

ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ**



ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ ΧΡΥΣΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2015

ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΑ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ ΧΡΥΣΑ, ΑΜ.: 2004054
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΜΟΥΡΟΥΤΟΓΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πτυχιακή εργασία στα πλαίσια των υποχρεώσεων της σπουδάστριας Παναγοπούλου Μαρίας Χρύσας για τη λήψη πτυχίου από το τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων (πρώην Φ.Π.) του ΤΕΙ Πελοποννήσου (πρώην Καλαμάτας). Η πτυχιακή εργασία έχει τίτλο «Σύγκριση δύο καλλιεργητικών συστημάτων στα παραγωγικά χαρακτηριστικά του βασιλικού».

Η παραγωγή αρωματικών φυτών αποκτά ιδιαίτερη οικονομική σημασία στο χώρο της αγροτικής παραγωγής και μπορεί να αποτελέσει μια λύση για τον παραγωγό. Για την εξακρίβωση της παραγωγικότητας στις επικρατούσες συνθήκες της Μεσσηνίας, πραγματοποιήθηκε πείραμα σύγκρισης των καλλιεργητικών συστημάτων της βαθιάς επίπλευσης και της καλλιέργειάς του στο έδαφος, σε παραγωγικά χαρακτηριστικά του βασιλικού. Μελετήθηκε το παραγόμενο ύψος και πλάτος του βασιλικού για την ίδια πυκνότητα φύτευσης ($\sim 5 \text{ φυτά} \cdot \text{m}^{-1}$) και διαπιστώθηκε πως το σύστημα βαθιάς επίπλευσης υπερτερεί σημαντικά έναντι της καλλιέργειας στο έδαφος.

Το σύστημα της βαθιάς επίπλευσης, διαπιστώνεται λοιπόν πως παράγει σαφώς μεγαλύτερα φυτά, δεικνύοντας την σημαντικότητα του υπό εξέταση συστήματος για την παραγωγή του βασιλικού. Για την εξαγωγή βέβαια ασφαλέστερων συμπερασμάτων, πρέπει να πραγματοποιηθούν επιπλέον πειράματα αναφορικά με τα περιεχόμενα στοιχεία του, τα μετασυλλεκτικά του χαρακτηριστικά αλλά και την οικονομικότητα της καλλιέργειας μεταξύ των δύο καλλιεργητικών συστημάτων.

Abstract

As part of the student's obligation Panagoupoulou Maria Chrysa to a degree from the Department of Agriculturists (former Crop Production), of TEI of Peloponnese, she elaborated this thesis entitled "Comparison of two production systems on productivity characteristics of Basil". The cultivation of basil is of great economic importance and can be a profitable solution for the farmer. In order to investigate the productivity of

basil under the climatic conditions of Messinia, an experiment was conducted to compare the two cultivation systems; that of soil and that of deep flow technique. The characteristics studied were the height and the width of basil under the same plant density ($\sim 5 \text{ plants} \cdot \text{m}^{-1}$). It was concluded that the deep flow technique predominated significantly to that of soil production.

The deep flow technique produces clearly bigger plants proving the importance of the system for basil production. In order to reach to safer conclusions, the experiment has to be repeated including nutrient composition, post-harvest and economic aspects among the two cultivation systems

Πίνακας περιεχομένων

Ι.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΙΙ.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	9
1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	10
1.1 Καταγωγή, εξάπλωση	10
1.2 Βοτανική περιγραφή και ταξινόμηση	10
1.3 Οικολογία.....	13
1.4 Απαιτήσεις της καλλιέργειας.....	14
1.5 Τρόπος πολλαπλασιασμού.....	15
1.6 Εχθροί και ασθένειες.....	17
1.7 Συγκομιδή και αποξήρανση.....	18
2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	19
2.1 Ιδιότητες/Χρήσεις.....	19
2.2 Οικονομικά/στατιστικά στοιχεία.....	21
2.2.1 Αιθέριο έλαιο βασιλικού.....	23
2.2.2 Ξηρή δρόγη.....	24
2.2.3 Χλωρή δρόγη.....	25
3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ ΚΑΙ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ	27
3.1 Υδροπονική καλλιέργεια.....	27
3.2 Η μέθοδος της επίπλευσης.....	28
3.3 Καλλιέργεια βασιλικού με τη μέθοδο της επίπλευσης.....	31
ΙΙΙ.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	35
ΙV.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	36
1.ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ	36
1.1 Φυτικό υλικό.....	36
1.2 Υπόστρωμα.....	37
1.3 Σπορά - Τοποθέτηση των δίσκων.....	37
2.ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ	37
2.1 Εποχή μεταφύτευσης.....	37
2.2 Καλλιέργεια στο έδαφος.....	38
2.3 Καλλιέργεια σε επίπλευση.....	38
3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ	38
3.1 Δεξαμενή.....	38
3.2 Ηλεκτρικός πίνακας.....	38
3.3 Κεφαλή συστήματος επιπλεύσεως.....	39
3.4 Αντλίες επανακυκλοφορίας.....	40
3.5 Δεξαμενές θρεπτικών διαλυμάτων.....	41

4.ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ.....	42
5.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	44
5.1 Στατιστική επεξεργασία.....	44
V.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	45
VI.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΣΥΖΗΤΗΣΗ	47
VII.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	49
VIII.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	53

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο βασιλικός αποτελεί ένα αρωματικό φυτό με οικονομικό ενδιαφέρον για την Ελλάδα και την Ευρώπη. Τα προϊόντα του βασιλικού, που είναι το αιθέριο έλαιο, η ξηρή δρόγη και η χλωρή δρόγη, έχουν πολλές χρήσεις, πχ. καλλωπιστικά, συστατικά φαγητών, πρώτες ύλες για την παραγωγή αιθερίου ελαίου, το οποίο φέρεται να έχει φαρμακευτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες. Τα προϊόντα αυτά απολαμβάνουν υψηλές τιμές, ιδιαίτερα όταν το φυτό καλλιεργείται σύμφωνα με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας, για το λόγο αυτό η καλλιέργεια του στην Ελλάδα αυξάνεται τα τελευταία έτη. Οι καλλιεργητές θεωρούν ότι είναι ένα προϊόν που θα δώσει ικανοποιητικά εισόδημα, ενώ παρατηρείται γενικότερο ενδιαφέρον των καταναλωτών για αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά.

Σκοπός της πειραματικής εργασίας ήταν η σύγκριση της καλλιέργειας του πλατύφυλλου βασιλικού σε έδαφος και σε βαθιά επίπλευση ως προς την αύξηση του ύψους και του πλάτους του φυτού. Στην Ελλάδα δεν έχει βρεθεί βιβλιογραφία ότι έχει πραγματοποιηθεί συγκριτική μελέτη μεταξύ της καλλιέργειας στο έδαφος, καθώς και με τη μέθοδο της βαθιάς επίπλευσης στο μέγεθος (ύψος και πλάτος) του φυτού του βασιλικού. Επίσης, δεν βρέθηκε στη διεθνή βιβλιογραφία να έχει γίνει αντίστοιχη μελέτη σε επιστημονικά ιδρύματα του εξωτερικού.

Το πείραμα είχε διάρκεια 4 μήνες και πραγματοποιήθηκε την περίοδο Μαρτίου – Ιουλίου 2014. Οι μετρήσεις, που αφορούσαν στον προσδιορισμό του ύψους και του πλάτους φυτών πλατύφυλλου βασιλικού πραγματοποιήθηκαν με φωτογραφική μηχανή. Ακολουθούσε χρήση προγράμματος επεξεργασίας εικόνας για τον υπολογισμό του ύψους και του πλάτους των φωτογραφιζόμενων φυτών. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν την 81η ημέρα μετά τη σπορά και πραγματοποιούνταν κάθε εβδομάδα για διάστημα 45 ημερών. Στα αποτελέσματα έγινε στατιστική επεξεργασία.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη.

Στο πρώτο μέρος πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος, με πληροφορίες που αφορούν στη βοτανική περιγραφή του βασιλικού και στοιχεία που αφορούν στην καλλιέργεια του φυτού και τις υπάρχουσες ποικιλίες. Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις χρήσεις και παρατίθενται οικονομικά στοιχεία που αφορούν στην αγορά και ζήτηση των προϊόντων του βασιλικού, τα οποία είναι το αιθέριο έλαιο, η ξηρή δρόγη και η χλωρή δρόγη. Ακολουθεί, στο τρίτο κεφάλαιο, μία

παρουσίαση της υδροπονικής τεχνικής της βαθιάς επίπλευσης, με τα πλεονεκτήματα της και στοιχεία που αφορούν στη χρήση της τεχνικής για την καλλιέργεια διαφόρων φυτών, μεταξύ των οποίων και ο βασιλικός.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας περιγράφεται το πειραματικό μέρος, καθώς και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε. Τέλος, παρατίθενται οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν και σχολιάζονται τα αποτελέσματα.

II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ



1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ

1.1 Καταγωγή, εξάπλωση

Ο βασιλικός είναι ένα αρωματικό φυτό. Το επιστημονικό του όνομα είναι Ωκιμο το βασιλικό ή *Ocimum basilicum*, ενώ συναντάται επίσης με τις ονομασίες σταυρολούλουδο, βασιλιτσά (Σκρουμπής, 1990).

Πρόκειται για ετήσιο ποώδες φυτό, που συγγενεύει με άλλα γνωστά αρωματικά φυτών, όπως η ρίγανη, η μαντζουράνα, η μέντα, το δεντρολίβανο, η φασκομηλιά. Είναι γνωστό από την αρχαιότητα και χρησιμοποιούνταν ως θεραπεία για τη μελαγχολία, τη μανία και τον εμετό. Σύμφωνα με την ορθοδοξία το άρωμα του βασιλικού συνέβαλε στην ανακάλυψη του Τιμίου Σταυρού από την Αγία Ελένη (Σκρουμπής, 1990). Θεωρείται ότι προέρχεται από την τροπική και υποτροπική ζώνη της Ασίας και της Αφρικής, με πρώτο κέντρο εξάπλωσης την Ινδία. Μεταφέρθηκε στην Ευρώπη, όπου καλλιεργείται από τον 12^ο αιώνα, και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος στις χώρες της Μεσογείου (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004, Κουτσός, 2006). Σήμερα καλλιεργείται συστηματικά στη Γαλλία, Ιταλία, Αίγυπτο, Μαρόκο, Ελλάδα, Ουγγαρία, Βέλγιο, ΗΠΑ και άλλες χώρες (Κουτσός, 2006).

1.2 Βοτανική περιγραφή και ταξινόμηση

Η συστηματική ταξινόμηση του βασιλικού σύμφωνα με το Integrated Taxonomic Information System (2015) δίνεται στον Πίνακα 1.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1. Συστηματική ταξινόμηση
(IRIS, 2015)

Είδος:	<i>O. basilicum</i>
Γένος:	<i>Ocimum</i>
Οικογένεια:	Lamiaceae (Labiatae) (Χειλανθή)
Τάξη:	Lamiales
Υποσυνομοταξία:	Magnoliopsida
Συνομοταξία:	Magnoliophyta
Βασίλειο:	Plantae (Φυτά)

Το γένος *Ocimum* περιλαμβάνει 50-150 είδη, τα οποία βρίσκονται στις τροπικές περιοχές της Ασίας, της Αφρικής, της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής. Συνήθως είναι ετήσιο ποώδες φυτό, ωστόσο υπάρχουν και πολυετείς θαμνώδεις ποικιλίες. (Javanmardi et al., 2002). Σήμερα απαντώνται περισσότερες από 500 ποικιλίες και υβρίδια βασιλικού, που διαφέρουν ως προς το ύψος του φυτού, το μέγεθος των φύλλων, το χρώμα των φύλλων και το χρώμα των ανθέων (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004, Κουτσός, 2006). Το ύψος του φυτού κυμαίνεται στα 20-70 εκατοστά και η ρίζα του είναι διακλαδιζόμενη. Τα φύλλα φύονται αντίθετα, είναι ωοειδή και επιμήκη, λεία και λίγο κυρτά, έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα και ομαλά ή λίγο οδοντωτά περιθώρια. Τα άνθη είναι συνήθως λευκού ή λευκορόδινου χρώματος, μικρά και σχηματίζουν ταξιανθίες σταχτού ή κορύμβου. Οι σπόροι είναι μαύροι, επιμήκεις ή σε σχήμα φουντουκιού (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004, Κουτσός, 2006). Η μορφή του φυτού διαφοροποιείται ακόμη, ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας (Κουτσός, 2006).

