



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

**«ΧΡΗΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΩΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ**  
**ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ»**



**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ : ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΑΓΙΑΝΤΖΑΣ**

**ΑΕΜ : 01865**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2021**

**Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή**

- 1. Πετρόπουλος Σπυρίδων, Αναπληρωτής Καθηγητή (ως επιβλέπων μέλος ΔΕΠ)**
- 2. Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής**
- 3. Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, η οποία υλοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που μου στάθηκαν για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας.

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθώ σε όλα εκείνα τα άτομα που με βοήθησαν στην προσπάθεια αυτή.

Κυρίως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Πετρόπουλο για την στήριξη και πολύτιμη βοήθειά του σε όλη την διάρκεια του πειράματος και της συγγραφής της εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου κι όλους όσους εκείνους μου στάθηκαν στην προσπάθεια παρέχοντας απεριόριστη κατανόηση και ψυχολογική υποστήριξη.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	6
ABSTRACT .....	8
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Καλλιέργεια μαρουλιού .....	9
1.1 Γενικά.....	9
1.2 Βοτανική ταξινόμηση-Μορφολογία .....	9
Πίνακας 1.2 : Συστηματική ταξινόμηση μαρουλιού Πηγή : Wikipedia.com .....	10
1.3 Βοτανικές Ποικιλίες-Τύποι Μαρουλιού.....	10
1.3.1 Ποικιλία Kismy (τύπου Κώς ή Ρωμάνα Cos-Romaine) <i>Lactuca sativa</i> var. <i>romana</i> D.C. ....	10
1.3.2 Λείο κεφαλωτό <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> .....	11
1.3.3 Κατσάρο κεφαλωτό (Iceberg) <i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i> .....	11
1.3.4 Χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (Loose leaf) .....	12
1.4 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	13
1.4.1 Εδαφικές απαιτήσεις.....	13
1.4.2 Κλιματικές απαιτήσεις.....	13
1.5 Άρδευση.....	14
1.6 Λίπανση.....	15
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Γεωργικά υποπροϊόντα σαν μέσα καλλιέργειας μαρουλιού .....	16
2.1 Γενικά.....	16
2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή υλικών.....	17
2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των υλικών .....	20
2.3.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες .....	20
2.3.2 Οικονομικοί παράγοντες .....	20
2.4 Υποπροϊόντα.....	21
2.4.1 Τύρφη .....	21
2.4.2 Ίνες ξύλου.....	22
2.4.3 Ίνες καρύδας .....	24
2.4.4 Κομπόστ .....	25
2.4.4.1 Κομπόστ υποπροϊόντων ελαιοτριβείου.....	26
2.4.4.2 Κομπόστ υποπροϊόντων οινοποιείου-αποσταγματοποιείου .....	27
2.4.4.3 Κομπόστα υποπροϊόντων βαμβακιού .....	28
2.4.4.4 Κομπόστα φλοιών ρυζιού .....	29
2.5 Επίδραση υποπροϊόντων στην ανάπτυξη μαρουλιού.....	29
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Υλικά και μέθοδοι .....	32
3.1 Υλικά .....	32

3.2 Μέθοδοι.....	34
Πίνακας 3.2 : Αρδευτικό σχήμα ποικιλίας Kismy.....	35
Πίνακας 3.2.α: Αρδευτικό σχήμα ποικιλίας Starfighter .....	36
Κεφάλαιο 4° : Αποτελέσματα & συζήτηση .....	38
4.1 Αποτελέσματα.....	38
Πίνακας 4.1: Μετρήσεις χλωροφύλλης για τις ποικιλίες Kismy και Starfighter για τα διαφορετικά υποστρώματα.....	38
Πίνακας 4.2 : Μετρήσεις χρώματος στο μαρούλι της ποικιλίας Starfighter .....	39
Πίνακας 4.3 : Νωπό βάρος των φύλλων και ριζών (g/φυτό) και αναλογία ριζών :φύλλων του μαρουλιού Starfighter .....	39
Πίνακας 4.4 : Νωπό βάρος φύλλων και ριζών (g/φυτό) και ρίζες : αναλογία φύλλων μαρουλιού Kismy .....	40
Πίνακας 4.5: Ξηρό βάρος φύλλων και ριζών (%) του μαρουλιού Starfighter .....	41
Συμπεράσματα .....	46
Βιβλιογραφία.....	48

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εντατικοποίηση των συστημάτων καλλιέργειας έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή υποβάθμιση των εδαφών, η οποία κατά συνέπεια οδηγεί σε αυξημένες αγροχημικές εισροές προκειμένου να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις των καλλιεργειών. Στην παρούσα μελέτη, διάφορα παραπροϊόντα της γεωργικής βιομηχανίας δοκιμάστηκαν ως εναλλακτικά μέσα καλλιέργειας στην ανάπτυξη φυτών μαρουλιού για δύο διαδοχικές καλλιεργητικές περιόδους (1<sup>η</sup>: Νοέμβριος 2017-Ιανουάριος 2018, 2<sup>η</sup>: Ιανουάριος 2018-Μάρτιος 2018). Συγκεκριμένα, δοκιμάστηκαν τα ακόλουθα υποστρώματα: (α) τύρφη, (β) τριμμένος φλοιός φιστικιών: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v), γ) τριμμένος φλοιός φουντουκιού: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v), δ) υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v) και ε) λιγνίτης: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v). Ειδικά για τα υποπροϊόντα βαμβακιού, αξιολογήθηκε υλικό από δύο διαφορετικές περιοχές (Καρδίτσα (Κ) και Θήβα (Τ), Ελλάδα). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν 2 διαφορετικοί τύποι μαρουλιού και πιο συγκεκριμένα η ποικιλία Starfighter (τύπος Batavia) στην 1<sup>η</sup> καλλιεργητική περίοδο και η ποικιλία Kismy (τύπος Romaine) στη 2<sup>η</sup> καλλιεργητική περίοδο. Τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά το νωπό βάρος του μαρουλιού Starfighter παρατηρήθηκαν για το υπόστρωμα που περιείχε υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού και τύρφη σε αναλογία 1:3 (v/v), ανεξάρτητα από την περιοχή από την οποία προήλθε το υλικό αυτό. Επιπλέον, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού από την Θήβα (Τ) και τύρφη είχαν το υψηλότερο νωπό βάρος ριζών και αναλογία βάρους ριζών: βάρους φύλλων ανεξάρτητα από τη σύνθεση του υποστρώματος. Ομοίως και για το μαρούλι Kismy, τα υποπροϊόντα βαμβακιού από τη Θήβα καθώς και το υπόστρωμα φιστικιών: τύρφης (1:3, v/v) είχαν το υψηλότερο βάρος νωπών φύλλων, ενώ το νωπό βάρος ρίζας ήταν το υψηλότερο για το υπόστρωμα φιστίκι: τύρφη (1:1, v/v). Η αναλογία βάρους ρίζας: βάρους φύλλων ήταν η υψηλότερη για το υπόστρωμα φιστικιών: τύρφης (1:1, v/v) και βαμβακιού από την περιοχή της Καρδίτσας: τύρφη (1:3, v/v). Το ξηρό βάρος των φύλλων ήταν το υψηλότερο για το υπόστρωμα λιγνίτης: τύρφη (1:1 και 1:3, v/v) για

το μαρούλι Starfighter και Kismy, αντίστοιχα, ενώ το ξηρό βάρος ρίζας ήταν το υψηλότερο για τα υποστρώματα λιγνίτης: τύρφη (1:1, v/v) και φυστίκι: τύρφη (1:3, v/v) για τα μαρούλια Starfighter και Kismy, αντίστοιχα. Συμπερασματικά, τα προϊόντα της γεωργικής βιομηχανίας μπορεί να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά καθώς μπορεί να επιτευχθεί η χρήση τους σαν υποστρώματα καλλιέργειας λαχανικών και να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις. Τα υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού φαίνεται να είναι ένα πολλά υποσχόμενο υλικό για τέτοιους σκοπούς και λαμβάνοντας υπόψη την ογκώδη φύση του, η διοχέτευση σε εναλλακτικές χρήσεις θα μπορούσε να ελαχιστοποιήσει το περιβαλλοντικό βάρος και να αυξήσει την προστιθέμενη αξία της καλλιέργειας βαμβακιού.

## **ABSTRACT**

Intensification of cropping systems has resulted in a gradual degradation of soils which consequently results in increased agrochemical inputs in order to achieve high crop yields. In the present study, various agro-industry byproducts have been tested as alternative growing media for lettuce cultivation for two consecutive growing periods. In particular, the following substrates were tested: (a) peat, (b) peanuts husks: peat (1:1 and 1:3, v/v), c) hazelnut husks: peat (1:1 and 1:3, v/v), d) cotton ginning byproducts: peat (1:1 and 1:3, v/v). Especially for cotton byproducts, material from two different regions was evaluated (Karditsa (K) and Thebes (T), Greece). The best results in terms of the aerial parts fresh weight of Batavia lettuce was obtained for the substrate which contained cotton ginning byproducts and peat in a ratio of 1:3, regardless of the region where cotton byproducts material came from. Moreover, plants grown in cotton ginning byproducts from Thebes (T) and peat had the highest root weight and root: leaves ratio, regardless of the substrate composition. Similarly and for Romaine lettuce, cotton byproducts from Thebes as well as peanut: peat (1:3, v/v) substrate had the highest fresh weight of leaves, while root fresh weight was the highest for as peanut: peat (1:1, v/v) substrate. Root: leaves ratio was the highest for peanut: peat (1:1, v/v) and cotton byproducts from Karditsa: peat (1:3, v/v) substrate. Leaves dry weight was the highest in lignite: peat (1:1, v/v) and lignite: peat (1:3, v/v) for Batavia and Romaine lettuce, respectively, whereas root dry weight was the highest for lignite: peat (1:1, v/v) and peanut: peat (1:3, v/v) for Batavia and Romaine lettuce, respectively. In conclusion, agroindustry products may find alternative uses as growing substrates for horticultural crops and high yields may be achieved. Cotton ginning byproducts seem to be a very promising material for such purposes and considering its bulky nature, being channeled to alternative uses could minimize environmental burden and increase the added value of cotton crop.



## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Καλλιέργεια μαρουλιού

---

### 1.1 Γενικά

Το μαρούλι (*Lactuca sativa* L.) είναι μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες λαχανικών που καλλιεργούνται σχεδόν όλο το χρόνο. Καλλιεργείται για τα φύλλα του συχνότερα αλλά και για το στέλεχος και τους σπόρους του σε μικρότερη κλίμακα.

Η καλλιέργειά του ξεκίνησε από τους αρχαίους Αιγύπτιους του οποίου οι σπόροι χρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργήσουν λάδι, ενώ στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την βρώση των φύλλων του. Η καλλιέργεια στη συνέχεια εξαπλώθηκε από τους Έλληνες και τους Ρωμαίους όπου οι τελευταίοι του έδωσαν το όνομα *lactuca*. Έκτοτε αναπτύχθηκαν αρκετές ποικιλίες μαρουλιού.

Σαν αποτέλεσμα της αυξανόμενης ζήτησης για μαρούλι τα τελευταία χρόνια, αποκτά όλο και περισσότερο ενδιαφέρον η καλλιέργεια εκτός εδάφους σε υποστρώματα σαν εναλλακτική μέθοδο καλλιέργειας.

Σε γενικές γραμμές η καλλιέργεια μαρουλιού εκτός εδάφους προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η αποφυγή των εδαφικών παθογόνων, η εντατικοποίηση της παραγωγής και η μείωση της ανάγκης για εφαρμογή λίπανσης καθώς τα διαφορετικά υποστρώματα (όπως για παράδειγμα τα οργανικά υποστρώματα) μπορούν να τροφοδοτήσουν τα φυτά με θρεπτικά συστατικά.

Γι' αυτό τον λόγο έχει προταθεί μια σειρά από διαφορετικά υποστρώματα καλλιέργειας από οργανικά και μη υποστρώματα που διαθέτουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.

### 1.2 Βοτανική ταξινόμηση-Μορφολογία

Το *Lactuca sativa* είναι είδος του γένους *Lactuca* (μαρούλι) και της οικογένειας *Asteraceae* (ηλίανθος ή aster). Το είδος περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1753 από τον Carl Linnaeus στο δεύτερο τόμο του είδους *Plantarum*. Τα συνώνυμα του *L. sativa* περιλαμβάνουν το *Lactuca scariola* var. *sativa*, *L. scariola* var. *integrate* και *L. scariola* var. *integrifolia*. Το *L. sativa* διαθέτει επίσης αρκετές αναγνωρισμένες ταξινομικές ομάδες, υποείδη και ποικιλίες

Βασίλειο:	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Τάξη:	Αστερώδη (Asterales)
Οικογένεια:	Σύνθετα (Asteraceae)
Γένος:	Λακτούκη (Lactuca)
Είδος:	Λ. η ήμερος (L. sativa)

Πίνακας 1.2 : Συστηματική ταξινόμηση μαρουλιού Πηγή : Wikipedia.com

### 1.3 Βοτανικές Ποικιλίες-Τύποι Μαρουλιού

#### 1.3.1 Ποικιλία Kismy (τύπου Κώς ή Ρωμάνα Cos-Romaine) *Lactuca sativa* var. *romana* D.C.

Η ποικιλία Kismy αποτελεί την πιο διαδεδομένη ποικιλία μαρουλιού στην εγχώρια αγορά όπως και στη Μ. Ανατολή και Βόρεια Αφρική.



Εικόνα 1.3: Μαρούλι του τύπου Kismy Πηγή : προσωπικό αρχείο

Αυτό το είδος είναι αρκετά ψηλό με λεπτή κεφαλή στο εσωτερικό του ενώ στο εσωτερικό του απαρτίζεται από λεπτά μακριά φύλλα με το χρώμα του να είναι κυρίως σκούρο πράσινο, ενώ αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τύπο μαρουλιού στις περιοχές της νότιας Ελλάδας (Πετρόπουλος, 2014).

### **1.3.2 Λείο κεφαλωτό *Lactuca sativa* var. *capitata***

Ποικιλία μαρουλιού που χαρακτηρίζεται από μία σφαιρική κεφαλή και λεπτά και μαλακά φύλλα. Το χρώμα του κυμαίνεται από ανοιχτό έως σκούρο πράσινο και αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τύπο μαρουλιού στις περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 1.3.2: Μαρούλι της ποικιλίας Πηγή : <https://www.gardenguide.gr/wp-content/uploads/2020/11/leio-kefaloto-2.jpg>

Καλλιεργείται σε μικρότερη έκταση από το μαρούλι Ρωμάνα στην Ελλάδα όμως αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τύπο μαρουλιού στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες.

### **1.3.3 Κατσαρό κεφαλωτό (Iceberg) *Lactuca sativa* var. *capitata***

Το φυτό της ποικιλίας αυτής σχηματίζει μία σφαιρική κεφαλή με κυματοειδή (σγουρά) και τραγανά φύλλα. Αποτελεί τον κύριο καλλιεργούμενο τύπο μαρουλιού στις ΗΠΑ και Καναδά, με την καλλιέργειά του στην Ελλάδα να αυξάνεται σταθερά (Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 1.3.3: Μαρούλι της ποικιλίας κατσαρό κεφαλωτό Πηγή : [https://www.greenmall.gr/image/cache/SPOROI%20LAXANIKON/798px-Iceberg\\_lettuce\\_IJssla\\_krop-600x451-700x700.jpg](https://www.greenmall.gr/image/cache/SPOROI%20LAXANIKON/798px-Iceberg_lettuce_IJssla_krop-600x451-700x700.jpg)

#### **1.3.4 Χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (Loose leaf)**

Τύπος μαρουλιού όπου το φυτό αναπτύσσει τα φύλλα του ελεύθερα χωρίς να σχηματίζει κεφαλή. Τα φύλλα του είναι κατσαρά με ποικιλία στον χρωματισμό όπου μπορεί να κυμαίνεται από ανοιχτό πράσινο έως και κοκκινωπό (Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 1.3.7 : Ποικιλία μαρουλιού Loose Leaf Πηγή : προσωπικό αρχείο

## **1.4 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις**

### **1.4.1 Εδαφικές απαιτήσεις**

Το μαρούλι είναι ένα είδος που αποδίδει πολύ καλύτερα σε εδάφη γόνιμα και πλούσια σε οργανική ουσία. Εδάφη γόνιμα ευνοούν την πρωιμότητα των μαρουλιών και την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων.

Σε περιπτώσεις καλλιέργειας μαρουλιών σε όξινα εδάφη θα πρέπει να γίνεται προσθήκη ασβεστίου ώστε το pH να φθάσει στα βέλτιστα επίπεδα για την καλλιέργεια μαρουλιού που είναι μεταξύ 6,0-7,0 (Woo et al., 1995).

Εδάφη με ένυδρο ασβέστιο και ασβεστόπετρα θα πρέπει να αποφεύγονται για την καλλιέργεια μαρουλιού και γενικότερα φυτών μικρής καλλιεργητικής περιόδου όπως το μαρούλι. Σε εδάφη με  $\text{pH} > 7,0$  είναι πιθανή η εκδήλωση συμπτωμάτων τροφοπενίας μαγγανίου (Mn). Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να πραγματοποιείται ψεκασμός των φυτών με θειικό μαγγάνιο ( $\text{MnSO}_4$ ).

### **1.4.2 Κλιματικές απαιτήσεις**

Παρόλο που το μαρούλι είναι φυτό που καλλιεργείται σε εύκρατα κλίματα, ορισμένες ποικιλίες μπορούν να καλλιεργηθούν και στις τροπικές περιοχές καθώς και σε περιοχές με υψηλή ένταση φωτός και θερμοκρασία υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία της ρίζας διατηρείται κάτω των 25 °C.

Το μαρούλι μπορεί να προσαρμοστεί αρκετά καλά σε θερμοκηπιακές συνθήκες (όπου και καλλιεργείται σε μεγάλη κλίμακα) ακόμα και στις συνεφιασμένες ημέρες του χειμώνα που η ένταση του ηλιακού φωτός είναι σε χαμηλά επίπεδα. Μεγάλη φωτοπερίοδος (>12 ώρες) είναι ευνοϊκή για το μαρούλι, ενώ σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν τον πρόωρο σχηματισμό ανθικού στελέχους αργά την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι, ιδιαίτερα στις ευαίσθητες ποικιλίες (Woo et al., 1995).

Οι ποικιλίες μαρουλιού μπορεί να ποικίλλουν σημαντικά στον αριθμό των ημερών που απαιτούνται από τη σπορά έως το σχηματισμό ταξιανθίας και την άνθηση (Silva et al., 1999). Οι βέλτιστες θερμοκρασίες ανάπτυξης για το μαρούλι είναι 23 °C κατά τη διάρκεια της ημέρας και 7 °C τη νύχτα για τις ποικιλίες Iceberg και Kismy, ενώ για τις υπόλοιπες ποικιλίες τα όρια διαφέρουν ελάχιστα. Οι τιμές αυτές διαφέρουν και

ανάλογα με την εποχή καλλιέργειας, την ηλικία του φυτού και τη διάρκεια ηλιοφάνειας. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις για τον σχηματισμό καλής και ευμεγέθους κεφαλής απαιτούνται θερμοκρασίες μεταξύ 5,5 και 8 °C. Τα κεφαλωτά μαρούλια όμως για να παράξουν προϊόν καλής ποιότητας έχουν ανάγκη από θερμοκρασίες την νύχτα <12 °C.

