαγράμματα 4 και 5, παρατηρούμε ότι αν και δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά όσον αφορά το χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών στις διαφορετικές μεταχειρίσεις ωστόσο παρατηρείται μία τάση διαφοροποίησης στις δυο συγκομιδές, τόσο σε χλωρό όσο και στο ξηρό βάρος και η αναλογία χλωρού-ξηρού είναι **3,4:1** και **3,2:1**, αντίστοιχα. Ανάμεσα στις τρεις μεταχειρίσεις η Δ1

επιφέρει ίδια απόδοση σε βιομάζα με την Δ2, η οποία είχε και την μεγαλύτερη παρεχόμενη ποσότητα άρδευσης. Κατά συνέπεια στη μεταχείριση γίνεται εξοικονόμηση νερού χωρίς να υπάρχει μείωση του χλωρού και ξηρού βάρους των φυτών. **Η Δ1 είναι συγκριτικά η καλύτερη μεταχείριση και με λιγότερη δόση άρδευσης.**

Η πρώτη συγκομιδή έγινε 30/3/2016 πριν την ανθοφορία και κατά συνέπεια η υδατική καταπόνηση δεν επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών, αφού η καλλιέργεια αναπτύχθηκε με το νερό που ήταν διαθέσιμο στο έδαφος. Στη δεύτερη συγκομιδή 21/9/2016 προηγήθηκε 3μηνη ανάπτυξη των φυτών υπό υδατική καταπόνηση και για το λόγο αυτό η άρδευση επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων.

Η απόδοση του χλωρού βάρους φύλλων-βλαστών-ταξιανθιών, κατά την πρώτη κοπή, ήταν στα 690kg/στρ. (ξηρού 200 kg/στρ.) και κατά τη δεύτερη κοπή 1866kg/στρ. σε νωπό και 582kg/στρ. σε ξηρό βάρος. Στην περίπτωση αυτή το φυτικό υλικό ήταν μόνο φύλλα και βλαστοί. **Επομένως, με τη συγκεκριμένη ποσότητα άρδευσης έχουμε πολύ καλή ποσοτική απόδοση, συγκρίνοντας τους Μ.Ο χλωρής και ξηρής βιομάζας και των δυο συγκομιδών, Πίνακας 6 και 7.**

**Πίνακας 6:** Μέσος όρος χλωρού- ξηρού βάρους ανά μεταχείριση 1<sup>η</sup> συγκομιδή 30/3/2016

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Μ.Ο Χ.Β	Μ.Ο Ξ.Β
<b>Δ1</b>	254,275	70,5
<b>Δ2</b>	301,05	87,45
<b>Μ3</b>	300,05	92,1
<b>Μ.Ο μεταχειρίσεων</b>	<b>285,125</b>	<b>83,35</b>

**Πίνακας 7:** Μέσος όρος χλωρού- ξηρού βάρους ανά μεταχείριση 2<sup>η</sup> συγκομιδή 21/9/2016

<b>ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ</b>	<b>Μ.Ο Χ.Β</b>	<b>Μ.Ο Ξ.Β</b>
<b>Δ1</b>	796,25	266,425
<b>Δ2</b>	836	281,3
<b>Μ3</b>	681,9	177,35
<b>Μ.Ο μεταχειρίσεων</b>	<b>771,3833</b>	<b>241,6917</b>

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, αποδεικνύεται ότι κατά τον 1ο χρόνο καλλιέργειας, η απόδοση του φασκόμηλου σε νωπό υπέργειο τμήμα φυτού είναι 700-800 kg/στρέμμα. Η ποσότητα αυτή μειώνεται στην 1η κοπή του 2ου χρόνου καλλιέργειας (400 kg/στρέμμα) και αυξάνεται στην 2η κοπή (2000 kg/στρέμμα). Η απόδοση των ξηρών φύλλων είναι 350 kg/στρέμμα (Κατσιώτης κ.α., 2010). Η απόδοση σε νωπό προϊόν μπορεί να φτάσει τα 1.300 kg/στρ. στον 2ο ή 3ο χρόνο καλλιέργειας, με σχέση νωπού προς ξηρό βάρος περίπου 3,5:1 (Λάζαρη και Σκαλτσά, 2005). Συγκρινόμενη με την αντίστοιχη της βιβλιογραφίας, η παραπάνω απόδοση κρίνεται ικανοποιητική. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων που αφορούν τη συνολική ποσότητα νερού που δόθηκε στην κάθε μεταχείριση και της παραγωγής σε χλωρό και ξηρό βάρος προκύπτει ότι η περισσότερο αρδευόμενη μεταχείριση παρήγαγε, κατά τη συγκομιδή της 21/9/2016, περισσότερη χλωρή και ξηρή μάζα. Η διαβάθμιση ποσότητας νερού και βάρους φυτομάζας συμπίπτουν, όπως παρακάτω:

### **Δ2 > Δ1 > Μ3**

Από τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι δεν υφίστανται σημαντικές διαφορές στα χλωρά-ξηρά βάρη. Όμως, από το Διάγραμμα 5, φαίνεται ότι υπάρχει μια τάση διαφοροποίησης της παραγόμενης βιομάζας συναρτήσει της ποσότητας αρδευόμενου

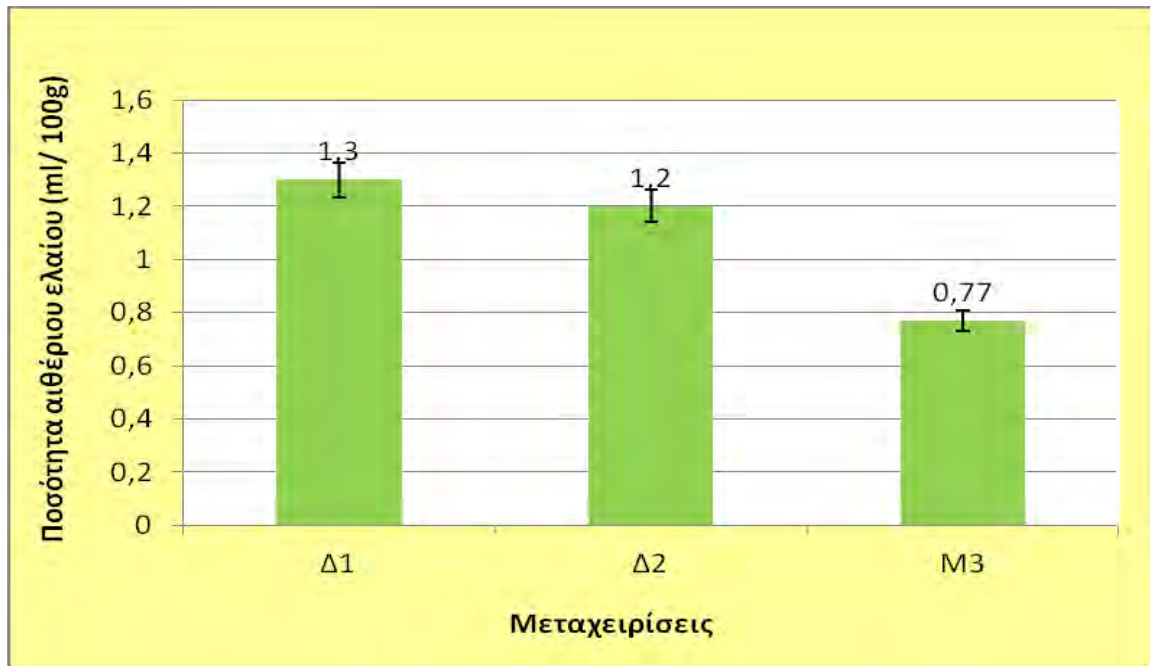
νερού. Ίσως, μεγαλύτερη διαφοροποίηση της δόσης άρδευσης μεταξύ των μεταχειρίσεων, να επέφερε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

### **6.3 Επίδραση της άρδευσης στην περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου του φασκόμηλου**

Λόγω χάραξης του πειράματος, έχουμε λίγα φυτά επιλογής, ώστε να έχουμε και μικρότερες αποκλίσεις. Ίσως αν ξανά-στήναμε το πείραμα από την αρχή, θα αφήναμε μεταξύ των γραμμών, διάδρομο, ώστε να αποφύγουμε την επίδραση της άρδευσης, από τα γειτονικά φυτά. Γενικότερα, απαιτείται περισσότερη διερεύνηση, όπως παρατηρούνται από τα πρώτα αποτελέσματα. Έτσι, τα δεδομένα που επεξεργαστήκαμε αφορούν μετρήσεις από 8 φυτά, που ανήκουν σε επαναλήψεις που δεν επηρεάζονται από γειτονικά άτομα.