Η πιο εμπορική ποικιλία είναι ο πλατύφυλλος βασιλικός (γλυκός βασιλικός, sweet basil, Genovese). Η ποικιλία αυτή ανήκει στον Ευρωπαϊκό χημειότυπο, με βάση τη κατάταξη των ποικιλιών ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε αιθέρια έλαια, καθώς περιέχει λιναλοόλη και μεθυλοκαμβικόλη (Κουτσός, 2006).



Εικόνα 1. Πλατύφυλλος βασιλικός

Πέρα από τον πλατύφυλλο βασιλικό, ποικιλίες που απαντώνται στη χώρα μας είναι οι ακόλουθες (Τραντάς, 2014):

- Μεγάλος πράσινος βασιλικός: πλούσια συμπαγής βλάστηση, ωσειδή φύλλα, φωτεινό πράσινο χρώμα και ευχάριστο απαλό άρωμα.
- Μεγάλος ιώδης βασιλικός: μοιάζει αρκετά με την ποικιλία «Μεγάλος πράσινος βασιλικός» αλλά διαφοροποιείται ως προς το χρώμα των ανθέων, φύλλων και στελεχών που είναι ιώδες.
- Βασιλικός με φουσκωτά φύλλα: έχει πλατιά, φουσκωτά φύλλα, με αναδιπλωμένες άκρες και πιο περιορισμένη βλάστηση σε σύγκριση με τις παραπάνω ποικιλίες,
- Βασιλικός ο κοινός: πολύ ανθεκτική ποικιλία, όχι ιδιαίτερα φουντωτή βλάστηση, με άσπρα λουλούδια και πολύ έντονο άρωμα
- Βασιλικός της Νάπολης: έχει γιγάντια φύλλα, φουσκωτά και διπλωμένα
- Μαμούθ: πρόκειται για ημιάννα ποικιλία, με άφθονα, πολύ πλατιά φύλλα.
- Ώκιμο το μικρόφυλλο (*Ocimum minimum*): «μικρός βασιλικός» ή «νάνος», φουντωτός σε σχήμα σφαίρας φύλλωμα και χαρακτηριστικό λεπτό άρωμα.



Εικόνα 2. Τρεις ποικιλίες βασιλικού που απαντώνται στην Ελλάδα, από αριστερά απεικονίζονται «μαυρομύτικος», «πλατύφυλλος», «λεπτόφυλλος» (Κουτσός, 2006)

Άλλες ποικιλίες/είδη που καλλιεργούνται διεθνώς και χαρακτηρίζονται από ποικίλα αρώματα που δηλώνονται από το όνομα της ποικιλίας είναι οι: Lemon, Cinnamon, Spicy, Camphor, Anise, Licorice basil (Κουτσός, 2006).

1.3 Οικολογία

Πρόκειται για φυτό τροπικής και υποτροπικής προέλευσης, για αυτό και προτιμά ήπιο και ζεστό κλίμα. Είναι πολύ ευαίσθητο στο ψύχος (δεν αντέχει σε θερμοκρασίες μικρότερες από 0°C ή κατά άλλους ερευνητές 7°C, ενώ σε έτη ψυχρά και με αυξημένη υγρασία δεν αναπτύσσεται (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004, Κουτσός, 2006). Ενδείκνυνται για την καλλιέργεια του βασιλικού περιοχές με εύκρατο κλίμα, ήπιο και σύντομο σε διάρκεια χειμώνα και δροσερό καλοκαίρι, ώστε να επιτυγχάνεται όσο το δυνατόν εκτεταμένη βλαστική περίοδος (Σκρουμπής, 1990). Έχει μεγάλες απαιτήσεις σε ηλιοφάνεια, έτσι ώστε να παραχθεί το χαρακτηριστικό άρωμα. Ευνοϊκές θερμοκρασίες ανάπτυξης είναι οι 22-30°C, με άριστη θερμοκρασία τους 25°C και φωτοπεριοδικότητα 10-12 ώρες (Κουτσός, 2006) ή άριστη θερμοκρασία τους 27°C και φωτοπεριοδικότητα 16-18 ώρες κατά άλλους (ΥπΑΑΤ, 2011). Οι Fraszczak et al. (2011) που μελέτησαν την επίδραση της φωτοπεριόδου στην ανάπτυξη δύο ποικιλιών βασιλικού διαπίστωσαν ότι τα φυτά που μεγάλωσαν υπό φωτοπερίοδο 16 ωρών παρουσίασαν μεγαλύτερη υποκοτυληδόνα και μεγαλύτερο ύψος, ενώ και η απόδοση σε χλωρό βάρος ήταν υψηλότερη. Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ακόμη σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών σε πειράματα όπου εφαρμόστηκε διαφορετικό εύρος θερμοκρασιών ημέρας/νύχτας, με το ύψος να αυξάνει όταν η θερμοκρασιακή διαφορά ημέρας/νύχτας είναι θετική.

Κατάλληλα για την καλλιέργεια του βασιλικού θεωρούνται τα αρδευόμενα αμμοπηλώδη εδάφη με καλή στράγγιση και αυξημένη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, που δέχονται ηλιοφάνεια και θερμαίνονται εύκολα (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004, Σκρουμπής, 1990). Δεν αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε αργιλώδη εδάφη, λόγω κακής στράγγισης, ούτε σε αμμώδη εδάφη λόγω έλλειψης υγρασίας. Μπορεί να αναπτυχθεί σε μεγάλο εύρος εδαφικού pH, που κυμαίνεται μεταξύ 4,5-8,2, με ιδανική τιμή 6,4 (Κουτσός, 2006).

1.4 Απαιτήσεις της καλλιέργειας

Λίπανση: Το φυτό χρειάζεται άζωτο, φώσφορο, κάλιο σε αναλογία 1:1:1, καθώς και μαγνήσιο. Οι ανάγκες αυτές καλύπτονται με 20-20-20 μονάδες βασικής λίπανσης ανά στρέμμα και 5-10 μονάδες επιφανειακής λίπανσης ανά στρέμμα. (Κουτσός, 2006). Αυξημένες ποσότητες φωσφορικών λιπασμάτων έχουν επίπτωση στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο, ενώ η οργανική λίπανση έχει θετική επίδραση (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004). Η αζωτούχος λίπανση, η οποία φαίνεται να συσχετίζεται θετικά με την ανάπτυξη του φυτού και την παραγόμενη ποσότητα αιθερίου ελαίου (Nguyen and Niameyer, 2008), συνιστάται να εφαρμόζεται σε 3 δόσεις, δηλαδή κατά τη σπορά, ένα μήνα μετά τη σπορά και μετά την πρώτη συγκομιδή (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004). Ερευνητικά στοιχεία δείχνουν ότι η αυξημένη αζωτούχος λίπανση επηρεάζει αρνητικά την παραγωγή φαινολικών οξέων, και κατά συνέπεια, την αντιοξειδωτική δράση των φυτών βασιλικού (Nguyen and Niameyer, 2008), αφού φαίνεται ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ φαινολικών οξέων και αντιοξειδωτικής δράσης (Javanmardi et al., 2003).

Άρδευση: Η καλλιέργεια απαιτεί τακτικές αρδεύσεις, αφού έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό. Η άρδευση μπορεί να γίνει με σταγόνες, με αυλάκια ή με κατάκλιση, έτσι ώστε να μην βρέχονται τα φύλλα (Κουτσός, 2006). Οι αρδεύσεις θα πρέπει να επαναλαμβάνονται ανά 10-12 ημέρες περίπου, ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους, ενώ επιβάλλεται να σταματήσουν 4-5 ημέρες πριν τη συγκομιδή των φύλλων (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004).

Ζιζανιοκτονία: Η ζιζανιοκτονία είναι απαραίτητη για να μην υποβαθμιστεί η ποιότητα του προϊόντος και εφαρμόζεται είτε με μηχανικά μέσα ή και με εφαρμογή χημικών ουσιών στην περίπτωση συμβατικής καλλιέργειας (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004). Μετά τη φύτευση τα φυτά χρειάζονται σκάλισμα επί της γραμμής και φρεζάρισμα μεταξύ των γραμμών. Ιδανική μέθοδο ζιζανιοκτονίας μεταξύ των γραμμών αποτελεί η κάλυψη είτε με πλαστικό ύφασμα ή με πλαστικό φιλμ (Κουτσός, 2006).

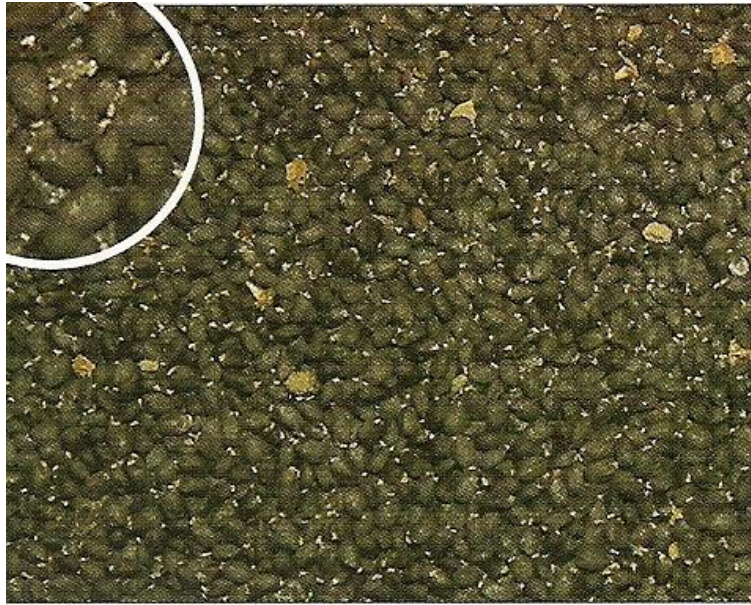


Εικόνα 3. Καλλιέργεια βασιλικού χωρίς εδαφοκάλυψη και με 3 τύπους εδαφοκάλυψης (πλαστικό φιλμ, άχυρα, πλαστικό ύφασμα) (Κουτσός, 2006)

Αμειψισπορά: Θα πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση βασιλικού στο ίδιο χωράφι για δύο συνεχόμενες χρονιές (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004).

1.5 Τρόπος πολλαπλασιασμού

Η εγκατάσταση μπορεί να γίνει απ' ευθείας με σπορά του σπόρου στο χωράφι στις αρχές της Άνοιξης. Σε αυτή την περίπτωση η σπορά γίνεται σε όρχους, όπου σπέρνονται 6-10 σπόροι μαζί και τα φυτά αραιώνονται αργότερα ή σε γραμμές με σπαρτική μηχανή. Κατά την εποχή σποράς η θερμοκρασία περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι υψηλότερη από 10-12°C και είναι επιβεβλημένη η ζιζανιοκτονία για την επιτυχία της καλλιέργειας (Κουτσός, 2006).



Εικόνα 4. Σπόρος ποικιλίας «πλατύφυλλου» βασιλικού (Κουτσός, 2006)

Εναλλακτικά, μπορεί να γίνει σπορά του σπόρου σε σπορείο νωρίς την άνοιξη ή νωρίτερα σε θερμοκήπιο και να ακολουθήσει μεταφύτευση στο χωράφι τον Απρίλιο – μέσα Μαΐου, όταν τα φυτά έχουν αποκτήσει ύψος 10-12 εκατοστά ή έχουν 4-5 φύλλα.

Η φύτευση γίνεται σε γραμμές, σε αποστάσεις που ποικίλουν και κυμαίνονται 40-75 εκατοστά μεταξύ των γραμμών και 25-40 εκατοστά επί της γραμμής (Σκρουμπής, 1990, Κουτσός, 2006). Αυτή η περίπτωση προτιμάται για την εγκατάσταση βιολογικής καλλιέργειας βασιλικού. Η σπορά μπορεί να γίνει και σε κυψελωτούς δίσκους (ένας σπόρος ανά γλαστράκι), οπότε λαμβάνονται φυτά με μπάλα χώματος. Η μεταφύτευση γίνεται χειρωνακτικά ή με φυτευτικές μηχανές (Κουτσός, 2006).

Ο βασιλικός μπορεί να πολλαπλασιαστεί και με θερινά μοσχεύματα, τα οποία αφού αποκοπούν τοποθετούνται σε νερό, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 20-25°C και φως, οπότε ριζοβολούν εντός 2 εβδομάδων και ακολουθεί εγκατάστασή τους στο χωράφι (Κουτσός, 2006).