Έκθεση των μαρουλιών σε υψηλές θερμοκρασίες αργά κατά την διάρκεια της καλλιεργητικές περιόδου μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση πικρής γεύσης και εγκαυμάτων στα φύλλα του. Γενικότερα, έκθεση της καρδιάς του μαρουλιού σε χαμηλές θερμοκρασίες σχετίζεται με το σχηματισμό πιο πυκνής κεφαλής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί επιμήκυνση των στελεχών και ο σχηματισμός συμπαγών κεφαλών απουσιάζει σε τέτοιες υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (Jager et al., 1996).

Η υγρασία του υποστρώματος ή εδάφους ανάπτυξης του μαρουλιού πρέπει να είναι σε μέτρια επίπεδα ώστε να μην υπάρξει κάποια στέρση νερού αλλά ούτε και να υπάρξει κορεσμός σε υγρασία, με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας προσβολών από παθογόνα. Η ατμοσφαιρική υγρασία όμως θα πρέπει να διατηρείται σε επίπεδα μεταξύ 75-85%. Τιμές σχετικής υγρασίας 60% οδηγούν σε κλείσιμο ενός μεγάλου μέρους των στοματίων των φύλλων με αποτέλεσμα να μειώνεται ο ρυθμός ανάπτυξης λόγω μείωσης της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας (Woo et al., 1995).

Τέλος το μαρούλι ως φυλλώδες λαχανικό ανταποκρίνεται θετικά στην αύξηση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Επίπεδα CO<sub>2</sub> 200 ppm δεν είναι αρκετά για την ικανοποίηση των αναγκών του φυτού. Έχει βρεθεί πως αύξηση της συγκέντρωσης της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub> σε τιμές 900-1800 ppm επιταχύνει σε εντυπωσιακό βαθμό τον ρυθμό ανάπτυξης των φυτών, αυξάνει τις αποδόσεις και προωμίζει την παραγωγή. Ταυτόχρονα, υψηλό ατμοσφαιρικό CO<sub>2</sub> αυξάνει της αποδόσεις έως και 40-100% (με την προϋπόθεση πως οι υπόλοιποι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη είναι σε άριστα επίπεδα) ενώ αυξάνει και την ποσοστιαία αναλογία της ξηρής ουσίας των κεφαλών.

## **1.5 Άρδευση**

Το μαρούλι αποτελεί ένα φυτό που απαιτεί ιδιαίτερα προσεκτικούς χειρισμούς άρδευσης, τόσο στη συχνότητα άρδευσης όσο και στην ποσότητα του παρεχόμενου

νερού καθώς και στην εφαρμογή της άρδευσης κατά τις πρωινές ή μεσημεριανές ώρες. Ποτίσματα αργά το απόγευμα θα πρέπει να αποφεύγονται.

Για την επίτευξη άριστης παραγωγής το μαρούλι απαιτεί σταθερή και πλούσια άρδευση σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Απότομες μεταβολές στην εδαφική υγρασία μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπανόρθωτες ζημιές όπως πίκραση φύλλων και μείωση της παραγωγής, ιδιαίτερα στα αρχικά ή τελευταία στάδια της ανάπτυξης του φυτού (Woo et al., 1995).

Τα τελευταία χρόνια η εφαρμογή του ποτίσματος στο μαρούλι πραγματοποιείται με σύστημα καταιονισμού που έχει αντικαταστήσει το πότισμα με αυλάκια. Στην περίπτωση εδαφοκάλυψης με πλαστικό το πότισμα με καταιονισμό μπορεί να αντικατασταθεί με στάγδην εφαρμογή άρδευσης.

## **1.6 Λίπανση**

Το μαρούλι αποτελεί μία από τις ελάχιστες καλλιέργειες που οι απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά ικανοποιούνται πλήρως με την βασική λίπανση, πράγμα που οφείλεται στο γεγονός πως ο χρόνος καλλιέργειας είναι μικρός (45-50 ημέρες).

Μία ικανοποιητική παραγωγή μαρουλιού αφαιρεί από το έδαφος περίπου 8-10 κιλά αζώτου (N), 3-4 κιλά  $P_2O_5$  και 20-25 κιλά  $K_2O$  ανά στρέμμα. Έτσι ανάλογα με την γονιμότητα του εδάφους οι προστιθέμενες ποσότητες λιπασμάτων ανά στρέμμα κυμαίνονται στα εξής όρια :

- Νιτρική αμμωνία ή ισοδύναμο λίπασμα: 15-35 κιλά
- Τριπλό υπερφωσφορικό (0-48-0): 15-100 κιλά
- Θεϊκό κάλιο (0-0-48): 35-70 κιλά
- Θεϊκό μαγνήσιο ή κισερίτης: 30-110 κιλά

Στην περίπτωση που ενσωματωθούν στο έδαφος 10 τόνοι κοπριάς τότε οι ποσότητες προστιθέμενου φωσφόρου θα πρέπει να μειωθούν έως και 70 κιλά στο στρέμμα ενώ δεν προστίθεται καθόλου κάλιο. Ταυτόχρονα εάν πριν την καλλιέργεια μαρουλιού προηγείται καλλιέργεια ντομάτας τότε δεν είναι αναγκαία η προσθήκη καλίου ενώ εάν προηγείται καλλιέργεια αγγουριού τότε πιθανώς να χρειαστεί η προσθήκη μίας μικρής ποσότητας καλίου.

Σε περίπτωση που προετοιμαστεί σωστά το έδαφος ή το υπόστρωμα καλλιέργειας του μαρουλιού τότε δεν απαιτούνται επιπλέον λιπάνσεις κατά την ανάπτυξη του φυτού. Κατά την περίοδο του χειμώνα που η ένταση του φωτός είναι μικρή τότε μειώνονται οι εφαρμοζόμενες ποσότητες λιπάσματος στο μαρούλι και ιδιαίτερα σε νεαρά φυτάρια που δεν ανέχονται υψηλές ποσότητες αζώτου (Woo et al., 1995).

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε λίπανση με βόριο καθώς αρκετά εύκολα μπορούν να παρατηρηθούν συμπτώματα έλλειψης ή τοξικότητας βορίου σε ποσότητες με μικρή διαφορά από τις απαιτούμενες.

Εφαρμογή λίπανσης κοπριάς κατά την περίοδο αργά στην άνοιξη ή νωρίς το φθινόπωρο (ιδιαίτερα στις θερμές περιοχές) θα πρέπει να γίνεται με προσοχή καθώς μπορεί να προκαλέσει την παραγωγή μη σφιχτών κεφαλών και το σχηματισμό πρόωρου ανθικού στελέχους. Σε εδάφη με υψηλή συγκέντρωση αλάτων θα πρέπει να αποφεύγεται εντελώς η προσθήκη κοπριάς ή να προστίθεται σε μικρές ποσότητες καθώς συμβάλλει στην αύξηση της αλατότητας (Woo et al., 1995).

## **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Γεωργικά υποπροϊόντα σαν μέσα καλλιέργειας μαρουλιού**

---

### **2.1 Γενικά**

Η καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους περιλαμβάνει οποιαδήποτε μέθοδο καλλιέργειας φυτών χωρίς τη χρήση εδάφους ως μέσο στο οποίο θα αναπτυχθεί το φυτό. Αυτός ο σχετικά απλός ορισμός περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα συστημάτων ανάπτυξης φυτών,



το οποίο γενικά περιλαμβάνει την συγκέντρωση των ριζών σε ένα πορώδες μέσο ριζοβολίας γνωστό σαν υπόστρωμα ή μέσο ανάπτυξης.

Για την καλλιέργεια εκτός εδάφους μπορούν να χρησιμοποιηθούν και υλικά τα οποία αντικαθιστούν την ύπαρξη εδάφους. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι οργανικά ή ανόργανα και βοηθούν στην ανάπτυξη και ευημερία των φυτών.

Συγκριτικά με το έδαφος σαν μέσο καλλιέργειας, η καλλιέργεια εκτός εδάφους μπορεί να είναι αρκετά πιο οικονομική οδηγώντας στην επίτευξη υψηλών αποδόσεων με την χρήση μικρότερων εκτάσεων (Rezaei-Nejad and Ismaili, 2014). Ταυτόχρονα δίνει την δυνατότητα να ελέγχεται προσεκτικά η παροχή νερού, αέρα και θρεπτικών συστατικών στις ρίζες των φυτών, αποκλείοντας παράλληλα τη μεταφορά παθογόνων από το έδαφος (Raviv et al., 2002).

## **2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή υλικών**

Η φυτική παραγωγή με αυτό τον τρόπο παρουσιάζει δύο σημαντικές προκλήσεις για την υγιή ανάπτυξη του φυτού, που επηρεάζουν την επιλογή του υλικού υποστρώματος. Αρχικά, σε αντίθεση με ένα κανονικό εδαφικό προφίλ, ένα τέτοιο σύστημα διαθέτει πολύ πιο ρηχά υποστρώματα τα οποία διαποτίζονται γρήγορα κατά την άρδευση. Δεύτερον, ο μικρός όγκος των δοχείων που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια οδηγεί σε περιορισμένη χωρητικότητα αποθήκευσης νερού κατά την άρδευση. Έτσι λοιπόν τα υποστρώματα που θα χρησιμοποιούνται είναι σημαντικό να έχουν μία φυσική δομή ικανή να διατηρήσει μία ευνοϊκή ισορροπία μεταξύ αποθήκευσης αέρα και νερού τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μεταξύ των αρδεύσεων προκειμένου να αποφευχθεί η ασφυξία των ριζών και η υδατική καταπόνηση.