Στο Διάγραμμα 6, απεικονίζεται γραφικά, η ποσότητα αιθέριου ελαίου ανά μεταχείριση. Τα φυτά των μεταχειρίσεων Δ2 και Δ1 έχουν ίδια περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ενώ μικρότερη έχουν τα φυτά της μεταχείρισης Μ3. Δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις και επιπλέον, τα φυτά της μεταχείρισης Δ1 με λιγότερη δόση άρδευσης έχουν την ίδια περιεκτικότητα με αυτά της Δ2, όπου διατέθηκε η μέγιστη ποσότητα νερού. Κατά την άρδευση τα φυτά της Μ3 έχουν μισή περίπου περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο συγκρινόμενη με τις άλλες δυο. Επομένως, και εδώ η Δ1 φαίνεται να υπερέχει έναντι των άλλων δυο μεταχειρίσεων.





**Διάγραμμα 6:** Περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο (ανά 100g ξηρού φυτικού υλικού) για τις διάφορες μεταχειρίσεις (n=8)

Αρκετά μεγάλη διακύμανση, από 0,77-1,3ml /100 ξηρών φύλλων της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο φασκόμηλου-*Salvia officinalis*, όπως αυτή προέκυψε μετά από την απόσταξη. Η μέση παραγωγή 1% (εκφρασμένη/100g φύλλων) κρίνεται ικανοποιητική, αφού σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα του φασκόμηλου σε αιθέριο έλαιο κυμαίνεται από 1,0-2,5% ανάλογα με το είδος, τις συνθήκες ανάπτυξης, το στάδιο συλλογής κ.ά. (Παπαδοπούλου, 2013). Το περιεχόμενο αιθέριο έλαιο σε παγκόσμιο επίπεδο (Bruneton J,1993) αναφέρεται σε 0.8-2.5% (v/w).

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η δόση άρδευσης μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή σε αιθέριο έλαιο. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τη βιβλιογραφία (Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών και Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2002), όπου αναφέρεται ότι μειώνεται η ποσοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου με καλλιεργητικές εργασίες που ευνοούν την ανάπτυξη του φυτού.

Σύμφωνα με μια μελέτη του (Bettaieb I., 2009) αναφέρει ότι το έλλειμμα νερού μείωσε την ανάπτυξη, το δυναμικό νερού και τη βιομάζα των εναέριων μερών του *S. Officinalis* και των λιπαρών οξέων, αλλά αύξησε την απόδοση του αιθέριου ελαίου. Μια άλλη έρευνα (Mameli MG., 2011) έδειξε ότι η αύξηση στην παραγωγή βιομάζας δεν προκάλεσε μείωση του ποσοστού εκχύλισης ελαίου στο θυμάρι και στο δεντρολίβανο αλλά μόνο εν μέρει στο φασκόμηλο.

## **7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

➤ Από τα αποτελέσματα της εργασίας μετά από πειραματισμό δυο χρόνων φαίνεται ότι τα επίπεδα άρδευσης που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία

επηρεάζουν την απόδοση σε αιθέρια έλαια του φυτού, *Salvia officinalis*. Φαίνεται ωστόσο μια τάση αύξησης της βιομάζας με την αύξηση της παρεχόμενης ποσότητας του νερού.

➤ Η άρδευση με 0,061m<sup>3</sup>/φυτό θεωρείται ως καλύτερη γιατί καταναλίσκεται λιγότερο νερό χωρίς μείωση του χλωρού-ξηρού βάρους και με ικανοποιητικές αποδόσεις σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Επιπλέον, και στην περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων η ίδια άρδευση ήταν αποδοτικότερη.

➤ Για την συγκεκριμένη περιοχή όπου διεξήχθη το πείραμα οι αποδόσεις τόσο της βιομάζας όσο και του αιθέριου ελαίου ήταν πολύ καλές και μέσα στα όρια που αναφέρουν οι βιβλιογραφικές αναφορές. Η περιοχή του Βελεστίνου ενδείκνυται για την καλλιέργεια του φασκόμηλου αλλά και για τη καλλιέργεια άλλων αρωματικών φυτών, όπως ήδη καλλιεργείται, *Sideritis spp.* τσάι του βουνού και *Aloysia triphylla* λουίζα σε διπλανά πειραματικά τεμάχια, στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου.