Εικόνα 5. Σπορόφυτα πλατύφυλλου βασιλικού σε γλαστράκια έτοιμα για μεταφύτευση (Κουτσός, 2006)

Η καλλιέργεια του βασιλικού μπορεί να γίνει και σε θερμοκήπιο.

Η πυκνότητα φύτευσης εξαρτάται από το έδαφος και τις καλλιεργητικές τεχνικές και κυμαίνεται από 4000-7000 φυτά ανά στρέμμα (Κουτσός, 2006).

1.6 Εχθροί και ασθένειες

Η σημαντικότερη ασθένεια του βασιλικού είναι η αδρομύκωση, για την οποία ευθύνεται ο μύκητας *Fusarium oxysporum f. sp. Basilicum*, ο οποίος προκαλεί την αδρομύκωση. Ο μύκητας εισέρχεται μέσω των ριζικών τριχιδίων στις αγγειώδεις δεσμίδες του φυτού και τις φράσσει, με αποτέλεσμα αρχικά την παύση της ανάπτυξης και τελικά την ξήρανση του φυτού (Κουτσός, 2006).

Άλλοι μύκητες μπορεί να αναπτυχθούν στο υπέργειο τμήμα του φυτού εφόσον το επιτρέψουν οι συνθήκες και οι καλλιεργητικές τεχνικές (ελλιπής αερισμός, βρέξιμο των φύλλων κατά την άρδευση, απουσία υλικού εδαφοκάλυψης) (Κουτσός, 2006).

Όσον αφορά στους εχθρούς του βασιλικού, αναφέρεται στη βιβλιογραφία η προσβολή από το πράσινο σκουλίκι του βαμβακιού (*Heliothrips armigera*), καθώς και από αφίδες (Κουτσός, 2006).

1.7 Συγκομιδή και αποξήρανση

Η μέθοδος συγκομιδής εξαρτάται από τη χρήση για την οποία προορίζεται το φυτό. Έτσι, όταν το φυτό προορίζεται για την *παραλαβή αιθερίου ελαίου* κόβεται είτε ολόκληρο το φυτό σε ύψος 10-15 εκατοστών από το έδαφος ή μόνο η ταξιανθία, όταν βρίσκεται σε πλήρη άνθηση. Ο βασιλικός αναβλαστάνει γρήγορα, οπότε πραγματοποιούνται συνολικά 3 ή 6 συγκομιδές, αντίστοιχα. Η δεύτερη περίπτωση δίνει περίπου διπλάσια ποσότητα αιθερίου ελαίου, αφού η μεγαλύτερες ποσότητες αιθερίου ελαίου συγκεντρώνονται στα ανθοφόρα στελέχη, αλλά με σημαντικό κόστος σε ημερομίσθια (Κουτσός, 2006).

Για τη χρήση του φυτού ως *ξηρή ή χλωρή δρόγη* πραγματοποιούνται αρκετές συγκομιδές, καθώς τα φυτά κόβονται πριν φτάσουν στην άνθηση (Κουτσός, 2006).

Στην περίπτωση που το φυτό προορίζεται για ξηρή δρόγη ή παραλαβή αιθερίου ελαίου θα πρέπει να αποξηρανθεί υπό κατάλληλες συνθήκες, δηλαδή θερμοκρασία μικρότερη από 40°C, έτσι ώστε να διατηρηθεί το χρώμα (ξηρή δρόγη) ή να παραληφθεί η μέγιστη ποσότητα αιθερίου ελαίου. Μία συνηθισμένη πρακτική αποτελεί η διατήρηση του κομμένου βασιλικού στο χωράφι για 24 ώρες ώστε να επιταχυνθεί η ξήρανση και συνέχιση της ξήρανσης σε ειδικούς θαλάμους ξήρανσης (Κουτσός, 2006).

Μία καλλιέργεια βασιλικού μπορεί να αποδώσει μέχρι 2.000 κιλά το στρέμμα χλωρή δρόγη, ενώ η απόδοση σε ξηρή δρόγη ανέρχεται σε 20-25%, δηλαδή 400-500 κιλά ανά στρέμμα. Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο κυμαίνεται σε 0,5-1% (Κουτσός, 2006).

2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 Ιδιότητες/Χρήσεις

Οι χρήσεις του βασιλικού είναι πολλές. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται οι ακόλουθες:

Στη μαγειρική χρησιμοποιείται η χλωρή δρόγη στην ευρωπαϊκή και ασιατική κουζίνα (ελληνική, ιταλική, ταυλανδέζικη), ως συστατικό σε σάλτσες με ντομάτα αλλά και σε μαγειρεμένα φαγητά, καθώς και ως βασικό συστατικό της σάλτσας πέστο.

Στη βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιείται η χλωρή δρόγη ως συστατικό σε κονσερβοποιημένα /συσκευασμένα μαγειρεμένα φαγητά, αλλά και στην ποτοποιία ως αρωματικός παράγοντας. Οι Lee et al. (2005) διαπίστωσαν ότι τα φύλλα του βασιλικού (*Ocimum basilicum*) περιείχαν κατά μειούμενη ποσότητα λιναλοόλη, εστραγκόλη, κινναμωμικό μεθυλεστέρα και ευγενόλη, ενώ μετά από πειράματα προέκυψε ότι η ευγενόλη και η 4-αλλυλοφαινόλη παρουσίασαν σημαντική αντιοξειδωτική δράση, αντίστοιχη ή και μεγαλύτερη της δράσης γνωστών οξειδωτικών ουσιών, όπως η α-τοκοφερόλη και η ΒΗΤ.

Ως αφέψημα η χλωρή ή ξηρή δρόγη θεωρείται ότι έχει ποικίλες φαρμακευτικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα διουρητικές, διεγερτικές, αναλγητικές, χωνευτικές, κλπ. (ΥπΑΑΤ, 2011).

Το αιθέριο έλαιο έχει πολλές χρήσεις: στην αρωματοποιία, στη φαρμακοποιία και στη σαπωνοποιία (ΥπΑΑΤ, 2011). Για παράδειγμα, οι Akono Ntonga et al. (2014) αναφέρουν ότι το αιθέριο έλαιο των φύλλων του βασιλικού έχει δράση έναντι των εντόμων που προκαλούν την ελονοσία *Plasmodium falciparum* και *Anopheles funestus*. Η σύσταση του αιθερίου ελαίου διαφέρει ανάλογα με το είδος του βασιλικού, το έδαφος και το κλίμα της περιοχής καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, οι Akono Ntonga et al. (2014) αναφέρουν ότι το κύριο συστατικό του αιθερίου ελαίου των ειδών *Ocimum basilicum* και *Ocimum canum* που προσδιόρισαν σε φυτά που καλλιεργήθηκαν στο Καμερούν ήταν η λιναλοόλη και η 1,8-κινεόλη, αντίστοιχα. Ο Sajjadi (2006) διαπίστωσε διαφορές στη σύσταση του αιθερίου ελαίου δύο ποικιλιών *Ocimum basilicum*, με τον ώδη βασιλικό να περιέχει κυρίως μεθυλο-καβικόλη (ή εστραγκόλη) και λιναλοόλη και τον πράσινο βασιλικό να περιέχει σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μεθυλο-καβικόλη, γερανιάλη και νεράλη. Στον Πίνακα 2 δίνεται η σύσταση του αιθερίου ελαίου 4 τύπων βασιλικού που απαντώνται στην Ελλάδα.

Πίνακας 2: Σύσταση αιθερίου ελαίου 4 τύπων βασιλικού που απαντώνται στην Ελλάδα, από πειραματικές καλλιέργειες του Τμήματος Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών του ΕΘΙΑΓΕ (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2010)

	<i>Πλατύφυλλος</i>	<i>Σγουρός</i>	<i>Λεπτόφυλλος</i>	<i>Αγιορείτικος</i>
<i>Συστατικά</i>	%			
β-myrcene	1,90-2,22		2,10	
1,8 cineol	3,67-6,40	0,90-3,00	3,50	3-5
β-ocimene	1,11-2,02		4,00	17,8-18,7
terpinene		2,17-4		
linalool	53,30-70,00	45-50	30,0	
terpinen-4-ol	3,40-3,63	11-12,20		1,34
Methylcinnamate Z			4,5	4-8
geraniol		17,7-21		
eugenol	0,30-5,10		4,20	
Geranyl-acetate		0,80-1,20		
Methylcinnamate E			28	53-58
b-elemene	1,10-1,25			
a-bergamotene	2,94-3,15	1,00-1,20		1,60
Germacrene -D	1,42-2,60	1,20-1,50	1,40	
t-cadinol	3,30-4,12	1,30-2,00	4,00	1,60-2,20

Οι Javanmardi et al. (2002) διαπίστωσαν διαφορές στη σύσταση των ανθέων και φύλλων ως προς τα φαινολικά οξέα ανάμεσα στα είδη που καλλιεργήθηκαν σε διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, με τα φυτά βασιλικού των ξηρικών και ημιξηρικών περιοχών να περιέχουν σημαντικά μεγαλύτερες ποσότητες φαινολικών οξέων. Οι Patil et al. (2011) διαπίστωσαν ότι τα εκχυλίσματα των φύλλων του βασιλικού, καθώς και το αιθέριο έλαιο του εμφανίζουν αντιβακτηριακή και μυκοστατική δράση έναντι μεγάλου αριθμού βακτηρίων και μυκήτων, αντίστοιχα.

Το φυτό χρησιμοποιείται σε κήπους ως καλλωπιστικό, καθώς και ως εντομοαπωθητικό.

2.2 Οικονομικά/στατιστικά στοιχεία

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται αποδόσεις σε ξηρή δρόγη που κυμαίνονται στα 300-400 κιλά ανά στρέμμα, ενώ η απόδοση σε ξηρά φύλλα ανέρχεται σε 150 - 200 κιλά ανά στρέμμα, αφού τα φύλλα αποτελούν το 50-60% του βάρους της ξηρής παραγωγής. Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο ποικίλει πολύ και κυμαίνεται σε 0,2-1% (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2010). Το κόστος αγοράς βασιλικού σε ξηρή μορφή στη λιανική ανέρχεται σε 5,8 ευρώ/ Kg, ενώ το κόστος αγοράς του φρέσκου βασιλικού στη χονδρική ανέρχεται σε 0,4 ευρώ/ Kg (τα έτος 2010), σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας που παρουσιάζει η Αντωνιάδου (2014).

Στον ελληνικό τύπο τα τελευταία χρόνια εμφανίστηκαν δημοσιεύματα που αναφέρουν πιθανά κέρδη για τους καλλιεργητές 1500 2000 ευρώ ανά στρέμμα για βιολογικά καλλιεργούμενες εκτάσεις, όπου το κέρδος από την πώληση των προϊόντων είναι περίπου διπλάσιο σε σύγκριση με τις αντίστοιχες συμβατικές καλλιέργειες (Νάνος, 2013). Άλλες πηγές εκτιμούν ότι τα κέρδη από την συμβατική καλλιέργεια βασιλικού στα 1100-1400 ευρώ και το κόστος στα 300 ευρώ ανά στρέμμα. Τα δημοσιεύματα αυτά συνέπεσαν με την επιδότηση για την επένδυση σε μεταποιητικές μονάδες με σκοπό την παραγωγή αιθερίων ελαίων, η οποία φαίνεται ότι είχε ως αποτέλεσμα την άνθηση της καλλιέργειας των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια. Στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγρ. Ανάπτυξης και Τροφίμων για τις καλλιεργούμενες με βιολογικό τρόπο εκτάσεις αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στη χώρα μας δείχνουν ότι οι καλλιέργειες αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών (σε μεταβατικό ή βιολογικό στάδιο) εκτείνονται σε όλη την επικράτεια και αυξήθηκαν σε σχέση με τα προηγούμενα έτη. Συγκεκριμένα, το 2013 ανερχόταν σε 22.330 στρέμματα, χωρίς να προσδιορίζεται η έκταση που καλύπτει η καλλιέργεια βασιλικού. Οι εκτάσεις ήταν 21.408 στρ το 2012, 18.066 στρ το 2011 και 18.038 στρ. το 2010 (ΥΠΑΑΤ, 2015). Η Αντωνιάδου (2014) αναφέρει με βάση στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων ότι οι καλλιέργειες αρωματικών φυτών στη χώρα μας ανέρχονται συνολικά σε 32.000 στρέμματα, και ο βασιλικός καλύπτει πολύ μικρό ποσοστό αυτών των εκτάσεων. Επίσης αναφέρει, βασιζόμενη σε έρευνα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων με θέμα την Αξιοποίηση δυνατοτήτων ανάπτυξης του κλάδου Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στο

πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος ‘Αγροτική Ανάπτυξη Ανασυγκρότηση της Υπαίθρου 2000 – 2006’, με έτος αναφοράς το 2001 ότι ο βασιλικός καλλιεργείται στους νομούς Τρικάλων και Σάμου, ενώ συγκομίζεται αυτοφυής στους νομούς Λακωνίας και Ηρακλείου (Αντωνιάδου, 2014).