Εκτός από την κατάλληλη φυσική δομή, ένα μέσο ανάπτυξης πρέπει να παρέχει ένα κατάλληλο βιολογικό και χημικό περιβάλλον στο οποίο οι ρίζες των φυτών μπορούν να έχουν πρόσβαση σε θρεπτικά συστατικά. Πρέπει επίσης να πληροί τις πρακτικές και οικονομικές απαιτήσεις του καλλιεργητή. Εν ολίγοις, πρέπει να είναι προσιτό, εύκολο στη λήψη και τη διαχείρισή του.

Κατά την επιλογή νέων υλικών, οι περιβαλλοντικές εκτιμήσεις έχουν γίνει εξίσου σημαντικές με την απόδοση και το οικονομικό κόστος. Σε αυτό το πλαίσιο έχει δοθεί δικαιολογημένη έμφαση στα οργανικά υλικά που προέρχονται από αγροτικές, βιομηχανικές και αστικές ροές αποβλήτων. Η απόρριψη τέτοιων υλικών παρουσιάζει

ήδη περιβαλλοντικό πρόβλημα και η επαναχρησιμοποίησή τους ως καλλιεργητικά μέσα μπορεί να αποτελέσει μία ικανοποιητική λύση.

Συνήθως χρησιμοποιούμενα υλικά παραπροϊόντα ποικίλλουν τόσο τοπικά όσο και παγκοσμίως και μπορεί να είναι οργανικής ή ανόργανης φύσης. Οι παράγοντες με βάση τους οποίους επιλέγεται το κάθε υπόστρωμα μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες: την απόδοση, τα οικονομικά καθώς και τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά.

Ένα αποτελεσματικό μέσο ανάπτυξης πρέπει να αποδίδει καλά σε δύο βασικούς τομείς. Πρώτον, πρέπει να διαθέτει τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες που είναι απαραίτητες για να υποστηρίξει την υγιή ανάπτυξη ριζών. Δεύτερον, πρέπει να πληροί τις πρακτικές απαιτήσεις του συστήματος παραγωγής στο οποίο χρησιμοποιείται.

Τα αποδοτικά μέσα καλλιέργειας πρέπει να έχουν μία φυσική δομή που δημιουργεί την κατάλληλη ισορροπία αέρα και νερού για υγιή ανάπτυξη ριζών. Αυτή η ισορροπία πρέπει να διατηρηθεί σε ολόκληρο τον κύκλο παραγωγής καλλιεργειών, ο οποίος μπορεί να διαρκέσει από αρκετές εβδομάδες έως περισσότερο από ένα χρόνο. Η δομή του υποστρώματος στο οποίο αναπτύσσεται το φυτό καθορίζεται από το μέγεθος, το σχήμα, την υφή και τη φυσική διάταξη των σωματιδίων από τα οποία αποτελείται (Bilderback et al., 2005). Οι μεταβλητές που περιγράφουν αυτήν τη φυσική δομή (π.χ. πυκνότητα όγκου, κατανομή μεγέθους σωματιδίων και χώρος πόρων) έχουν εξεταστεί εκτενώς σε ένα ευρύ φάσμα οργανικών και ανόργανων συστατικών μέσων ανάπτυξης.

Βέβαια σε ορισμένες περιπτώσεις η μελέτη επικεντρώνεται στις υδραυλικές ιδιότητες του υποστρώματος. Αυτές οι ιδιότητες περιγράφουν τον τρόπο απορρόφησης, συγκράτησης και απελευθέρωσης νερού από τα υποστρώματα. Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην ικανότητα ενός μέσου καλλιέργειας να αποθηκεύει νερό ή αλλιώς την «ικανότητα συγκράτησης νερού» (water holding capacity).

Ένα αποτελεσματικό μέσο καλλιέργειας πρέπει επίσης να παρέχει ένα κατάλληλο περιβάλλον για αποτελεσματική παροχή θρεπτικών συστατικών στα φυτά. Οι χημικές ιδιότητες (pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών κ.λπ.) έχουν μετρηθεί σε ένα ευρύ φάσμα καλλιεργητικών μέσων κι έχουν μελετηθεί εκτενώς. Ωστόσο λόγω της

ποικιλομορφίας των αναλυτικών μεθόδων οι βέλτιστες τιμές παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις. Σε αντίθεση με τις φυσικές ιδιότητες, οι χημικές ιδιότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλο βαθμό από τον καλλιεργητή (Silber and Bartal, 2008). Εάν η παροχή θρεπτικών ουσιών είναι χαμηλή, η χρήση προσθέτων αγροχημικών όπως τα λιπάσματα είναι απαραίτητη. Ωστόσο, ορισμένα υλικά διαθέτουν εγγενείς χημικές ιδιότητες που τα καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλα για χρήση ως μέσων ανάπτυξης, γεγονός το οποίο επηρεάζει τόσο το κόστος όσο και τη διαχείρισή τους. Για παράδειγμα, τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά των φυτών τείνουν να είναι διαθέσιμα σε σχετικά στενό εύρος pH μεταξύ 5,0-5,5 (Lucas and Davis, 1961). Ένα υλικό όπως η τύρφη, που φυσικά διαθέτει παρόμοιο εύρος pH, θα παρέχει μια σχετικά βέλτιστη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών με ελάχιστη παρέμβαση. Αντίθετα, τα λιπασματοποιημένα υλικά, μπορεί να περιέχουν υψηλά επίπεδα διαλυτών αλάτων τα οποία δημιουργούν την ανάγκη για περαιτέρω επεμβάσεις για διαμόρφωση των χαρακτηριστικών του υποστρώματος στα βέλτιστα επίπεδα.

Οι βιολογικές ιδιότητες αποτελούν σημαντικό παράγοντα για τα οργανικά υλικά, καθώς μπορούν να έχουν μεγάλες επιπτώσεις στην αύξηση της μέσης απόδοσης (Alsanius and Wohanka, 2009). Αυτές οι επιπτώσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικούς τομείς: ζιζάνια, βιολογική σταθερότητα και ακινητοποίηση ή «μείωση» θρεπτικών συστατικών.

Αρχικά, είναι απαραίτητο το καλλιεργητικό μέσο να είναι απαλλαγμένο από οργανισμούς που ενδέχεται να βλάψουν την ανάπτυξη των φυτών ή την υγεία του ανθρώπου, όπως παράσιτα φυτών καθώς και σπόρους ζιζανίων. Δεύτερον, τα οργανικά υλικά υπόκεινται σε μεταβολές ως προς την αποσύνθεσή τους και μπορούν να προκληθούν ανεπιθύμητες φυσικές αλλαγές στο υπόστρωμα ανάπτυξης που θα προκύψει (Jackson et al., 2009). Για παράδειγμα, τα οργανικά μέσα ενδέχεται να συρρικνωθούν οδηγώντας σε μειωμένη ικανότητα συγκράτησης αέρα και υπερβολική κατακράτηση νερού. Αυτές οι αλλαγές στις ιδιότητες του υποστρώματος κατά τη διάρκεια της παραγωγής φυτών αναφέρονται γενικά ως «αστάθεια».

Τρίτον, καθώς τα μικρόβια αποσυνθέτουν ενώσεις άνθρακα σε οργανικό υλικό, καταναλώνουν διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά. Αυτή η μικροβιακή πρόσληψη αζώτου και σε πολύ μικρότερο βαθμό φωσφορικού άλατος μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την

απόδοση των φυτών λόγω τροφοπενιών εάν δεν αντιμετωπιστεί κατάλληλα (Handreck, 1993).

## **2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των υλικών**

### **2.3.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες**

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της φυτικής καλλιέργειας προσελκύουν σημαντικό ενδιαφέρον. Οι προτιμήσεις των καταναλωτών αλλάζουν υπέρ των βιώσιμων χαρακτηριστικών παραγωγής, όπως τα προϊόντα τοπικής προέλευσης (Behe et al., 2013) και βιοαποικοδομήσιμες συσκευασίες (Nambuthiri et al., 2015).

Παρόλο που έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος τα τελευταία 10 χρόνια για την καλύτερη κατανόηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των διαφόρων μέσων ανάπτυξης που αναπτύσσονται, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλά κενά στην γνώση.

### **2.3.2 Οικονομικοί παράγοντες**

Η απόδοση ενός συστήματος καλλιέργειας εκτός εδάφους πρέπει να ισορροπεί έναντι του κόστους του. Αυτό περιλαμβάνει το κόστος αγοράς του υλικού ανά μονάδα όγκου, το κόστος μεταφοράς και το κόστος οποιασδήποτε δευτερεύουσας επεξεργασίας που απαιτείται για την αποτελεσματική χρήση του (Lu et al., 2006).