➤ Τα αρωματικά φυτά είναι πολύ πιο προσοδοφόρα από τα σιτηρά και βαμβάκι, που καλλιεργούνται ευρέως στη περιοχή. Συγκρίνοντας, την υδατοκατανάλωση του βαμβακιού 165-385m<sup>3</sup>/στρέμμα στη Θεσσαλία (Χλίχλιας και Κατσαμπή-Ζημάκα, 1968) είναι σημαντικά υψηλότερη σχετικά με εκείνη που υπολογίστηκε για το φασκόμηλο (100 m<sup>3</sup>/στρέμμα). Η διάδοση των αρωματικών φυτών μπορεί ν'ανατρέψει το ελλειμματικό ισοζύγιο του νερού και τα μέγιστα επίπεδα νιτρορύπανσης που επικρατούν στον ελλαδικό χώρο.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

## **ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ**

- Azaz D.A., Kürkcüoğlu M., Satil F., Hüsnü Can Baş K., Tümen G., 2005. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of some *Satureja* essential oils, *Flavour and Fragrance Journal*. 20, 587–591
- Bettaieb I., Zakhama N., Aidi Wannes, W., Marzouk B., 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Sci. Hortic.* 120, 271-275
- Bruneton J., 1993. *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales*. Technique et Documentation, Lavoisier, Londres, Paris, New York
- Chatzopoulou P. and Katsiotis S., 1995. Procedures influencing the yield and the quality of the essential oil from *Juniperus communis* L. berries. *Pharmaceutica Acta Helvetica* 70, 247 - 253
- Chaves M.M., Maroco J.P., Pereira, J.S., 2003. Understanding plant responses to drought - from genes to whole plant. *Funct. Plant Biol.*, 30 : 239-264
- Chaves M.M., Oliveira M.M., 2004. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *J. Exp. Bot.* 55: 2365-2384
- Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C., 2008. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann Bot.*, 103(4):551-60
- Chorianopoulos N., Evergetis E., Mallouchos A., Kalpoutzakis E., Nychas G.J., Haroutounian A.S., 2006. Characterization of the Essential Oil Volatiles of *Satureja thymbra* and *Satureja parnassica*: Influence of Harvesting Time and Antimicrobial Activity. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 3139-3145
- Cosgrove D.J., 1998. Relaxation in a high-stress environment: the molecular bases of extensible cell wall and cell enlargement. *Plant Cell* 9, 1031-1041
- Doorenbos J. and Pruitt W.O., 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. *Irrig. Drain. Paper*, 24, 144 FAO, Rome
- English M.J., Musick J.T. and Murty V.V., 1990. Deficit irrigation. In: G.J. Hoffman, T.A. Towell & K.H. Solomon, eds, *Management of farm irrigation systems*, St. Joseph, Michigan, United States of America, ASAE
- Farquhar G. and Sharkey T., 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33: 317-345

- Figueiredo A.C., Barroso G.J., Pedro G.L., Scheffer J.C., 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils, *Flavour Fragr. J.*, 23, 213–226
- Flexas J., Bota J., Loreto F., Cornic G., Sharkey T.D., 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C(3) plants. *Plant Biol (Stuttg)*. ,6(3):269-79
- Hsiao T.C., 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24:519–570
- Hopkins W.G., 1995. *Introduction to Plant Physiology*. Wiley, New York
- Jacobson M., 1982. Plants, insects, and man – Their relationships. *Economic Botany*, 36, 346–354
- Karamanos A.J., 1984. Ways of detecting adaptive responses of cultivated plants to drought. An agronomic approach. In N.S. Margaris, M. Arianoustaki-Fargitaki and W.C. Oechel, eds, *Being Alive on Land. Task for vegetation science*. pp. 91-101, Dr. W. Junk Publishers, The Hague
- Katsiotis S.T., 1988. Study of different parameters influencing the composition of hydrodistilled sweetfennel oil. *Flavor and fragrance Journal* 4: 221 -224.
- Katsiotis S., Kitstis G., Iconomou G.N., 1985. *Pham. Acta Helv.* 60, 228
- Klepper B., Taylor H.M., Huck M.G., Fiscus E.L., 1973. Water relation and growth of cotton in drying soil. *Agron. J.*65, 307-310
- Levitt J., 1972. *Responses of plants to environmental stresses*. New York and London: Acad. Press
- Lizana C., Wentworth M., Martinez J.P., Villegas D., Meneses R., Murchie E.H., Pasienes C., Lercari B., Vernieri P., Horton P., Pinto M., 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress: I Effects of drought on yield and photosynthesis. *J Exp Bot.* 57: 685-697
- Malinowski D.P. and Beleski D.P., 2000. Adaptation of endophyte – infected cool season grasses. Mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop Sci.*40, 923-937