Δεν βρέθηκαν στατιστικά στοιχεία που να αναφέρονται στις καλλιεργούμενες με βασιλικό εκτάσεις και στη χρήση του παραγόμενου προϊόντος. Αναφέρεται μόνο στο διαδίκτυο ότι ο βασιλικός καλλιεργείται σε μικρή έκταση στην Ελλάδα για παραγωγή ξηρής δρόγης που εξάγεται κυρίως στην Γερμανία (<http://www.symagro.com/vasilikos/>). Η Αντωνιάδου (2014) αναφέρει 3 εμπόρους αρωματικών φυτών που καλλιεργούν και πωλούν βασιλικό ή ασκούν μόνο την εμπορία και διοχετεύουν τα προϊόντα στις αγορές του της Ελλάδας και του εξωτερικού (κυρίως Γερμανία).

Η έλλειψη στατιστικών στοιχείων που αφορούν στην καλλιέργεια του βασιλικού παγκοσμίως είναι γενικότερη. Οι Hiltunen και Holm (2003) εκτίμησαν με βάση στοιχεία και έρευνες που συγκέντρωσαν από όλο τον κόσμο ότι η καλλιεργούμενη με βασιλικό έκταση παγκοσμίως ανέρχεται σε 50.000 στρέμματα, από τα οποία 17.000 στρέμματα χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή αιθερίου ελαίου, 22.000 στρέμματα για ξηρή δρόγη, ενώ η ποσότητα που παράγεται σε 10.000-15.000 στρέμματα καταναλώνεται ως χλωρή δρόγη στις παραγωγές χώρες.

Σύμφωνα με τους Hiltunen και Holm (2003), ο βασιλικός καλλιεργείται στις χώρες που φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Χώρες – παραγωγοί βασιλικού (Hiltunen and Holm. 2003)

Γεωγραφική ζώνη	Χώρα
Τροπική Ζώνη	Ινδία, Πακιστάν, Νήσοι Κομόρες, Μαδαγασκάρη, Αιτή, Γουατεμάλα, Ταϊλάνδη, Ινδονησία, Ρωσία (Γεωργία, Ανατολικός Καύκασος), Νότια Αφρική
Μεσόγειος	Αίγυπτος, Μαρόκο, Γαλλία, Ισραήλ, Βουλγαρία, ΗΠΑ, Ιταλία, Ελλάδα, Τουρκία
Εύκρατη Ζώνη	Ουγγαρία, Πολωνία, Γερμανία, Βαλκανικές χώρες, Σλοβακία

Από έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία προέκυψαν τα ακόλουθα στοιχεία για κάθε κατηγορία προϊόντος που προκύπτει από την καλλιέργεια βασιλικού.

2.2.1 Αιθέριο έλαιο βασιλικού

Δεν βρέθηκαν πρόσφατα στατιστικά στοιχεία σχετικά με τις παραγόμενες ποσότητες.

Σύμφωνα με τους Hiltunen και Holm (2003), η παραγόμενη ποσότητα ανέρχεται σε 93-95 τόνους ετησίως (στοιχεία 1993), οι οποίοι προέρχονται από τα ακόλουθα είδη:

- *Ocimum gratissimum*, 55 τόνοι και εμπορική αξία 800.000 δολάρια
- *Ocimum basilicum*, 43 τόνοι και εμπορική αξία 2.800.000 δολάρια
- *Ocimum canum*, 100 Kg και εμπορική αξία 5.000 δολάρια

Το 1993 υπήρχε πρόβλεψη ότι η παραγόμενη ποσότητα θα αυξανόταν σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Την ίδια χρονική περίοδο οι κύριες χώρες που παρήγαγαν αιθέριο έλαιο βασιλικού φαίνονται στον Πίνακα 4 που ακολουθεί.

Πίνακας 4. Οι κύριες παραγωγές χώρες αιθερίου ελαίου βασιλικού παγκοσμίως (στοιχεία 1993) (Hiltunen and Holm. 2003)

Χώρα	Ποσότητα (τόνοι)
Ινδία	15
Βουλγαρία	7
Αιγυπτος	5
Πακιστάν	4,5
Νήσοι Κομόρες	4,5
Ισραήλ	2
Πρώην Γιουγκοσλαβία	1
Η.Π.Α.	1
Μαδαγασκάρη	1
Αλβανία	0,5
Ουγγαρία	0,3
Αργεντινή	0,2

Σε έρευνα του 1974 αναφέρεται ότι την τριετία 1972-1974 στη Σοβιετική Ένωση παράγονταν κατά μέσο όρο 100 τόνοι αιθερίου ελαίου του είδους *Ocimum gratissimum* ετησίως. (Hiltunen and Holm, 2003)

Οι ίδιοι συγγραφείς αναφέρουν βασιζόμενοι σε παλαιότερα στοιχεία ότι οι ΗΠΑ αποτελούν τη μεγαλύτερη αγορά για το αιθέριο έλαιο βασιλικού, και ακολουθούν οι Ευρωπαϊκές χώρες Γερμανία, Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ολλανδία, ενώ στην Ισπανία έρευνα του 1987 ανέφερε ετήσια κατανάλωση 5 τόνους (Hiltunen and Holm, 2003).

Η Αντωνιάδου (2014) αναφέρει μία ελληνική εταιρεία (ΒΙΟΡΥΛ) που εμπορεύεται αιθέριο έλαιο βασιλικό σε ποσότητες 30 Kg/έτος από το εξωτερικό και το διοχετεύει σε εγχώριες εταιρείες καλλυντικών και τροφίμων.

Η Αντωνιάδου (2014) αναφέρει ακόμη ότι οι τιμές πώλησης του αιθερίου ελαίου βασιλικού στη χώρα μας κυμαίνονται σε 5,9-13,6 ευρώ/10 ml για το προϊόν συμβατικής καλλιέργειας και 19,6 ευρώ/10 ml για το προϊόν βιολογικής καλλιέργειας. Είναι φανερό ότι το προϊόν βιολογικής καλλιέργειας έχει υψηλότερη τιμή, αλλά η διαφορά στις τιμές των προϊόντων συμβατικής καλλιέργειας πιθανόν να οφείλεται στην προέλευση του. Γενικά, τα ελληνικά αρωματικά φυτά και τα αιθέρια έλαια τους θεωρούνται εξαιρετικής ποιότητας και πωλούνται σε υψηλότερη τιμή.

2.2.2 Ξηρή δρόγη

Δεν βρέθηκαν στατιστικά στοιχεία σχετικά με την παραγωγή ξηρής δρόγης βασιλικού.

Έρευνα του 1978 αναφέρει ότι η κατανάλωση ξηρού βασιλικού στην Ουγγαρία ανερχόταν σε 70-90 τόνους ετησίως και 100-120 τόνοι ετησίως εξαγόταν σε άλλες χώρες (Hiltunen and Holm, 2003).

Οι ΗΠΑ αποτελούν τη μεγαλύτερη αγορά ξηρής δρόγης βασιλικού, πιθανόν εξαιτίας της εκτεταμένης επιτυχίας εστιατορίων που σερβίρουν φαγητά της Ιταλικής και Μεξικάνικης κουζίνας. Στοιχεία της εικοσιπενταετίας 1964-1988 δείχνουν ραγδαία αύξηση στην κατανάλωση ξηρής δρόγης, από 19 τόνους το 1964 σε 1400-1800 τόνους το 1988, με κύριους προμηθευτές τη Βουλγαρία, Ουγγαρία, Μεξικό και Αίγυπτο το έτος 1973 (Hiltunen and Holm, 2003). Οι Hamasaki et al. (2015)

αναφέρουν ότι περισσότεροι από 2.000 τόνοι βασιλικού εισάγονται ετησίως στη Βόρεια Αμερική.

Ωστόσο, βασιλικός εισάγεται και στην Ευρώπη, σε ποσότητες που φτάνουν τους 880 τόνους ετησίως. Οι κύριες Ευρωπαϊκές χώρες που εισάγουν βασιλικό φαίνονται στον Πίνακα 5 (Hiltunen and Holm, 2003).

Πίνακας 5. Οι κύριες εισαγωγείς βασιλικού στην Ευρώπη
(στοιχεία 1984) (Hiltunen and Holm, 2003)

Χώρα	Ποσότητα (τόνοι) /έτος
Γαλλία	300-350
Ηνωμένο Βασίλειο	250
Γερμανία	200
Ολλανδία	80
Βέλγιο	10

Η Φινλανδία εισάγει επίσης βασιλικό, σε ποσότητες που έφταναν τους 6,6 τόνους το 1982, καθώς ο βασιλικός αποτελεί το τρίτο πιο δημοφιλές βότανο των κατοίκων της (Hiltunen and Holm, 2003).

Ο σημαντικότερος προμηθευτής των Ευρωπαϊκών χωρών σε ξηρή δρόγη είναι η Αίγυπτος, όπου το 1994 καλλιεργούνταν με βασιλικό επιφάνεια 12.380 στρεμμάτων και η παραγόμενη ποσότητα διοχετευόταν κατά κύριο λόγο στο Ηνωμένο Βασίλειο (200 τόνοι), στη Γερμανία (150 τόνοι), στη Γαλλία (140 τόνοι) και στην Ολλανδία (50 τόνοι) (Hiltunen and Holm, 2003).

2.2.3 Χλωρή δρόγη

Υπάρχει γενικότερα έλλειψη στατιστικών στοιχείων, πιθανόν επειδή ένα μεγάλο μέρος χλωρής δρόγης καταναλώνεται τοπικά στις χώρες παραγωγής, με κύριο παράδειγμα τις Μεσογειακές χώρες, την Ινδία και τις ΗΠΑ (πολιτεία της Καλιφόρνια) (Hiltunen and Holm, 2003).

Η Χαβάη είναι η μεγαλύτερη παραγωγός βασιλικού πολιτεία των ΗΠΑ (Adams, 2003). Οι Adams (2003), βασιζόμενοι σε στατιστικά στοιχεία της Αμερικανικής Στατιστικής Υπηρεσίας για το έτος 2001, αναφέρουν ότι η

καλλιεργούμενη με βασιλικό έκταση στη Χαβάη ξεπερνά τα 223 στρέμματα, με εκτιμώμενη εμπορική αξία 3,6 εκατομμύρια δολάρια. Εξαιτίας της μεγάλης εμπορικής αξίας και των ιδανικών περιβαλλοντικών συνθηκών βρίσκεται σε αύξηση η καλλιέργεια του φυτού και στην πολιτεία της Φλόριντα, ενώ ο αμερικάνικος βασιλικός έχει εμπορικά τριπλάσια αξία σε σύγκριση με τον εισαγόμενο, γεγονός που αποδίδεται στο πλούσιο χρώμα, στη γλυκιά γεύση και την ομοιομορφία του προϊόντος.

Οι Adams (2003) και οι Hiltunen και Holm (2003) αναφέρουν ότι η Ιταλία είναι η μεγαλύτερη παραγωγός βασιλικού στην Ευρώπη. Στην Ιταλία καλλιεργείται ο πλατύφυλλος βασιλικός, με κύρια ποικιλία την *Genovese gigante*, σε έκταση 1060 στρέμματα (στοιχεία 1997), τα οποία εντοπίζονται κυρίως στην περιοχή *Riviera Ligure* (Garibaldi et al., 1997). Σύμφωνα με τους Hiltunen και Holm (2003) η Ιταλία παράγει 5.000 τόνους χλωρής δρόγης ετησίως, η Γαλλία 3.000 τόνους, το Ισραήλ 500 τόνους και οι Βορειοαφρικανικές χώρες (κυρίως το Μαρόκο) 100-150 τόνους.

3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ

3.1 Υδροπονική καλλιέργεια

Η καλλιέργεια των φυτών στο έδαφος επηρεάζεται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και έχει ως αποτέλεσμα την διαφοροποίηση από χρονιά σε χρονιά τόσο της παραγόμενης βιομάζας, όσο και των παραγόμενων ενεργών συστατικών (Kiferle et al., 2013).