Το κόστος αγοράς ενός υλικού είναι δυναμικό και καθορίζεται από δύο παράγοντες: την προσφορά (δηλαδή διαθεσιμότητα) και τη ζήτηση (δηλαδή ανταγωνισμός από άλλους χρήστες). Η δευτερογενής επεξεργασία αναφέρεται στην επένδυση που απαιτείται μετά την αρχική αγορά της πρώτης ύλης, για την παραγωγή ενός εμπορεύσιμου, σταθερού μέσου ανάπτυξης. Ο βαθμός της δευτερεύουσας επεξεργασίας που εφαρμόζεται μπορεί να διαφέρει πολύ από την απλή προσθήκη λιπάσματος, την ταξινόμηση ή την άλεση έως την ολοκλήρωση του μετασχηματισμού του αρχικού υλικού μέσω κομποστοποίησης ή πυρόλυσης. Γενικά, όσο περισσότερες τροποποιήσεις απαιτούνται τόσο υψηλότερο είναι το σχετικό κόστος. Το δευτερογενές κόστος επεκτείνεται επίσης στη νομοθεσία που διέπει τη χρήση νέων υλικών σε εμπορικά διαθέσιμα μέσα ανάπτυξης. Τα υλικά που κατηγοριοποιούνται ως απόβλητα υπόκεινται συχνά σε ένα σύνθετο πλαίσιο κανονισμών που μπορεί να ποικίλει σε περιφερειακό, εθνικό και διεθνές επίπεδο. Αυτό μπορεί να καταστήσει την επαναχρησιμοποίησή τους ως καινοτόμων αναπτυσσόμενων μέσων απαγορευτικά δαπανηρή.

Τα οικονομικά ζητήματα είναι απολύτως ζωτικής σημασίας για την επιλογή πρώτων υλών ως υποστρωμάτων ανάπτυξης. Ανεξάρτητα από την απόδοσή του, ένα νέο υλικό είναι απίθανο να εξεταστεί εάν η χρήση του σημαίνει μια μη βιώσιμη αύξηση του κόστους του τελικού προϊόντος (Barett et al., 2016).

## **2.4 Υποπροϊόντα**

Τα ανόργανα μέσα καλλιέργειας μπορούν να παρασκευαστούν τόσο από ανόργανα (π.χ. περλίτη, rockwool κ.λπ.) όσο και από οργανικά συστατικά, με τα τελευταία να αποτελούν το επίκεντρο της έρευνας. Αυτό οφείλεται στο γενικό χαμηλό κόστος και την ευρεία διαθεσιμότητα. Επιπλέον, σε σχετικούς όρους, τα οργανικά υλικά είναι ανανεώσιμα και ευκολότερα στη διάθεσή τους καθιστώντας τα μια πιο περιβαλλοντικά βιώσιμη επιλογή. Προς το παρόν λίγα οργανικά υλικά κυριαρχούν στα συστήματα καλλιέργεια εκτός εδάφους παγκοσμίως, αυτά είναι κυρίως υλικά τύρφης, κοκοφοίνικα, ξύλου και λιπασματοποίησης (Papadopoulos et al., 2008).

### **2.4.1 Τύρφη**

Ο όρος «τύρφη» περιλαμβάνει πολλούς διαφορετικούς τύπους φυτικών υλικών που έχουν αποσυντεθεί εν μέρει υπό αναερόβιες συνθήκες, αποτελώντας ένα ιδανικό συστατικό για καλλιέργειες εκτός εδάφους.

Η τύρφη είναι φτωχή σε θρεπτικά συστατικά, αλλά μπορεί να προσροφήσει και να απελευθερώσει αποτελεσματικά τα θρεπτικά συστατικά που προστίθενται σε μορφή λιπάσματος για τον λόγο αυτό εξάλλου εκτός από υπόστρωμα χρησιμοποιείται και σαν λίπασμα στην καλλιέργεια λαχανικών (Maher et al., 2008). Τα χαρακτηριστικά της τύρφης είναι εξαιρετικά, με τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες να είναι ιδανικές για την ανάπτυξη των φυτών (Krucker et al., 2010). Αυτές οι ιδιότητες μπορούν να ποικίλουν ευρέως ανάλογα με τις συνθήκες υπό τις οποίες παράγεται η τύρφη. Για παράδειγμα, οι νεότερες ή λιγότερο αποσυντιθέμενες τύρφες τείνουν να έχουν υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού από τις παλαιότερες και περισσότερο αποσυντιθέμενες εναποθέσεις, με την εγγενή μεταβλητότητα να δίνει τη δυνατότητα ενός εύελικτου υλικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα κηπευτικών καλλιεργειών.

Η τύρφη απαιτεί επίσης σχετικά λίγη επεξεργασία ή λίγες πρόσθετες εισροές για να προσφέρει μια αποτελεσματική απόδοση, ελαχιστοποιώντας έτσι το δευτερογενές

κόστος επεξεργασίας. Αυτοί οι παράγοντες, σε συνδυασμό με τη χαμηλή πυκνότητα (που το καθιστά ελαφρύ και σχετικά οικονομικά αποδοτικό για τη μεταφορά του υλικό), δηλώνουν πως η τύρφη είναι μια οικονομικά αποτελεσματική συνιστώσα των καλλιεργητικών μέσων ανάπτυξης. Λόγω των χαρακτηριστικών της τύρφης και της περιβαλλοντικής της βιωσιμότητας, κατέχει την πρώτη θέση στην επιλογή αποτελώντας ένα υπόστρωμα με ιδιαίτερα ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά ως προς τα υπόλοιπα υποστρώματα.

Υπάρχουν εκτεταμένα αποθέματα τύρφης στο βόρειο ημισφαίριο, καθιστώντας το εύκολα διαθέσιμο και σχετικά φθηνό υλικό. Κατά συνέπεια, έχει γίνει το υλικό επιλογής σε όλα τα συστήματα παραγωγής φυτών.

Η τύρφη χρησιμοποιείται και στα φυτοχώματα αλλά και σαν λίπασμα στην καλλιέργεια των λαχανικών. Η περιεκτικότητά της στα φυτοχώματα κυμαίνεται στο 1/3-2/3 του συνολικού όγκου. Λόγω των ιδιοτήτων της χρησιμοποιείται επίσης και σαν εδαφοβελτιωτικό, δηλαδή για την βελτίωση των χαρακτηριστικών του εδάφους.

Ωστόσο σε ορισμένες περιπτώσεις η τύρφη αποτελεί υλικό με αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον κυρίως λόγω του τρόπου εξαγωγής της που απελευθερώνει μεγάλα ποσά άνθρακα επιδεινώνοντας την κλιματική αλλαγή (Cleary et al., 2005).

#### **2.4.2 Ίνες ξύλου**

Ο όρος «ίνες ξύλου» χρησιμοποιείται για να ορίσει μία σειρά από υλικά που παράγονται από πρωτογενές ξύλο (π.χ. ίνες πεύκου) όσο και από απορρίμματα ξύλου (π.χ. τεμαχισμένο ξύλο).

Τα υλικά από ίνες ξύλου χρησιμοποιούνται ευρύτερα σαν εμπορικά μέσα ανάπτυξης καλλιεργειών σε αρκετά λαχανικά π.χ. στην περίπτωση μεταφύτευσης σπορόφυτων. Παράγονται χρησιμοποιώντας μία σειρά από δευτερεύουσες μεθόδους επεξεργασίας. Συνήθως, φρέσκα τσιπς ξύλου, απαλλαγμένα από μαλακό ξύλο, όπως ερυθρελάτη (*Picea* spp.) ή πεύκο (*Pinus* spp.), εξωθούνται μέσω ενός μικρού ανοίγματος. Το περιβάλλον υψηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας που δημιουργείται, αλλάζει τη δομή τους και δημιουργεί ένα πιο σταθερό δευτερεύων προϊόν (Domeno et al., 2010).

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά του, το υπόστρωμα από ίνες ξύλου χαρακτηρίζεται από υψηλή συνολική ικανότητα πορώδους και συγκράτησης αέρα. Σπάνια χρησιμοποιείται ως αυτόνομο μέσο καθώς έχει την τάση να συμπίεζει το φυτό.

Αντίθετα, χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση των φυσικών ιδιοτήτων άλλων συστατικών υλικών (π.χ. μείωση της πυκνότητας, αύξηση της αεροχωρητικότητας και βελτίωση της ικανότητας εκ νέου διαβροχής) (Domeno et al., 2010).

Όσον αφορά το οικονομικό του κόστος, οι επεξεργασμένες ίνες ξύλου απαιτούν ένα αρχικά υψηλό επίπεδο επενδύσεων για την απόκτηση των μηχανημάτων που απαιτούνται για την κατασκευή. Ωστόσο το κόστος του τελικού προϊόντος είναι παρόμοιο με εκείνο της τύρφης.

### ➤ **Ίνες πεύκου**

Στην ΝΑ Ευρώπη, τις ΝΑ ΗΠΑ, την Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία αρκετά συχνά χρησιμοποιούνται και ίνες ξύλου σαν υπόστρωμα καλλιέργειας φυτών. Οι ίνες ξύλου παρασκευάζονται κατά κύριο λόγο από το μαλακό ξύλο του πεύκου.

Γενικότερα οι ίνες πεύκου έχουν αρκετά καλά χαρακτηριστικά για την καλλιέργεια φυτών. Αρχικά οι ίνες ξύλου πεύκου έχουν υψηλή ικανότητα συγκράτησης αέρα και συνήθως (αν και όχι πάντα) αναμιγνύονται με άλλα συστατικά όπως η τύρφη για τη βελτίωση της ικανότητας συγκράτησης νερού.

Ο φλοιός πεύκου, σαν μέσο καλλιέργειας φυτών, προέρχεται από τη ροή απορριμμάτων της βιομηχανίας ξυλείας, ενώ γενικότερα οι ίνες ξύλου μπορούν να παραχθούν και από άλλα είδη φυτών όπως το αγριόπευκο και το έλατο (Maher et al., 2008).