- Marneli M.G., Zucca L., Maxia M., Manca G., Satta M., 2011. Effects of different irrigation management on biomass and essential oil production of thymus vulgaris L., Salvia officinalis L. and Rosmarinus officinalis L., cultivated in the Southern Sardinian climate (Italy) Acta Horticulturae. 889: 469-474
- Mañez S., Jiménez A., Villar A., 1991. J. Essent. Oil Res., 3, 395–397
- MarketAgri., 2003. Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά. Δυνατότητες επενδύσεως στην Ελλάδα. Εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία Νο. 2/2003
- Martin D.L., Stegman E.C., Fereres E., 1990. Irrigation scheduling principles. In G J. Hoffman and K. H. Solomon eds, Management of Farm Irrigation Systems, pp. 155-203, St. Joseph, Mich., ASAE
- Munns R., 2002. Comparative Physiology of salt and water stress. Plant Cell & Environment. 25: 239-250
- Nemeth E., 2005. Essential Oil Composition of Species in the Genus Achillea J. Essent. Oil Res. 17, 501–512
- Newman E.I., 1966. Relationship between root growth of flax. (Linum usitatissimum) and soil water potential. New Phytologist 65, 273-283
- Nielsen E.T. and Orcutt D.M., 1996. Physiology of plants under stress, abiotic factors, pp. 486-511, John Wiley and Sons, Inc., 605 Third Avenue, New York
- Panizzi L., Flamini G., Cioni, P.L., Morelli I., 1993. Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean Lamiaceae. Journal of Ethnopharmacology. 39, 167- 170
- Pichersky E. and Gershenzon J., 2002. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. Current Opinion in Plant Biology, 5, 237–243
- Ouahada A., 2004. In Proceedings of the IFEAT International Conference 2004—The Essential Oils of the Mediterranean Region, Green C (ed.). International Federation of Essential Oils and Aroma Trades (FEAT), London, UK, 53–57
- Seigler D.S., 1998. Plant secondary metabolism, Kluwer Academic Publishers: Norwell
- Simpson G.M., 1981. Water Stress on Plants. Praeger Publ. Corp., New York

- Sorensen J. and Katsiotis T., 2000. Parameters influencing the yield and composition of the essential oil from Cretan *Vitex agnus - Castus* L fruits. *Planta Medica* 66, 245 - 250
- Taiz L. and Zeiger E., 1998. *Plant Physiology*. Sunderland: Sinauer Associates
- Taylor H.M., 1980. Modifying root systems of cotton and soybeans to increase water absorption. In N.C. Turner and P.J. Kramer, eds, *Adaptation of plants to water and high temperature stress.*, pp. 75-84. John Wiley and Sons, New York
- Turtola S., Manninen A.M., Rikala R., Kainulainen P., 2003. Drought stress alters the concentration of wood terpenoids in Scots pine and Norway spruce seedlings, *Journal of Chemical Ecology*, 29(9), 1981-1995
- Van Wyk B.E. and Wink M., 2005. *Medicinal plants of the world*. (pp177, 200, 204, 207, 221, 276, 283). Timber Press
- Yadegarinia D., Gachkar L., Rezaei B.M., Taghizadeh M., Astaneh Sh. A., Rasooli I., 2006. Biochemical activities of Iranian *Mentha piperita* L. and *Myrtus communis* L. essential oils. *Phytochemistry*, 67, 1249–1255

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αϊβαλάκης Γ., Καραμπουρνιώτης Γ., Φασσέας Κ., 2003. Σημειώσεις Γενικής Βοτανικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