Εικόνα 6. Καλλιέργεια βασιλικού στο έδαφος (www.agronews.gr)

Η υδροπονική καλλιέργεια, δηλαδή η καλλιέργεια εκτός εδάφους, όπου το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε θρεπτικό διάλυμα, προσφέρει τη δυνατότητα ελέγχου των συνθηκών ανάπτυξης με αποτέλεσμα την μεγιστοποίηση των παραγόμενων μεταβολιτών. Προσφέρει ακόμη πολλά πλεονεκτήματα, όπως η μεγαλύτερη απόδοση ανά μονάδα εδάφους, η δυνατότητα παραγωγής όλο το χρόνο, ποιοτικά ανώτερο προϊόν και ελαχιστοποίηση της επιμόλυνσης από ρυπαντές, φυτοφάρμακα και μικροοργανισμούς (Kiferle et al., 2013).

Η ντομάτα φαίνεται να είναι το φυτό με το μεγαλύτερο εμπορικό ενδιαφέρον για την καλλιέργεια του με υδροπονικές μεθόδους στην Ελλάδα, αφού το 2007 τα θερμοκήπια που παρήγαγαν ντομάτα με υδροπονικές μεθόδους καταλάμβαναν 2.000

στρέμματα. Οι εκτάσεις αυτές είναι μηδαμινές σε σύγκριση με τα περισσότερα από 600.000 στρέμματα που καταλαμβάνουν οι υδροπονικές καλλιέργειες παγκοσμίως, ωστόσο η Ελλάδα και οι υπόλοιπες Μεσογειακές χώρες εκμεταλλευόμενες τις κλιματικές συνθήκες είναι σε θέση να παράγουν κηπευτικά οικονομικά, χωρίς να απαιτούνται επενδύσεις σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις, γεγονός που καθυστερεί την υιοθέτηση των υδροπονικών τεχνικών. Γενικά, φαίνεται ότι οι υδροπονία αποτελεί ιδανική λύση για χώρες με αντίξοες καιρικές συνθήκες, εδάφη ακατάλληλα για καλλιέργειες, νερό ακατάλληλο για άρδευση, περιορισμούς στη χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών (Πατεράκης, 2013)

Τα υδροπονικά συστήματα χαρακτηρίζονται ως ανοιχτά ή κλειστά, ανάλογα αν εφαρμόζεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος (κλειστό σύστημα) ή το διάλυμα αφήνεται να χαθεί (ανοιχτό σύστημα) (Πατεράκης, 2013)

3.2 Η μέθοδος της επίπλευσης

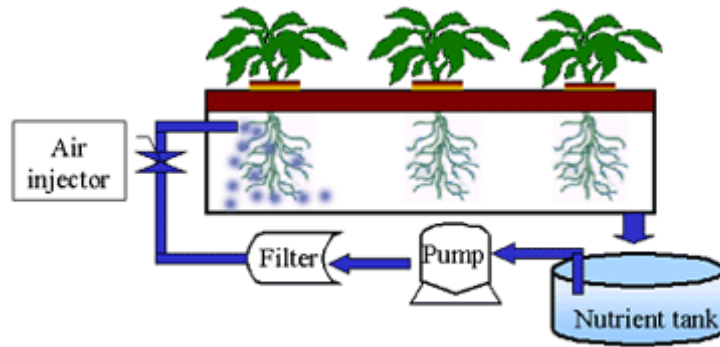
Η μέθοδος της επίπλευσης (floating), σε σύγκριση με άλλες υδροπονικές τεχνικές θεωρείται καταλληλότερη για την ανάπτυξη φυλλωδών λαχανικών και αρωματικών φυτών, όπως μαρουλιού, σέσκουλου, ρόκας, μαϊντανού, άνηθου, βασιλικού (Kiferle et al., 2013). Έχει δοκιμαστεί επίσης με ικανοποιητικά αποτελέσματα για την παραγωγή φαρμακευτικών φυτών, όπως η Εχινάτσα, καθώς και φυτών φράουλας, κουνουπιδιού και ανθέων [Kiferle et al. (2013), ΤΕΙ Πελοποννήσου (2015)].



Εικόνα 7. Θερμοκηπιακή εγκατάσταση όπου εφαρμόζεται η τεχνική της βαθιάς επίπλευσης (<http://agri.wu.ac.th>, 2015)

Με την επίπλευση επιτυγχάνεται τετραπλάσια έως επταπλάσια παραγωγή σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες και αξιοποιείται στο μέγιστο το αρδευτικό νερό, τα θρεπτικά συστατικά, καθώς και η επιφάνεια καλλιέργειας. Οι απώλειες σε νερό ή θρεπτικά συστατικά είναι ελάχιστες, αφού το υδατικό διάλυμα ανακυκλώνεται, ενώ σχεδόν όλη η διαθέσιμη επιφάνεια εκμεταλλεύεται με πυκνές φυτεύσεις. Επιπρόσθετα, πέρα από την εξοικονόμηση πόρων, είναι σημαντικά μειωμένη η πιθανότητα ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ο κίνδυνος ανάπτυξης φυτοπαθολογικών ασθενειών είναι περιορισμένος και εύκολα αντιμετωπίζονται, αφού δεν χρησιμοποιείται έδαφος για την καλλιέργεια, γεγονός που προσφέρει επιπρόσθετο πλεονέκτημα την παραγωγή φυτών χωρίς εδαφικά υπολείμματα. Το κόστος παραγωγής είναι μικρότερο, με ευκολότερη πραγματοποίηση εργασιών, αφού υπάρχει δυνατότητα να αυτοματοποιηθούν πολλές εργασίες. Η εγκατάσταση δεν παρουσιάζει δυσκολίες και το κόστος αποσβήνεται σύντομα. Τα φυτά αναπτύσσονται ταχύτερα καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, αφού παρέχεται συμπληρωματικός φωτισμός και ελέγχονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Δίνεται, επιπλέον, η δυνατότητα για καλύτερο προγραμματισμό της παραγωγής [Akoumianaki-Ioannidou et al. (2015), Kiferle et al. (2013), ΤΕΙ Πελοποννήσου (2015)]. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα να διεγερθεί η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών μέσω της τροποποίησης της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος (Kiferle et al., 2013).

Πρόκειται για μία σχετικά καινούρια τεχνική, που αναπτύχθηκε την τελευταία εικοσιπενταετία στις ΗΠΑ και εφαρμόζεται σε αρκετές χώρες πλέον, για παράδειγμα στις ΗΠΑ, τον Καναδά, την Ιταλία, την Ολλανδία, την Αυστραλία, καθώς και στη χώρα μας σε μικρή κλίμακα. Το σύστημα καλλιέργειας είναι απόλυτα ελεγχόμενο, τουλάχιστον με τη μορφή που εφαρμόζεται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και στον Καναδά, όπου ελέγχονται όλες οι περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία, ο φωτισμός και ο εμπλουτισμός με CO₂ κ.α. Στην Ελλάδα και άλλες χώρες, όπου δεν θεωρείται απαραίτητη η παρέμβαση σε όλες τις συνθήκες του περιβάλλοντος, το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί με περιορισμένες επεμβάσεις που αφορούν κυρίως τη θερμοκρασία και τον φωτισμό (ΤΕΙ Πελοποννήσου, 2015).



Εικόνα 8. Απεικόνιση συστήματος επίπλευσης (<http://agri.wu.ac.th>, 2015)

Στο σύστημα επιπλέυσεως τα φυτά αναπτύσσονται σε σχεδίες πολυστερίνης, οι οποίες επιπλέουν πάνω σε υδατικό διάλυμα. Το σύστημα συνήθως περιλαμβάνει ανακυκλοφορία και διήθηση του υδατικού διαλύματος που βρίσκεται σε ειδικές δεξαμενές, ωστόσο σε ορισμένες καλλιέργειες φυλλωδών λαχανικών μικρής παραμονής δεν γίνονται παρεμβάσεις στο υδατικό διάλυμα, ούτε παρέχεται οξυγόνο. Το ύψος του θρεπτικού διαλύματος μέσα στη δεξαμενή εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας. Πριν τη μεταφύτευση των σποροφύτων στις σχεδίες, όπου η ρίζα επιπλέει μέσα στο υδατικό διάλυμα ενώ η σχεδία συγκρατεί το υπέργειο τμήμα, έχει προηγηθεί η σπορά των σπόρων σε δίσκους που περιέχουν κάποιο από τα κλασικά υποστρώματα (πχ. περλίτης, πετροβάμβακας) και η ανάπτυξη τους μέχρι το κατάλληλο μέγεθος [Aquaponics (2015), ΤΕΙ Πελοποννήσου, 2015].



Εικόνα 9. Καλλιέργεια μαρουλιού σε επίπλευση
(<http://aquaponics.com>)

Σε ένα εμπορικό σύστημα επίπλευσης οι δεξαμενές με τις επιπλέουσες σχεδίες μπορεί να καλύπτουν όλο το διαθέσιμο χώρο ενός θερμοκηπίου με τις σχεδίες που μεταφυτεύονται στο ένα άκρο και τις έτοιμες για συγκομιδή στο άλλο άκρο. Αφού ολοκληρωθεί η συγκομιδή των προϊόντων μιας σχεδίας μπορεί να μεταφυτευτεί με νέα σπορόφυτα (Aquaponics, 2015).

Πιθανά προβλήματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, είναι η εμφάνιση υποξίας όταν η οξυγόνωση των φυτών είναι ελλιπής και συνδυάζεται με υψηλές θερμοκρασίες. Η οξυγόνωση του υδατικού θρεπτικού διαλύματος δεν είναι αναγκαία μόνο στις περιπτώσεις φυλλωδών λαχανικών που παραμένουν για σύντομο χρονικό διάστημα 1-2 εβδομάδων. Στις άλλες περιπτώσεις θεωρείται αναγκαία [Aquaponics (2015), ΤΕΙ Πελοποννήσου, 2015].

3.3 Καλλιέργεια βασιλικού με τη μέθοδο της επίπλευσης

Ο Mairapetyan (1997) αναφέρει ότι τα υδροπονικά καλλιεργούμενα αρωματικά φυτά, όπως βασιλικός (*Ocimum gratissimum*), γεράνι (*Pelargonium roseum*), λεμονόχορτο (*Cymbopogon citrates*), βετιβερία (*Vetiveria zizanioides*), καλαμίνθη (*Nepeta transcaucasica*) κ.α. που καλλιεργήθηκαν στο Ινστιτούτο Υδροπονικών καλλιεργειών στην Αρμενία πετυχαίνουν μεγαλύτερες αποδόσεις και 3-6 φορές μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε αιθέριο έλαιο ανά μονάδα επιφανείας σε σύγκριση με αντίστοιχες καλλιέργειες στο έδαφος. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι αφού το ριζικό σύστημα έχει στη διάθεση του νερό, οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά ανταποκρίνεται με αύξηση της μεταβολικής και απορροφητικής ικανότητας των ριζών η οποία με τη σειρά της αυξάνει πολλαπλάσια την παραγωγικότητα. Επίσης, συνοδεύεται από κάποιες φυσιολογικές και βιοχημικές αλλαγές στο φυτό, όπως η αύξηση στη χλωροφύλλη και στην περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια. (Mairapetyan, 1997).

Παρόμοια αποτελέσματα έδωσαν πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε βασιλικό και άλλα αρωματικά φυτά, όπως για παράδειγμα η μέντα, όπου η παραγωγή αιθερίου ελαίου ήταν υψηλότερη στις υδροπονικές καλλιέργειες και τα φυτά αναπτύσσονται έως και 25% ταχύτερα όταν καλλιεργούνται σε υδροπονικό θρεπτικό διάλυμα, σε σύγκριση με την καλλιέργεια σε έδαφος (Akoumianaki-Ioannidou et al. (2015).

Οι Vimolmangkang et al. (2010) αναφέρουν ότι τα φυτά μέντας των ειδών *Mentha spicata* και *M. arvensis var. piperascens* που καλλιεργήθηκαν με υδροπονικές τεχνικές ήταν πρωιμότερα σε σύγκριση με τα αντίστοιχα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος, είχαν μεγαλύτερο ύψος αλλά μικρότερη αναλογία βιομάζας (φύλλων) σε σχέση με το ύψος τους, ωστόσο συνολικά περιείχαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αιθερίου ελαίου.