Όπως με το κοκοφοίνικα, ο φλοιός πεύκου δεν παράγεται ειδικά για χρήση σαν καλλιεργητικό μέσο και τείνει να έχει καλύτερες φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες. Προκειμένου να πληρούν τις απαιτήσεις απόδοσης των καλλιεργητών, οι κατασκευαστές καλλιεργητικών μέσων ανάπτυξης φυτών πραγματοποιούν συνήθως και δευτερεύουσα επεξεργασία του υλικού που αρκετά συχνά είναι η γήρανση ή κομποστοποίηση του υλικού. Η δευτερεύουσα επεξεργασία περιλαμβάνει την αποθήκευση του υλικού για αρκετούς μήνες έπειτα από την παραγωγή ώστε να προαχθεί η βιολογική του σταθερότητα και να απομακρυνθούν φυτοτοξικά πτητικά συστατικά όπως τα τερπένια. Ακόμα σαν δευτερεύουσα επεξεργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί και κομποστοποίηση του υλικού.

Παρόλο που οι ίνες ξύλου, κυρίως πεύκου που αποτελεί το κατεξοχήν υλικό, αποτελούν ένα σημαντικό υλικό παρασκευής υποστρωμάτων, το αυξανόμενο

ενδιαφέρον για την παραγωγή ενέργειας από ξυλώδη βιομάζα αντί για ορυκτά καύσιμα έχει αυξήσει τον ανταγωνισμό και ως εκ τούτου το κόστος του συγκεκριμένου υλικού (Bilderback et al., 2013). Ως αποτέλεσμα, ο φλοιός πεύκου έχει μεταβληθεί από ένα υλικό χαμηλής αξίας σε ένα υλικό υψηλής αξίας, με αποτέλεσμα τα αυξημένο κόστος να μην το καθιστά ιδανικό για χρήση σαν υπόστρωμα.

#### **2.4.3 Ίνες καρύδας**

Οι ίνες καρύδας ή κοκοφοίνικας αποτελούν ένα απόβλητο της βιομηχανίας παραγωγής καρύδας που αποτελείται από σκόνη και ίνες καρύδας. Οι γενικές φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του κοκοφοίνικα έχουν αναθεωρηθεί ευρέως και, όπως και η τύρφη, παρέχει μια ευνοϊκή ισορροπία αέρα και νερού στις ρίζες των φυτών. Σε αντίθεση με την τύρφη, η οποία μόλις στεγνώσει μπορεί να είναι δύσκολο να υγρανθεί και πάλι, ο κοκοφοίνικας διαθέτει υψηλή ικανότητα επαναδιαβροχής. Ως εκ τούτου έχει χρησιμοποιηθεί σαν αντικαταστάτης της τύρφης σε αρκετούς τομείς της γεωργίας, από την παραγωγή φρούτων έως και την ανθοκομία (Schmilewski, 2008).

Ως απόβλητο προϊόν, που δεν παράγεται ειδικά για κηπευτικές εφαρμογές, ενδέχεται να μην υφίσταται πάντα επεξεργασία και χειρισμό με τρόπους που το καθιστούν πιο κατάλληλο για χρήση ως καλλιεργητικό μέσο. Ως αποτέλεσμα, οι φυσικές, χημικές και βιολογικές του ιδιότητες μπορούν να ποικίλουν ευρέως. Επιπλέον ο κοκοφοίνικας που προέρχεται από παράκτιες περιοχές ή υπόκεινται σε έκπλυση με αλατούχο νερό (κατά την πρωτογενή επεξεργασία) μπορεί να απελευθερώσει υψηλές ποσότητες νατρίου και καλίου κατά την χρήση του με αποτέλεσμα την εμφάνιση φυτοτοξικότητας στα φυτά. Κατά συνέπεια, εκτός από μια περίοδο γήρανσης για τη σταθεροποίηση του υλικού απαιτούνται αρκετές πλύσεις σε γλυκό νερό και μια «ρυθμιστική» επεξεργασία (στην οποία προστίθεται νιτρικό ασβέστιο στο υλικό για την αντικατάσταση επιβλαβών συγκεντρώσεων νατρίου και καλίου) πριν να είναι κατάλληλο για χρήση ως μέσο καλλιέργειας. Αυτή η δευτερεύουσα επεξεργασία αυξάνει το κόστος παραγωγής του υλικού σημαντικά (Poulter, 2011).

Ταυτόχρονα η μεταφορά του υλικού αυξάνει το κόστος του προϊόντος. Η εμπορική παραγωγή καρύδας περιορίζεται γεωγραφικά στις τροπικές ζώνες, με το 90% του υλικού να προέρχεται από τις Φιλιππίνες, την Ινδία, την Ινδονησία και την Σρι



Λάνκα. Ενώ η αφυδάτωση και η συμπίεση του υλικού μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του κόστους μεταφοράς σε μεγάλες αποστάσεις, το κόστος μεταφοράς εξακολουθεί να είναι σημαντικό. Ταυτόχρονα από περιβαλλοντικής άποψης, η μεταφορά του υλικού από τις περιοχές αυτές επιβαρύνει το περιβάλλον με αποτέλεσμα να καθίσταται ως υποδεέστερο υλικό συγκριτικά με άλλα υλικά.

#### **2.4.4 Κομπόστ**

Η κομπόστα ή αλλιώς τα κομποστοποιημένα οργανικά απόβλητα αποτελούν μία κατηγορία καλλιεργητικών μέσων με αυξανόμενο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Τα κομπόστ είναι μια αρχικά ελκυστική προοπτική επειδή έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικά υλικά και θρεπτικά συστατικά. Υπάρχει επίσης ένα ισχυρό περιβαλλοντικό κίνητρο, καθώς η λιπασματοποίηση επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση πολλών αποβλήτων υλικών που διαφορετικά θα κατέληγαν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτέφρωσης (Ravin, 2011).

Η διαδικασία κομποστοποίησης ποικίλλει ευρέως, όμως σε γενικές γραμμές στο κομπόστ εφαρμόζονται τεχνικές μακράς θερμοφιλικής και αερόβιας διαδικασίας σταθεροποίησης. Στην Ευρώπη, τα λιπασματοποιημένα πράσινα απόβλητα (Composted Green Waste; CGW), που συνήθως αναφέρονται επίσης ως λιπασματοποιημένα πράσινα υλικά ή λιπασματοποιημένα πράσινα απόβλητα, είναι το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο κομπόστ σαν μέσο καλλιέργειας.

Τα χαρακτηριστικά των διαφόρων κομπόστ διαφέρουν αρκετά λόγω του μεγάλου αριθμού χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών, των διαφορετικών μεθοδολογιών κομποστοποίησης και των πολλών διαφορετικών προσεγγίσεων για την παρασκευή ενός ώριμου και σταθερού κομπόστ. Μία από τις συχνότερες προκλήσεις είναι η υψηλή πυκνότητα και το κόστος μεταφοράς του, η βιολογική αστάθεια, η φυτοτοξικότητα καθώς και το υψηλό pH και η υψηλή αλατότητα.

Από περιβαλλοντικής άποψης τα σημαντικότερα προβλήματα αφορούν τη μόλυνση του νερού μέσω της ροής των αποβλήτων (κυρίως από ζιζανιοκτόνα) καθώς και ανθρώπινα παθογόνα.

Διάφορα πρωτόκολλα έχουν αναπτυχθεί ανεξάρτητα από πολλές διαφορετικές χώρες για να δοκιμάσουν και να βελτιώσουν τον έλεγχο της διαδικασίας κομποστοποίησης και να παράγουν ασφαλή υλικά με καλή απόδοση και σταθερά χαρακτηριστικά.

Ωστόσο η διαδικασία της κομποστοποίησης διαφέρει με αποτέλεσμα να εντοπίζονται κομπόστ με αρκετά διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Ταυτόχρονα, παρόλο που τα κομπόστ μπορεί να πληρούν πολλά από τα οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια για ένα αποτελεσματικό μέσο καλλιέργειας, η απόδοσή τους εξακολουθεί να μην είναι αυτή ενός γενικά αποδεκτού προτύπου για εμπορική καλλιέργεια φυτών.

#### **2.4.4.1 Κομπόστ υποπροϊόντων ελαιοτριβείου**

Ο βιομηχανικός τομέας ελαιόλαδου παράγει μεγάλες ποσότητες στερεών και υγρών αποβλήτων και υποπροϊόντων σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα μεταξύ Νοεμβρίου-Φεβρουαρίου. Η συσσώρευση και λανθασμένη απόρριψη αυτών των αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα.

Σε αρκετές περιπτώσεις τα υλικά αυτά υπόκεινται σε επεξεργασία ή επαναχρησιμοποιούνται ώστε να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους, δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα ταυτόχρονης ανάκτησης ορισμένων από τα κύρια συστατικά τους (π.χ. οργανική ύλη κ.α.).

Μία τέτοια χρήση των υποπροϊόντων ελαιοτριβείων είναι η κομποστοποίησή τους και χρήση τους σαν υποστρώματα καλλιέργειών. Η κομποστοποίηση των υποπροϊόντων ελαιοτριβείων βελτιώνει την ποιότητα του εδάφους και μειώνει ή βοηθά στην αποφυγή ορισμένων ανεπιθύμητων καταστάσεων όπως η ζημιά στο έδαφος από την συσσώρευση συστατικών σε ένα σημείο (π.χ. φαινολικά).

Η διαδικασία κομποστοποίησης των υπολειμμάτων ελαιοτριβείων διαρκεί για περίπου 26 εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης της διαδικασίας, το pH αυξάνεται σταδιακά έως και την 2<sup>η</sup> εβδομάδα λόγω της αποικοδόμησης των οξέων και την απελευθέρωσης αμμωνίας. Ταυτόχρονα η περιεκτικότητα σε λιπαρά, υδατοδιαλυτό οργανικό άνθρακα και φαινόλες μειώνονται, ενώ το κομπόστ απαλλάσσεται από τα τοξικά συστατικά και η περιεκτικότητα σε οργανική ύλη (κυρίως λιγνίνη) αυξάνεται.