- Αντωνιάδου Κ., 2013. Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια, Χημική σύσταση, Δράσεις, Παραγωγή, Αξιοποίηση, Εμπόριο, Έρευνα Αγοράς. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Βουρλιώτη-Αράπη Φ., 2010. Μελέτη των αιθέριων ελαίων του γένους *Juniperus* της ελληνικής χλωρίδας: χημική σύσταση και βιαδραστικότητα. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Γαλάτης Β., Γανωτάκης Δ., Γκανή-Σπυροπούλου Κ., Καραμπουρνιώτης Γ., Κοτζαμπάσης Κ., Κωνσταντινίδου Ε.-Ι., Μανέτας Ι., Ρουμπελάκη-Αγγελάκη Κ.Α., 2003. Φυσιολογία Φυτών. Από το Μόριο στο Περιβάλλον, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο
- Γκολιάρης Α., 2002. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, ΕΘΙΑΓΕ 10 (23) σελ.5-8
- Δόρδας Χ., 2009. Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Γεωπονική σχολή Α.Π.Θ., Τομέας φυτών μεγάλης καλλιέργειας και Οικολογίας., Εργαστήριο Γεωργίας, Θεσσαλονίκη
- Δροσόπουλος Ι.Β., 1998. Φυσιολογία Φυτών. Μέρος Ι. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), 2011. Στατιστικές Ενδοκοινοτικού & Εξωτερικού Εμπορίου: στοιχεία εισαγωγών-αφίξεων & εξαγωγών-αποστολών, 2009-2010. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Αθήνα
- Καλτσίκης Π.Ι., 1989α. Γεωργικός Πειραματισμός. Απλά Πειραματικά Σχέδια. Β' έκδοση, Πειραιάς
- Καραμπουρνιώτης Γ.Α., 2003. Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα
- Κατσιώτης Σ. και Χατζοπούλου Π., 2010. Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια – Παραγωγή, επεξεργασία, μεταποίηση, αξιοποίηση, διεθνείς αγορές, αρωματοθεραπεία, αρωματοποιία. Αφοί Κυριακίδη, Αθήνα
- Κοκκίνη Σ., 2008. Φυτικά Προϊόντα Βιολογικώς Δραστικά. Φαρμακευτικά – Αρωματικά Φυτά. Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, Θεσσαλονίκη
- Μαλούπα Ε., Γρηγοριάδου Κ., Λάζαρη Δ., Κρίγκας Ν., 2013. Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών φαρμακευτικών



φυτών. Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής. ΓΕΩΤ.Ε.Ε. Παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, Καβάλα

- Μαλούπα Ε., 2012. Ελληνική χλωρίδα: Διατήρηση και αξιοποίηση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Βόρειας Ελλάδας, Εργαστήριο Προστασίας και Αξιοποίησης Αυτοφυών και Ανθοκομικών Ειδών, Θεσσαλονίκη
- Μανέτας Ι., 2003. Πρόσληψη και μεταφορά του νερού. Στο : Φυσιολογία Φυτών-από το μόριο στο περιβάλλον. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Κρήτη
- Μήτσιος Ι., Τούλιος Μ., Χαρούλης Α., Γάτσιος Φ. και Φλωράς Σ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή τον Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα
- Μπρέστα Π., 2009. Επίδραση της υδατικής καταπόνησης σε φυσιολογικές και ανατομικές παραμέτρους των φύλλων σε ανθεκτικές και μη ποικιλίες σίτου. Μεταπτυχιακή ερευνητική εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Μπουχέλος Κ., 2013. Φασκομηλιά η σωτήριος, Αγροτικά νέα
- Νάστα Ο., 2013. Επίδραση της εφαρμογής μικροσταγονιδίων διαλύματος υψηλής αλατότητας στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα φυτών *Neriumoleander* και *Salvia officinalis*. Μεταπτυχιακή ερευνητική εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Παπαδοπούλου Κ., 2013. Αρωματικά φαρμακευτικά Φυτά. Η τεχνική της καλλιέργειας του Φασκόμηλου και της Λουΐζας
- Πάνου-Φιλοθέου Ε., 2009. Αρωματικά και Ελαιούχα Φυτά. Διδακτικές Σημειώσεις Α.Τ.Ε.ΙΘ.
- Πολυσιού Μ., 2000. Αρωματικά Φυτά: Προσδοκίες για αγρότες και μεταποιητές στην περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Χημείας
- Σκρουμπής Β., 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Αγρότυπος. Αθήνα
- Σωτηροπούλου Δ.Κ., 2008. Μελέτη ανάπτυξης αποδόσεων και τεχνολογικών χαρακτηριστικών ρίγανης (*Origanum heracleoticum* = *O. Vulgare* ssp *hirtum*) σε

διαφορετικά επίπεδα αζώτου. Διαδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

- Χλίγλιας Α. και Κατσαμπή-Ζημάκα Ε., 1968. Το βαμβάκι στην Ελλάδα, σσ. 323, Θεσσαλονίκη.
- Χριστάκης Μ., 2002. Άρδευση αρωματικών φυτών. Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών
- Χρυσανγή Γ., 2009. Μελέτη της χημικής σύστασης αιθέρων ελαίων ορισμένων αρωματικών φυτών της Ελληνικής χλωρίδας. Διαδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα
- Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών & Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2002. Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Αθήνα

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ**

**<http://www.bodyinbalance.gr/>**