Μαρούλια διαφόρων ποικιλιών που καλλιεργήθηκαν υδροπονικά ήταν ελαφρώς μεγαλύτερα και είχαν πιο έντονο χρώμα (πράσινο ή κόκκινο χρώμα, ανάλογα με την ποικιλία) σε σύγκριση με τα αντίστοιχα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο έδαφος. Επιπλέον, τα φύλλα των υδροπονικά καλλιεργούμενων μαρουλιών ήταν πιο παχιά, ενώ τα αντίστοιχα των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο έδαφος και ήταν πάρα πολύ λεπτά (Buchanan and Omaye, 2013). Η περιεκτικότητά τους σε ασκορβικό οξύ και τοκοφερόλη ήταν σημαντικά μεγαλύτερη, γεγονός που δείχνει ότι η υδροπονική καλλιέργεια συμβάλλει στη λήψη μεγαλύτερων ποσοτήτων θρεπτικών συστατικών από τα φυτά.

Άλλοι ερευνητές (Miceli et al., 2003) διαπίστωσαν ότι η μέθοδος της επίπλευσης είναι κατάλληλη για την καλλιέργεια βασιλικού και η απόδοση αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας φύτευσης, για τις τρεις πυκνότητες που εφαρμόστηκαν, δηλαδή 226 φυτά/m², 373 και 593 φυτά/m². Επιπλέον, οι ίδιοι ερευνητές χρησιμοποίησαν δύο θρεπτικά διαλύματα που είχαν την ίδια σύσταση αλλά διαφορετική αγωγιμότητα (2,8 και 3,8 mS/cm, αντίστοιχα), εξαιτίας της διαφορετικής αλατότητας του νερού (Ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού 0,8 και 1,6 mS/cm, αντίστοιχα) και συμπέραναν ότι η αλατότητα του νερού δεν επηρεάζει την παραγωγή βασιλικού. Τέλος, 5 ημέρες πριν τη συγκομιδή αντικατέστησαν το θρεπτικό διάλυμα με νερό και παρατήρησαν μείωση των νιτροδών αλάτων στα φύλλα και υψηλότερη παραγωγή.

Οι Nicola et al. (2004) αναφέρουν ότι τα φυτά ρόκας (*Eruca sativa*) που καλλιεργήθηκαν χωρίς έδαφος σε επίπλευση ήταν πολύ πιο πρώιμα και συγκομίστηκαν σε 70 ημέρες σε σύγκριση με την καλλιέργεια σε έδαφος. Έδωσαν κατά 75% μεγαλύτερη παραγωγή και η πυκνότητα φυτών 2134 φυτά/ m² έδωσε τη μεγαλύτερη παραγωγή. Τα φυτά αυτά περιείχαν μεγαλύτερη ποσότητα νιτρικών στα φύλλα, ωστόσο η συγκέντρωση ήταν μικρότερη από τα όρια της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για το μαρούλι.

Η επιστημονική έρευνα επικεντρώνεται στη διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης της μεθόδου της επίπλευσης για την παραγωγή βιολογικών προϊόντων, καθώς και στην εξεύρεση τρόπων αύξησης της απόδοσης σε προϊόν ή αιθέριο έλαιο παραγωγής μεγαλύτερης ποσότητας προϊόντος ή αιθερίων ελαίων ή παραγωγή φυτών με μεγαλύτερη συγκέντρωση σε συγκεκριμένα ωφέλιμα συστατικά, όπως για παράδειγμα το ροζμαρικό οξύ που έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Kiferle et al., 2013).

Οι Kiferle et al. (2013) μελέτησαν μεταξύ άλλων την επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια βασιλικού σε επίπλευση και αναφέρουν ότι με την αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα αυξήθηκαν η βιομάζα φύλλων και στελεχών και ο σχηματισμός φύλλων. Η συγκέντρωση σε ροζμαρικό οξύ στη ρίζα και τους βλαστούς αυξήθηκε όταν ελαχιστοποιήθηκε η περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα του θρεπτικού διαλύματος. Το ύψος των φυτών δε επηρεάστηκε από τη διαθεσιμότητα των νιτρικών ιόντων.

Γενικά, οι υδροπονικές καλλιέργειες θεωρούνται εντατικό σύστημα καλλιέργειας με χρήση ανόργανων λιπασμάτων. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με οργανική λίπανση για παραγωγή βιολογικής καλλιέργειας φυτών. Για παράδειγμα, έρευνα που πραγματοποιήθηκε με τη χρήση κοπριάς πουλερικών σε κόκκους αντί για ανόργανα λιπάσματα σε καλλιέργεια βασιλικού και μέντας με τη μέθοδο της επίπλευσης έδωσε παρόμοιες αποδόσεις σε σύγκριση με την ανόργανη λίπανση. Επίσης, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του νιτρικού αζώτου και του καλίου ήταν συγκρίσιμες στο οργανικό και ανόργανο λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε (Treadwell et al., 2011).

Οι Succor και Newman (2004) διαπίστωσαν μεγάλη συσχέτιση ανάμεσα στο υπόστρωμα που χρησιμοποιείται (πετροβάμβακας, περλίτης και μείγμα τύρφης – περλίτη – κομπόστ) και το είδος της λίπανσης (οργανική ή ανόργανη) με την απόδοση και τη γεύση του βασιλικού που καλλιεργείται υδροπονικά σε θερμοκήπιο. Γενικά, η επίδραση της οργανικής λίπανσης στην ποιότητα των αρωματικών φυτών ποικίλει και εξαρτάται από το είδος του φυτού και της λίπανσης, καθώς και τις παραμέτρους που προσδιορίζονται. Αντίστοιχη έρευνα σε καλλιέργειες ντομάτας και μαρουλιού σε επίπλευση έδειξε ότι τα σπορόφυτα που καλλιεργήθηκαν με οργανική λίπανση είχαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος, μήκος και επιφάνεια ρίζας αλλά χαμηλότερο νωπό βάρος και ύψος (Bilalis et al., 2009).

Σε έρευνες που έγιναν στη χώρα μας, η τεχνική της επίπλευσης σε σύγκριση με τη χρήση εδάφους είχε ως αποτέλεσμα καλύτερη ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος του βασιλικού, με υψηλότερα φυτά, με μεγάλα φύλλα και μεγαλύτερο νωπό βάρος βλαστών και φύλλων, καθώς και μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας, ιδιαίτερα όταν συνδυάστηκε με οργανική λίπανση. Επιπλέον, τα σπορόφυτα που αναπτύχθηκαν σε οργανικό λίπασμα περιείχαν μικρότερη ποσότητα νερού με αποτέλεσμα να είναι λιγότερο ευαίσθητα σε μεταφυτευτικό σοκ (Akoumianaki-Ioannidou et al. (2015).

III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

IV. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ

1.1 Φυτικό υλικό

Χρησιμοποιήθηκε σπόρος πλατύφυλλου βασιλικού της εταιρείας Φυτοτεχνική (Εικόνα 10, 11).



Εικόνα 10. Σπόροι πλατύφυλλου βασιλικού



Εικόνα 11. Χρησιμοποιηθείσα ποικιλία βασιλικού

1.2 Υπόστρωμα

Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύρφη της εταιρείας Klasman – DelimanGmbH.

1.3 Σπορά - Τοποθέτηση των δίσκων

Η σπορά πραγματοποιήθηκε σε δίσκους σποράς διογκωμένης πολυστερίνης (φελιζόλ) 330 θέσεων. Οι θέσεις των δίσκων πληρώθηκαν με τύρφη και η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 12/3/2014. Στην κάθε θέση εφαρμόζονταν 2-3 σπόρια. Έναρξη της βλάστησης παρατηρήθηκε στις 1/4/2014. Ακολούθησε αραίωση στο στάδιο των δύο πραγματικών φύλλων, 29 ημέρες από τη σπορά, στις 10/4/2014.

2. ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

2.1 Εποχή μεταφύτευσης

Τα φυτά μεταφυτεύθηκαν στις τελικές τους θέσεις στις 6/5/2014 (56 ημέρες από τη σπορά), όταν ήταν στο στάδιο των 4 πραγματικών φύλλων (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Φυτό στο στάδιο της μεταφύτευσης

2.2 Καλλιέργεια στο έδαφος

Για την καλλιέργεια στο έδαφος χρησιμοποιήθηκε υπαίθριος χώρος του ΤΕΙ Πελοποννήσου. Έγινε προετοιμασία του εδάφους με φρέζα, στη συνέχεια η επιφάνεια διαστρώθηκε με μαύρο πλαστικό (νάιλον) διπλής όψης για τον περιορισμό / έλεγχο των ζιζανίων. Η άρδευση πραγματοποιείται με σταλακτηφόρο αγωγό (4 l/h) αποστάσεων 30 cm μεταξύ των σταγόνων, τοποθετημένο άνω του καλύμματος.

2.3 Καλλιέργεια σε επίπλευση

Για την καλλιέργεια στην βαθειά επίπλευση χρησιμοποιήθηκε υπάρχουσα δεξαμενή εντός υαλόφρακτου θερμοκηπίου του ΤΕΙ Πελοποννήσου.

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ

3.1 Δεξαμενή

Τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής επιπλεύσεως αναλύονται παρακάτω:

- Υλικό στεγανοποίησης: μαύρη γεωμεμβράνη κατάλληλη για τρόφιμα, πάχους 0,5mm.
- Υλικό σκελετού δεξαμενής: κύβοι άλφα μπλοκ (δομικό υλικό).
- Διαστάσεις δεξαμενής: Πλάτος 4m, μήκος 10m, ύψος 30cm.
- Σωληνώσεις πολυπροπυλενίου εντός της δεξαμενής για επαρκή ανάδευση του διαλύματος.
- 1 βαλβίδα πλήρωσης για αυτόματη πλήρωση.

3.2 Ηλεκτρικός πίνακας

Ηλεκτρικός πίνακας με λογικό ελεγκτή τροφοδοσίας, για βαθειά επίπλευση (floating), υδρονέφωση και ανεμιστήρες.



Εικόνα 13. Ηλεκτρικός πίνακας, ελέγχου λειτουργίας floating, υδρονέφωσης και ανεμιστήρων.

3.3 Κεφαλή συστήματος επιπλεύσεως

Η κεφαλή περιλαμβάνει:

- Αυτόνομο ρυθμιστή pH και EC:
- 3 περισταλτικές αντλίες παροχής 5L/h (για 2 λιπάσματα και 1 οξύ) με ρυθμιζόμενη αναλογία μεταξύ των 2 λιπασμάτων.
- Αισθητήρες pH, EC και θερμοκρασίας με ακρίβεια $\pm 0.01\text{pH}$, $\pm 0.01\text{mS/cm}$, $\pm 0.2^\circ\text{C}$ με temperature compensation σε pH και EC.
- Ρολόι πραγματικού χρόνου, καταγραφές pH, EC και θερμοκρασίας.
- Οθόνη LCD και πληκτρολόγιο.
- Σειριακή σύνδεση με H/Y μέσω καταλλήλου προγράμματος επικοινωνίας, alarms από pH και EC και διακοπή λειτουργίας από διακοπή ροής.



Εικόνα 14. Κεφαλή συστήματος επίπλευσης

3.4 Αντλίες επανακυκλοφορίας

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- 2 αντλίες επανακυκλοφορίας παροχής $4,8\text{m}^3/\text{h}$ και πίεσης $1,8\text{atm}$, ανοξείδωτες.
- Αισθητήρας ροής στην αντλία επανακυκλοφορίας.



Εικόνα 15. Αντλία επανακυκλοφορίας

3.5 Δεξαμενές θρεπτικών διαλυμάτων

- 1 δεξαμενή 200L με 2 ψηφιακές στάθμες (συλλογή, έλεγχος και αναπροσαρμογή του θρεπτικού διαλύματος).
- 2 δεξαμενές των 100L για τα πυκνά λιπάσματα και 1 δεξαμενή 50L για το οξύ.