Το λαμβανόμενο κομπόστ από την επεξεργασία των υποπροϊόντων ελαιοτριβείων δε διαθέτει την φυτοτοξικότητα του αρχικού προϊόντος ενώ διαθέτει σημαντική περιεκτικότητα σε κάλιο, οργανικό άζωτο και μέτρια περιεκτικότητα σε μικροθρεπτικά συστατικά.

Το κομπόστ έπειτα από την επεξεργασία των υποπροϊόντων ελαιοτριβείου μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την οργανική τροποποίηση των εδαφών καθώς και σαν υπόστρωμα καλλιεργειών με υψηλή ανθεκτικότητα ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές συνθήκες.

#### **2.4.4.2 Κομπόστ υποπροϊόντων οινοποιείου-αποσταγματοποιείου**

##### **➤ Κομπόστ υποπροϊόντων οινοποιείου**

Τα απόβλητα του οινοποιείου περιλαμβάνουν τις οινολάσπες καθώς και τα πιεσμένα στέμφυλα έπειτα από εξαγωγή του χυμού από αυτά κατά την διαδικασία της πίεσης. Τα απόβλητα αυτά περιλαμβάνουν τα υπολείμματα του φλοιού των καρπών, των σπόρων και των μίσχων του σταφυλιού και αντιπροσωπεύουν περίπου το 25% του συνολικού βάρους του σταφυλιού που χρησιμοποιείται στη διαδικασία οινοποίησης (Oliveira and Duarte, 2016)

Στα απόβλητα οινοποιείου, ο πυρήνας αντιπροσωπεύει το 15–25% των συνολικών επεξεργασμένων σταφυλιών (πυκνότητα 400-800 Kg/m<sup>3</sup>) ανάλογα με την ποικιλία και τη διαδικασία. Η υγρασία μετά τη συμπίεση είναι περίπου 20-30% β/β και το υλικό χαρακτηρίζεται από αναλογία C/N που κυμαίνεται από 40 έως 45:1, pH που κυμαίνεται από 3 έως 6, χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και υψηλή περιεκτικότητα οργανικής ύλης. Ταυτόχρονα εντοπίζονται και σημαντικές ποσότητες μακρο- και μικροθρετικών (Oliveira and Duarte, 2016).

Τα προϊόντα που παράγονται από την λιπασματοποίηση των υποπροϊόντων οινοποίησης εκτός του ότι διαθέτουν σημαντικές ιδιότητες για χρήση σαν υποστρώματα καλλιέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν βελτιωτικά εδάφους υποστηρίζοντας την κυκλική οικονομία.

##### **➤ Κομπόστ υποπροϊόντων αποσταγματοποιείου**

Τα κομπόστ που δημιουργούνται από υποπροϊόντα αποσταγματοποιείου έχουν γενικά τις κατάλληλες φυσικές ιδιότητες εντός ενός βέλτιστου εύρους για τα φυτά. Αναλυτικότερα τα υποστρώματα παρουσιάζουν υψηλή χωρητικότητα αέρα πιθανώς λόγω του μεγάλου ποσοστού σωματιδίων με μέγεθος  $1 > \text{mm}$ , ιδιαίτερα τα υποστρώματα που αποτελούνται από 100% υποπροϊόντα αποσταγματοποιείου και δεν έχουν αναμειχθεί με άλλα. Η υψηλή χωρητικότητα αέρα σημαίνει πως θα πρέπει να εφαρμόζεται νερό συχνότερα και σε μικρές ποσότητες για ικανοποιητική άρδευση

καθώς μπορεί πολύ εύκολα να εκπλυθεί. Ταυτόχρονα οι τιμές της πυκνότητας είναι παρόμοιες με τα υπόλοιπα κομπόστ, ελαφρώς υψηλότερες όμως από το υπόστρωμα τύρφης (Bustamante et al., 2008).

Με αυτό τον τρόπο η κομποστοποίηση αποβλήτων αποστακτηρίων μπορεί να αποτελέσει μία ακατάλληλη μέθοδο ανακύκλωσης και μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτών των υπολειμμάτων. Επιπλέον λόγω των φυσικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των συγκεκριμένων κομπόστ (pH και αλατότητα) τα κομπόστ από απόβλητα αποσταγματοποιείου μπορούν να θεωρηθούν σαν σημαντικά μερικά υποκατάστατα για την παραγωγή φυτών (Bustamante et al., 2008).

#### **2.4.4.3 Κομπόστα υποπροϊόντων βαμβακιού**

Το βαμβάκι αποτελεί μία σημαντική γεωργική και βιομηχανική καλλιέργειας στην Ελλάδα, καλύπτοντας 230.000 εκτάσεις με συνολική απόδοση 600.000 μεγατόνων παγκοσμίως. Ταυτόχρονα παράγονται περίπου 50.000-60.000 μεγατόνοι υποπροϊόντων ετησίως, μερικά από τα οποία έχουν δυνητική αξία για τη γεωργική εκμετάλλευση.

Σε αρκετές περιοχές καλλιέργειας βαμβακιού τα απόβλητα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λιπασμάτων και υλικών βελτίωσης του εδάφους, καθώς και υλικών για ζωοτροφές και καύσιμα.

Η χρήση των αποβλήτων βαμβακιού σαν υπόστρωμα καλλιέργειας έρχεται να δώσει λύση στην ανάγκη για μείωση της εξάρτησης της βιομηχανίας δημιουργίας υποστρωμάτων καλλιέργειας από την τύρφη.

Εκατομμύρια τόνοι βαμβακιού παράγονται ετησίως και στα εκκοκκιστήρια το 4-15% του συνολικού βάρους παραγωγής είναι υποπροϊόντα αποτελούμενα από θραύσματα καρπών, φύλλων καθώς και τα ινώδη και ξυλώδη μέρη του φυτού.

Τα υποπροϊόντα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή κομπόστ που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υπόστρωμα καλλιέργειας φυτών. Λόγω του γεγονότος πως η διαθεσιμότητα των προϊόντων αυτών είναι άμεση από τα εκκοκκιστήρια, σημαίνει πως το κομπόστ μπορεί να παραχθεί σε μεγάλες ποσότητες παρέχοντας έτσι μία εναλλακτική πηγή αξιόλογου εισοδήματος καθώς και τη μείωση της πίεσης στο τοπικό περιβάλλον λόγω της συσσώρευσης αποβλήτων.

Το λίπασμα που παράγεται από εκκοκκιστήρια βαμβακιού είναι ένα μέσο πλούσιο σε οργανική ύλη και απαλλαγμένο από βαρέα μέταλλα και μολυσματικούς παράγοντες. Έχει υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού και κατιόντων και υψηλό πορώδες, ενώ το οργανικό N των αποβλήτων βαμβακιού διατηρείται στο τελικό προϊόν της διαδικασίας κομποστοποίησης και απελευθερώνεται αργά στο περιβάλλον μετά την ωρίμανση, βοηθώντας στη στήριξη και ανάπτυξη των φυτών. Ταυτόχρονα έχει διαπιστωθεί πως το κομπόστ από υποπροϊόντα βαμβακιού διαθέτει κατασταλτικά αποτελέσματα απέναντι στα παθογόνα *Rhizoctonia solani* και *Botritis cinerea* όμως εμφανίζει το πρόβλημα του υψηλού pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας, πράγμα που το καθιστά τοξικό για χρήση σαν υπόστρωμα φυτών, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται σε υψηλές αναλογίες στο μέσο ανάπτυξης (Tsatiris et al., 1998).

#### **2.4.4.4 Κομπόστα φλοιών ρυζιού**

Ένα υπόστρωμα για την καλλιέργεια φυτών είναι και η κομπόστα από φλοιούς ρυζιού. Το παραπροϊόν αυτό λαμβάνεται από την βιομηχανία επεξεργασίας ρυζιού και αποτελεί το εξωτερικό προστατευτικό κάλυμμα του σπόρου ρυζιού.

Τα χημικά, φυσικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά του υλικού αυτού έχουν αξιολογηθεί σε αρκετές μελέτες. Σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος είναι παρόμοια με αυτά του περλίτη και βερμικουλίτη. Πειραματικά δεδομένα έδειξαν πως αντικατάσταση του περλίτη από κομπόστ φλοιού ρυζιού μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις χωρίς να επηρεάσει την ποιότητα του τελικού προϊόντος (Tsatiris et al., 1998).

## **2.5 Επίδραση υποπροϊόντων στην ανάπτυξη μαρουλιού**

Τα διαφορετικά υποπροϊόντα που χρησιμοποιούνται σαν υποστρώματα διαθέτουν και διαφορετικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών που αναπτύσσονται σε αυτά με διαφορετικό τρόπο.