Εικόνα 16. Δεξαμενή συλλογής θρεπτικού διαλύματος



Εικόνα 17. Δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων

4. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Σε όλα τα φυτά εφαρμόστηκε θρεπτικό διάλυμα με την ίδια σύσταση, η οποία προσαρμόστηκε ανάλογα στην ποιότητα του νερού αρδύσεως. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα δεδομένα της συστάσεως του θρεπτικού διαλύματος αντλήθηκαν από προηγούμενα πειραματικά δεδομένα υδροπονικής καλλιέργειας ρόκας σε θερμοκήπια του ΑΤΕΙ Καλαμάτας, καθώς και από βιβλιογραφικά δεδομένα.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρήθηκε στο 1,9-2,0 mS/cm και το pH στο 5,8-6,0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Σύσταση νερού άρδευσης και θρεπτικού διαλύματος*

Στοιχείο	Σύσταση νερού άρδευσης (σε meq/l για τα μακροστοιχεία και σε μmol/l για τα μικροστοιχεία)	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος (σε meq/l για τα μακροστοιχεία και σε μmol/l για τα μικροστοιχεία)
NO ₃ ⁻	0,00	11,14
H ₂ OP ₄ ⁻	-	1,14
SO ₄ ⁻	2,25	2,92
NH ₄ ⁺	-	0,84
Ca ⁺⁺	5,11	6,82
K ⁺	0,07	6,65
Mg ⁺⁺	2,63	2,78
Na ⁺	1,09	1,09
Cl ⁻	1,77	1,77
Fe	-	25,00
Mn	-	3,00
Zn	1,07	2,00
B	5,56	20,00
Cu	-	0,75
Mo	-	0,50
HCO ₃ meq/L	4,85	1,21
Αγωγιμότητα dS/m	0,70	1,9-2,0
pH	7,78	5,8-6,0

*Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας

Χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα λιπάσματα: νιτρικό ασβέστιο, θειικό μαγνήσιο, θειικό κάλιο, νιτρικό κάλιο, φωσφορικό μονοκάλιο, νιτρική αμμωνία, χηλικός σίδηρος, θειικό μαγγάνιο, θειικός χαλκός, βόρακας, μολυβδαινικό αμμώνιο.

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων των μακροστοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω της μετατροπής των συγκεντρώσεων (meq/l) σε συγκεκριμένες ποσότητες λιπασμάτων, σε κιλά για τα στερεά και σε λίτρα για τα υγρά. Τα θρεπτικά διαλύματα παρασκευάστηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο των Savvas και Adamides (1999).

Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

α) Προσδιορισμός των επιθυμητών συγκεντρώσεων του κάθε στοιχείου στο θρεπτικό διάλυμα.

β) Υπολογισμός των ποσοτήτων που προστίθενται στο νερό από κάθε λίπασμα για την επίτευξη των επιθυμητών συγκεντρώσεων.

γ) Παρασκευή μητρικών (πυκνών) διαλυμάτων.

δ) Παρασκευή αραιού θρεπτικού διαλύματος.

ε) Έλεγχος χαρακτηριστικών θρεπτικού διαλύματος (αγωγιμότητα, pH).

Τα θρεπτικά στοιχεία που απαιτήθηκαν για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών εισάγονταν σε δεξαμενή από τα δοχεία πυκνών διαλυμάτων (μητρικά διαλύματα). Τα μητρικά διαλύματα παρασκευάζονταν έτσι ώστε τα διάφορα ιόντα που απαιτούνταν για την ανάπτυξη των φυτών να βρίσκονται στην απαιτούμενη αναλογία μεταξύ τους και ακολουθούσε αραιώση μέχρι του όγκου της δεξαμενής.

Τα μητρικά διαλύματα παρασκευάζονταν σε 3 δοχεία. Το πρώτο δοχείο (Α) περιείχε το νιτρικό ασβέστιο, μέρος της ποσότητας του νιτρικού καλίου που απαιτούνταν, τη νιτρική αμμωνία και το χηλικό σίδηρο. Το δεύτερο δοχείο (Β) περιείχε το θειικό μαγνήσιο, το υπόλοιπο νιτρικό κάλιο, το θειικό κάλιο, το φωσφορικό μονοκάλιο και τα ιχνοστοιχεία. Το τρίτο δοχείο (Γ) περιείχε το νιτρικό οξύ που ήταν απαραίτητο για την διόρθωση του pH.

Η ανάμιξη και αραιώση των πυκνών διαλυμάτων με το νερό γίνονταν σε όλες τις επεμβάσεις μέσω της κεφαλής του συστήματος επιπλεύσεως. Ωστόσο, το pH και η αγωγιμότητα ελέγχονταν περιοδικά με φορητά όργανα (pHμετρο και αγωγιμόμετρο), για να διασφαλιστεί ότι βρίσκονται στα επιθυμητά επίπεδα.

5. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις αφορούσαν τον προσδιορισμό του ύψους και του πλάτους φυτών βασιλικού με τη χρήση φωτογραφικής μηχανής, με σκοπό να γίνει μια συγκριτική εκτίμηση των παραμέτρων αυτών στα καλλιεργητικά συστήματα του εδάφους και της βαθειάς επίπλευσης. Χρησιμοποιήθηκε ψηφιακή φωτογραφική μηχανή της εταιρείας NIKON. Στη συνέχεια οι φωτογραφίες μεταφορτώνονταν σε Η/Υ κι από εκεί, με το πρόγραμμα ImageProplus 5.1, βάσει του αριθμού των pixels που αποτυπώνονταν σε απόσταση 1cm, (βάση του χάρακα που παρουσιαζόταν στην λαμβανόμενη φωτογραφία), γινόταν ο υπολογισμός του ύψους και του πλάτους των φωτογραφιζόμενων φυτών. Για τους υπολογισμούς και τις μετατροπές των pixels σε cm χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel της Microsoft.

Για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ακρίβειας, λαμβάνονταν φωτογραφίες 15 φυτών (φυτό και επανάληψη) εβδομαδιαία. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν την 1^η Ιουνίου 2014 (81 ημέρες από τη σπορά) και έληξαν στις 16/7/2014 (126 ημέρες από τη σπορά).

5.1 Στατιστική επεξεργασία

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας και η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Statistica. Χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

V. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων:

Πίνακας 7: Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο ύψος φυτών βασιλικού, στις 7 διαδοχικές καταγραφές που αντιστοιχούν σε εβδομαδιαίες παρατηρήσεις.

Σύστημα	1η	2η	3η	4η	5η	6η	7η
Βαθειά επίπλευση	32.32 a	36 a	33.84 a	37.32	49.37 a	54.69 a	59.44 a
Έδαφος	17.40 b	23.15 b	26.89 b	35.58	38.32 b	41.59 b	50.50 b

Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$)

Από τον πίνακα 7 παρατηρείται πως το παραγόμενο ύψος στο σύστημα της βαθειάς επίπλευσης είναι στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό του εδάφους με εξαίρεση την 5^η δειγματοληψία, όπου δεν αποτυπώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Πίνακας 8 : Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στο πλάτος φυτών βασιλικού, στις 7 διαδοχικές καταγραφές που αντιστοιχούν σε εβδομαδιαίες παρατηρήσεις. Διαφορετικά γράμματα στις στήλες δεικνύουν στατιστικώς σημαντική διαφορά

Σύστημα	1η	2η	3η	4η	5η	6η	7η
Βαθειά επίπλευση	28.41 a	40.72 a	53.25 a	59.67 a	67.63 a	67.67 a	81.23 a
Έδαφος	19.13 b	29.27 b	34.64 b	43.74 b	42.65 b	52.11 b	68.52 b

Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$)

Από τον πίνακα 8 παρατηρείται πως το παραγόμενο πλάτος στο σύστημα της βαθιάς επίπλευσης είναι στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό του εδάφους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τη διεθνή βιβλιογραφία κατά την οποία η ανάπτυξη σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με αντίστοιχη καλλιέργεια που γίνεται στο έδαφος (Akoumianaki-Ioannidou et al. 2015; Buchanan and Omaye, 2013; Vimolmangkang et al. 2010).

Στις Εικόνες 18 και 19 φαίνονται φυτά βασιλικού που προέκυψαν από την καλλιέργεια στο έδαφος και σε βαθιά επίπλευση.



Εικόνες 18, 19: Φυτό βασιλικού σε καλλιέργεια στο έδαφος (αριστερά) και σε επίπλευση (δεξιά)

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με δεδομένη την εξάπλωση της καλλιέργειας αρωματικών φυτών, ο βασιλικός παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την παραγωγή του σε ένα σύστημα καλλιέργειας εκτός εδάφους, όπως η βαθειά επίπλευση. Με δεδομένη την ευαισθησία του σε ασθένειες εδάφους, και την ανάγκη ζιζανιοκτονίας για τον έλεγχο των ζιζανίων κατά την καλλιέργειά του στο έδαφος, θα πρέπει να εξεταστεί σοβαρά το πλεονέκτημα αυτό που δίνεται από το σύστημα της βαθειάς επίπλευσης. Η παραγωγή βασιλικού και άλλων αρωματικών – φαρμακευτικών φυτών, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στο εξωτερικό, ενώ στη χώρα μας δεν έχει γίνει ακόμη ευρέως γνωστό λόγω δισταγμού των παραγωγών, κυρίως όσον αφορά το κόστος, αλλά και ελλείπει ξεκάθαρων τεχνικών οδηγιών για την παραγωγή του με το εν λόγω σύστημα καλλιέργειας.

Σε πειράματα που έχουν γίνει και στο παρελθόν, έχει δειχθεί πως ο βασιλικός προσαρμόζεται επαρκώς στο εν λόγω σύστημα με την παραγωγή να αυξάνεται ανάλογα με την πυκνότητα φυτεύσεώς του (Miceli et al. 2003). Για την εξακρίβωση της παραγωγικότητάς του υπό τις δεδομένες συνθήκες στη χώρα, πραγματοποιήθηκε πείραμα σύγκρισης των καλλιεργητικών συστημάτων της βαθειάς επίπλευσης και της καλλιέργειάς του στο έδαφος, ώστε να γίνει μια σύγκριση σε παραγωγικά χαρακτηριστικά του βασιλικού. Στην παρούσα εργασία σκοπός ήταν να συγκριθεί το παραγόμενο ύψος και πλάτος του βασιλικού με τη χρήση φωτογραφικής μηχανής. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε πως για την ίδια πυκνότητα φύτευσης ($\sim 45 \times 45$ εκ ή ~ 5 φυτά $\cdot \text{m}^{-1}$), το σύστημα της βαθειάς επίπλευσης, παράγει σαφώς μεγαλύτερα φυτά, δεικνύοντας την σημαντικότητα του υπό εξέταση συστήματος για την παραγωγή του βασιλικού.

Αναφορικά με το σύστημα καλλιέργειας βασιλικού σε βαθειά επίπλευση, και τη σύγκρισή του με την καλλιέργεια στο έδαφος, πρέπει βέβαια να σημειωθούν τα εξής, για μελλοντική έρευνα αλλά και την εξαγωγή πλέον ασφαλών συμπερασμάτων:

- Πρέπει να επαναληφθεί χρονικά. Για να είναι ακριβές το τελικό συμπέρασμα, θα πρέπει να γίνεται τουλάχιστον για δύο έτη.
- Πρέπει να εξετασθεί η σύστασή του αναφορικά με την περιεκτικότητά σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία και ιδιαίτερα αναφορικά με τα νιτρικά ιόντα για

τα οποία εξακολουθεί και υπάρχει μια αυξημένη ευαισθησία, παρά τις έντονα οξειδωτικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα (αυξημένες τιμές θερμοκρασίας).

- Η σύγκριση πρέπει να επεκταθεί σε ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως περιεκτικότητά του σε αιθέρια έλαια. Εκτιμάται πως αυτά θα είναι περισσότερα στην περίπτωση της καλλιέργειας στο έδαφος σε σχέση με την υδατοκαλλιέργεια, αλλά πιθανά αυτό να ισοσταθμίζεται με τον μεγαλύτερο όγκο παραγωγής στην περίπτωση της βαθιάς επίπλευσης.

- Θα πρέπει να πραγματοποιηθεί και μια οικονομοτεχνική ανάλυση των χρησιμοποιούμενων εισροών για να εξαχθεί ένα ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με το οικονομικό ενδιαφέρον της εφαρμογής του συστήματος βαθιάς επίπλευσης στην παραγωγή βασιλικού.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Αναστόπουλος, Κ. (2012). Καλλιέργεια, παραγωγή και εμπορία αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Δυνατότητα οικονομικών ενισχύσεων. Ημερίδα «Υφιστάμενες και νέες καλλιέργειες στην Περιφέρεια Αττικής».
- Αντωνιάδου Κ. (2014). Αρωματικά φυτά και Αιθέρια έλαια: χημική σύσταση - δράσεις - παραγωγή - αξιοποίηση - εμπόριο - έρευνα αγοράς. Μεταπτυχιακή διατριβή. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών. Αθήνα.
- Βογιατζή – Καμβούκου Ε. (2004). Επιλογή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Εκδ. Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Κατσιώτης, Σ.Θ. και Χατζοπούλου, Π.Σ. (2010). Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια: Παραγωγή–Επεξεργασία–Μεταποίηση–Αξιοποίηση -Διεθνείς Αγορές–Αρωματοθεραπεία–Αρματοποιΐα”, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε., Θεσσαλονίκη.
- Κουτσός, Θ.Β. (2006). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Πατεράκης, Π. (2013). Συγκριτική αξιολόγηση εγχώριων υποστρωμάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους για παραγωγή τομάτας σε θερμοκήπιο. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- Σκρουμπής, Β.Γ. (1990). Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Εκδ. Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Θεσσαλονίκη.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2011). Στοιχεία τεχνικής καλλιέργειας αρωματικών φαρμακευτικών φυτών. Αθήνα.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2015). Στατιστικά βιολογικών προϊόντων φυτικής και ζωικής προέλευσης.

Ξενόγλωσση

- Adams, P.D., Kokalis-Burelle, N., and Basinger, W.H. (2003). Efficacy of Plantpro 45 as a Seed and Soil Treatment for Managing Fusarium Wilt of Basil. HortTechnology, January-March, 13 (1), p.77-80. Available at: <http://horttech.ashspublications.org/content/13/1/77.full.pdf>
- Akoumianaki-Ioannidou, A., Rasouli, M., Podaropoulou, L., Karapanos, I., & Bilalis, D. (2015). Effects of Cultivation System and Fertilization on Seedling

- Production of *Ocimum basilicum* L. and *Mentha spicata* L. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1), DOI:10.15835/nbha4319851.
- Bilalis, D., Kanatas, P., Patsiali, S., Konstantas, A., Akoumianakis, K. (2009). Comparison between conventional and organic floating systems, for lettuce and tomato (*Lactuca sativa* and *Lycopersicum esculentum*), seedling production. *J Food Agric Environ* 7:623-628.
- Buchanan, D. N., & Omaye, S. T. (2013). Comparative study of ascorbic acid and tocopherol concentrations in hydroponic-and soil-grown lettuces. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 1047-1053.
- Frąszczak, B., Kałużewicz, A., Krzesiński, W., Lisiecka, J., & Spiżewski, T. (2011). Effect of differential temperature and photoperiod on growth of *Ocimum basilicum*. *Žemdirbystė=Agriculture*, vol. 98, No. 4, p. 375–382.
- Fernandes, P.C., Facanali, R., Teixeira, J.P.F., Furlani, P.R., & Marques, M.O.M. (2004). Culture of basil in substrata and hydroponic systems under protected environment. *Horticultura Brasileira* 22:260-264.
- Garibaldi, A., Gullino, M.L. and Minuto, G. (1997). Diseases of basil and their management. *Plant Diseases*, 81(2), 124-132.
- Hiltunen, R. and Holm, Y. (2003) Basil: The Genus *Ocimum*, CRC press, USA, 152 pg.
- Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H. P., & Vivanco, J. M. (2002). Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(21), 5878-5883.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., & Vivanco, J.M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food chemistry*, 83(4), 547-550.
- Kiferle, C., Maggini, R., & Pardossi, A. (2013a). Influence of root hypoxia and NaCl salinity on sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) grown hydroponically for the production of rosmarinic acid. *Agrochimica*, Vol 57, No 2.
- Kiferle, C., Maggini, R., & Pardossi, A. (2013b). Influence of nitrogen nutrition on growth and accumulation of rosmarinic acid in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in hydroponic culture. *Australian Journal of Crop Science* 7(3):321-327.

- Lee, S.J., Umamo, K., Shibamoto, T., & Lee, K.G. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 91(1), 131-137.
- Mairapetyan, S.K. (1997). Aromatic plant culture in open-air hydroponics. In *II WOCMAP Congress Medicinal and Aromatic Plants, Part 3: Agricultural Production, Post Harvest Techniques, Biotechnology 502* (pp. 33-42).
- Miceli, A., Moncada, A., Vetrano, F. & D'Anna, F. (2003). First results on yield and quality response of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in a floating system. *Acta Horticulturae* (ISHS) 609:377-381.
- Nicola, S., Hoeberechts, J., & Fontana, E. (2004). Comparison between traditional and soilless culture systems to produce rocket (*Eruca sativa*) with low nitrate content. In *International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics 697* (pp. 549-555).
- Nguyen, P.M. & Niemeyer, E.D. (2008). "Effects of nitrogen fertilization on the phenolic composition and antioxidant properties of basil (*Ocimum basilicum* L.)," Brown Working Papers in the Arts and Sciences, Southwestern University, Vol. VIII. Available at: <http://www.southwestern.edu/academic/bwp/vol8/niemeyer-vol8.pdf>.
- Patil, D.D., Mhaske, D.K. Wadhawa, G.C. (2011). Antibacterial and antioxidant study of *Ocimum basilicum* Labiatae (sweet basil), *Journal of Advanced Pharmacy Education and Research*, 2, 204-112.
- Sajjadi, S.E. (2006). Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14(3), 128-130.
- Savvas, D. & Adamidis, C. (1999). Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. *Journal of Plant Nutrition* 22 (9): 1415-1432.
- Sgherri, C., Cecconami, S., Pinzino, C., Navari-Izzo, F., & Izzo, R. (2010). Levels of antioxidants and nutraceuticals in basil grown in hydroponics and soil. *Food chemistry*, 123(2), 416-422.
- Succop, E. (1998). Hydroponic greenhouse production of fresh market basil. MSc. Thesis. Colorado State University. Colorado, USA.
- Succop, C.E., & Newman, S. (2004). Organic fertilization of fresh market sweet basil in a greenhouse. *HortTechnology*, 14:235-239.

- The Herb Society of America (2003). Basil: An Herb Society of America Guide. Ed: The Herb Society of America, Ohio, USA, p. 45.
- Tran T. (2011). Basil diseases: various pests. Department of Plant Pathology and Plant-Microbe Biology. Cornell University. Available at: <http://plantclinic.cornell.edu/factsheets/basildiseases.pdf>, p.3.
- Treadwell, D.D., Hochmuth, G.J., Hochmuth, R.C., Simonne, E.H., Sargent, S.A., Davis, L.L., Laughlin, W.L., Berry, A. (2011). Organic fertilization programs for greenhouse fresh-cut basil and spearmint in a soilless media trough system. *HortTechnology* 21:162-169.
- Vimolmangkang, S., Sitthithaworn, W., Vannavanich, D., Keattikunpairoj, S., & Chittasupho, C. (2010). Productivity and quality of volatile oil extracted from *Mentha spicata* and *M. arvensis* var. *piperascens* grown by a hydroponic system using the deep flow technique. *Journal of natural medicines*, 64(1), 31-35.

Διαδίκτυο

- Agronomist (2015). <http://www.agronomist.gr/> (Ανακτήθηκε 24/06/2015)
- Aquaponics (2015). Methods of Aquaponics. Nelson and Pade, Inc. Διαθέσιμο στο: <http://aquaponics.com/page/methods-of-aquaponics>. (Ανακτήθηκε 18/06/2015)
- Coolong, T. (2012). Hydroponic lettuce. University of Kentucky - College of Agriculture, Cooperative Extension service, p.4. Διαθέσιμο στο: <http://www.uky.edu/Ag/CCD/introsheets/hydrolettuce.pdf> (Ανακτήθηκε 08/06/2015)
- Hamasaki, R.T., Valenzuela, H.R., Tsuda, D.M. and Uchida, J.Y. (2015). Fresh Basil Production Guidelines For Hawaii. University of Hawaii, Cooperative Extension Service. Διαθέσιμο στο: <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/reports/speciality.htm> (Ανακτήθηκε 20/06/2015)
- ICAR (2015). Cultivation of *Ocimum*. Extension bulletin. Ed: ICAR- Doctorate of medicinal and aromatic plants research. p.30. Διαθέσιμο στο:

<http://www.dmapr.org.in/Publications/Bulletine/ocimum%2016-1-15.pdf>

(Ανακτήθηκε 08/06/2015)

Integrated Taxonomic Information System (2015). Διαθέσιμο στο:

http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=32627

(Ανακτήθηκε 08/06/2015)

Νάνος Κ. (2013). Δύο καλλιέργειες με κέρδη και δυνατότητα επιδοτήσεων.

Εφημερίδα Έθνος, 09/2013. Διαθέσιμο στο:

<http://www.ethnos.gr/entheta.asp?catid=23353&subid=2&pubid=63880808>

(Ανακτήθηκε 08/06/2015)

Πήγασος (2015). Βασιλικός. Διαθέσιμο σε: <http://pegasus-bio.gr/el/kaliergies-pegasusbio-superfoods-herbs/votana-herbs-bio-pegasus-kaliergia/vasilikos-herbs-bio-pegasus>

(Ανακτήθηκε 10/6/15)

Symagro (2015). Ο βασιλικός. Διαθέσιμο στο: <http://www.symagro.com/vasilikos/>

(Ανακτήθηκε 18/06/2015)

ΤΕΙ Πελοποννήσου (2015). Υδροπονικές καλλιέργειες. Διαθέσιμο στο:

<http://www.hydroponics.teikal.gr/index.php/plhroforiako-yliko/16-ydroponiko-systima-epipleysews-mia-apotelesmatiki-kai-filiki-pros-to-perivallon-ηmethodos-kalliergeias-fyllwdwn-laxanikwn>

(Ανακτήθηκε 08/06/2015)

Τραντάς, Ε. (2013). Πληροφορίες για την καλλιέργεια του βασιλικού (*Ocimum basilicum*).

Διαθέσιμο σε: <http://www.agrool.gr/gr/g29.htm>

(Ανακτήθηκε 10/6/15)

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



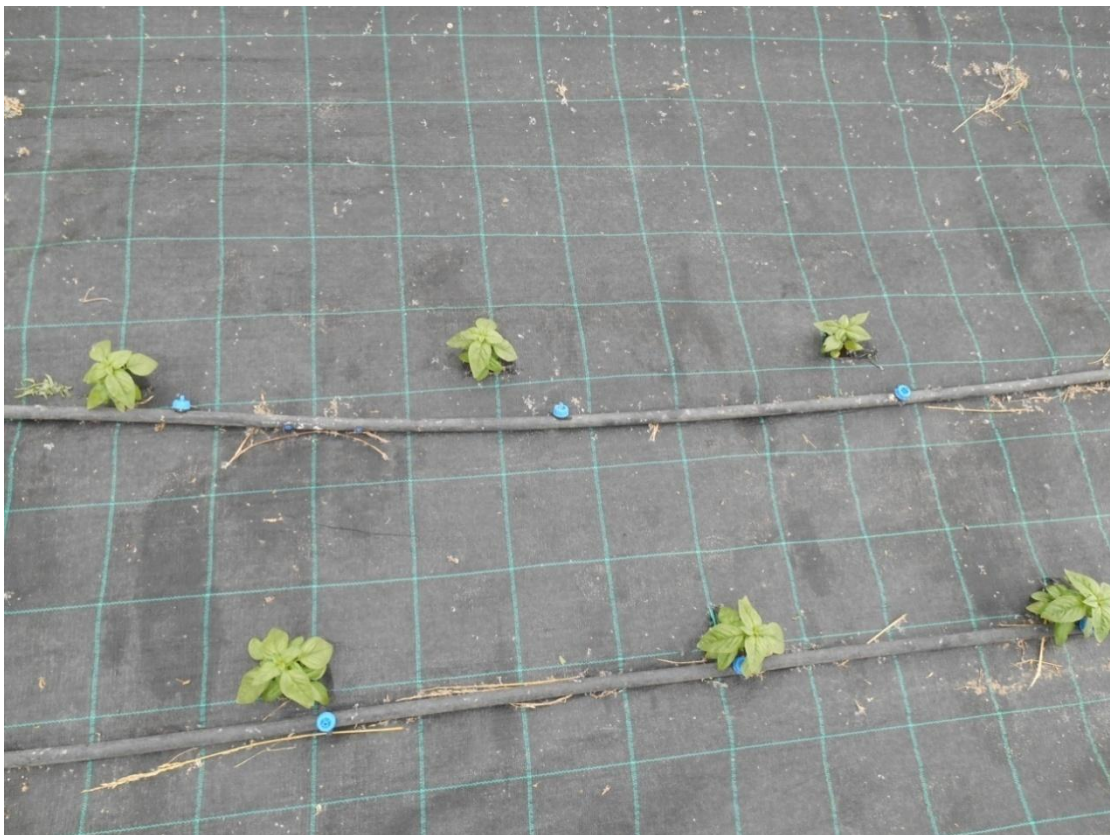
Εικόνα 20: Σπορά



Εικόνα 21: Μεταφύτευση



Εικόνα 22: Καλλιέργεια σε επίπλευση



Εικόνα 23 Καλλιέργεια στο έδαφος