Η ανάπτυξη του μαρουλιού σε υπόστρωμα υποπροϊόντων αποσταγματοποιείου οδήγησε σε ανάπτυξη των φυτών κανονικά χωρίς να την παρεμποδίζει. Σε γενικές γραμμές η χρήση κομπόστ υποπροϊόντων αποσταγματοποιείου οδήγησε σε αύξηση του ξηρού και φρέσκου βάρους και της εναέριας βιομάζας του μαρουλιού σε σχέση με άλλα υποστρώματα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην μεγάλη εισροή θρεπτικών συστατικών που παρέχονται από το κομπόστ, ειδικά N και P. Σχετικά με την

ανάπτυξη μαρουλιού τα κομπόστ από υποπροϊόντα αποσταγματοποιείου δείχνουν σημαντικά θετικά αποτελέσματα στην προσαρμογή και ανάπτυξη του σε σύγκριση με τα υποστρώματα τύρφης. Ταυτόχρονα η υψηλή παραγωγικότητα των μαρουλιών που αναπτύχθηκαν σε αυτό το υπόστρωμα οφείλεται και στην υψηλή βλαστικότητα των σπόρων που επιτεύχθηκε στο υπόστρωμα αυτό, λόγω αύξησης της ταχύτητας φυτρώματος καθώς και της βελτίωσης της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων (Bustamante et al., 2008).

Πειραματικά δεδομένα ανάπτυξης μαρουλιού σε διαφορετικά υποστρώματα έδειξαν πως η χαμηλότερη βλάστηση των σπόρων που παρατηρείται στα υποστρώματα με βάση το καθαρό κομπόστ θα μπορούσε να οφείλεται στην υψηλή αλατότητα που παρατηρείται σε αυτά τα μέσα, που αναφέρεται από αρκετούς μελετητές (Bustamante et al., 2008).

Η ανάπτυξη του μαρουλιού σε επεξεργασμένα υπολείμματα ελαιολιβερίου έδειξε αρκετά θετικά αποτελέσματα. Αναλυτικότερα η κομπόστα υπολειμμάτων ελαιολιβερίου λόγω της αργής αποικοδόμησης της οργανικής ουσίας οδήγησε σε αυξημένο pH του υποστρώματος (επιθυμητό για την καλλιέργεια μαρουλιού) καθώς και σε μείωση του περιεχόμενου σε C/N όπως και φαινολικών ουσιών. Τα επεξεργασμένα υπολείμματα περιέχουν σημαντική ποσότητα καλίου και οργανικού αζώτου, ιδιαίτερα σημαντικά θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη του μαρουλιού όμως είναι ιδιαίτερα χαμηλή σε φώσφορο και μικροθρεπτικά. Αυτό οδηγεί σε καλύτερη ανάπτυξη των μαρουλιών καθιστώντας το έτσι ένα ιδανικό υπόστρωμα. Επομένως η κομποστοποίηση των αποβλήτων αποστακτηρίων μπορεί να αποτελέσει μία καλή μέθοδο ανακύκλωσης των υπολειμμάτων για την παραγωγή κομπόστ και υποστρώματος καλλιέργειας για μαρούλια, ενώ λόγω των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τους μπορούν να θεωρηθούν ιδιαίτερα σημαντικά υποκατάστατα άλλων λιπασμάτων και υποστρωμάτων καλλιέργειας κατάλληλα για την ανάπτυξη του μαρουλιού αλλά κι άλλων λαχανικών (Albuquerque et al., 2006).

Καλλιέργεια μαρουλιού σε υπόστρωμα κομπόστ από απόβλητα βαμβακιού οδήγησε σε θετικά αποτελέσματα. Σε πειράματα που έγιναν, το ύψος του φυτού και ο αριθμός των φύλλων αυξάνεται με αύξηση της περιεκτικότητας του υποστρώματος σε βαμβάκι συγκριτικά με άλλα υποστρώματα. Το φρέσκο και ξηρό βάρος μαρουλιού είναι υψηλότερο όταν το μέσο ανάπτυξης περιέχει κομπόστ υποπροϊόντος βαμβακιού

(100: 0-60: 40 κομπόστ: έδαφος v / v) σε σύγκριση είτε με τύρφη είτε με υποστρώματα με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε κομπόστ βαμβακιού (Khah et al., 2012).

Έτσι λοιπόν τα απόβλητα βαμβακιού μπορούν όχι μόνο να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή υποστρωμάτων αλλά προσφέρουν και σημαντικά πλεονεκτήματα στην καλλιέργεια μαρουλιού συγκριτικά με υποστρώματα από άλλα υλικά (Khah et al., 2012).

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Υλικά και μέθοδοι

---

### 3.1 Υλικά

Για το παρόν πείραμα καλλιεργήθηκαν οι ποικιλίες μαρουλιού Starfighter (τύπος Batavia) και ποικιλία Kismy (τύπος Romaine) που αναπτύχθηκαν σε ατομικές γλάστρες χωρητικότητας 2 λίτρων.



Εικόνα 3.1 : Τα καλλιεργούμενα μαρούλια πριν την μεταφύτευση

Όλα τα είδη μαρουλιού καλλιεργήθηκαν στα εξής υποστρώματα με τις εξής αναλογίες :

- Τύρφη (100%)
- τριμμένος φλοιός φυσιτικών: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v)
- τριμμένος φλοιός φουντουκιού: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v),
- υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v)
- λιγνίτης: τύρφη (σε αναλογίες 1:1 και 1:3, v/v).

Το υπόστρωμα βαμβακιού που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από παραπροϊόντα της διαδικασίας εκκοκκισμού που λήφθηκε από εκκοκκιστήρια στην περιοχή της Θήβας και Καρδίτσας.





Εικόνα 3.1.1: Μαρούλια της ποικιλίας Kismy που καλλιεργούνται σε υπόστρωμα τύρφης



Εικόνα 3.1.2: Μαρούλια της ποικιλίας Starfighter

### 3.2 Μέθοδοι

Στην καλλιέργεια του μαρουλιού Kismy εφαρμοζόταν λίπανση με 300 ppm λιπάσματος 20-20-20. Παράλληλα εφαρμοζόταν άρδευση ανά γλάστρα έπειτα από την διαδικασία της μεταφύτευσης στις 9/2/2018 έως τις 29/3/2018 όπου κι συγκομίστηκε.

Ημερομηνία (2018)	Ποσότητα αρδευτικού νερού ανά γλάστρα (ml)
2-Φεβ	150
6-Φεβ	150
13-Φεβ	150
20-Φεβ	150
27-Φεβ	150
5-Μαρ	150
8-Μαρ	150
12-Μαρ	150
15-Μαρ	150
17-Μαρ	150

19-Μαρ	150
21-Μαρ	150
24-Μαρ	150
26-Μαρ	150
Σύνολο	2100

Πίνακας 3.2 : Αρδευτικό σχήμα ποικιλίας Kismy



Εικόνα 3.2: Οι ομάδες των καλλιεργούμενων μαρουλιών ανά τύπο υποστρώματος

Στις καλλιέργειες του μαρουλιού Starfighter εφαρμοζόταν λίπανση με 300 ppm διαλύματος 20-20-20. Παράλληλα εφαρμοζόταν άρδευση ανά γλάστρα έπειτα από την διαδικασία της μεταφύτευσης στις 15/11 έως τις 10/1/2018 όπου πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή των μαρουλιών.

Το αρδευτικό σχήμα είναι το εξής :

Ημερομηνία (2017)	Ποσότητα αρδευτικού νερού ανά γλάστρα (ml)
15-Νοε	300
19-Νοε	150
24-Νοε	150
3-Δεκ	150
7-Δεκ	150
11-Δεκ	150
14-Δεκ	150
18-Δεκ	150
22-Δεκ	150

26-Δεκ	150
31-Δεκ	150
4-Ιαν	150
8-Ιαν	150
12-Ιαν	150
16-Ιαν	150
19-Ιαν	150
23-Ιαν	150
Σύνολο	2700

Πίνακας 3.2.α: Αρδευτικό σχήμα ποικιλίας Starfighter

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της τεχνολογικής ωριμότητας των μαρουλιών της κάθε ποικιλίας. Τα φυτά της ποικιλίας Starfighter συγκομίστηκαν στις 10/1/18 ενώ τα φυτά της ποικιλίας Kismy συγκομίστηκαν στις 29/3/18.

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε με εκρίζωση των φυτών. Έπειτα το υπέργειο τμήμα διαχωρίστηκε από τις ρίζες. Οι ρίζες τοποθετήθηκαν σε ηθμό και καθαρίστηκαν με νερό. Στη συνέχεια μετρήθηκε το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος σε αναλυτικό ζυγό.

#### ➤ Μέτρηση ξηρού βάρους φύλλων και ριζών

Το νωπό φυτικό υλικό από τις ρίζες και τα φύλλα, τοποθετήθηκε σε χάρτινες σακούλες σε φούρνο στους 70 °C μέχρι τη μη περαιτέρω απώλεια βάρους (τυπικά, για 2-3 μέρες) προκειμένου να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών σε νερό.

#### ➤ Μέτρηση χρώματος

Η μέτρηση χρώματος πραγματοποιήθηκε ως εξής. Χρησιμοποιήθηκε φορητό τριχρωματικό χρωματόμετρο (Minolta CR-400 New Jersey, USA) που δίνει 3 παραμέτρους μέτρησης του φωτός  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  που αποτελούν καλές προσεγγίσεις των τιμών  $x$ ,  $y$ ,  $z$  του διεθνούς CIE. Η παράμετρος  $L^*$  μετρά την φωτεινότητα σε μια κλίμακα από 0 (μαύρο) ως 100 (λευκό), η  $a^*$  δηλώνει πράσινο χρώμα όταν έχει αρνητικές τιμές και κόκκινο για θετικές τιμές, ενώ η  $b^*$  όταν έχει αρνητικές τιμές υποδηλώνει μπλε χρώμα ενώ με θετικές τιμές εκφράζεται το κίτρινο.

Σε κάθε φυτό έγιναν 3 μετρήσεις σε τρία διαφορετικά πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα. Οι μετρήσεις γίνονταν προς το άνω δεξί άκρο του φύλλου έτσι ώστε η δέσμη φωτός

να μην πέφτει στο κεντρικό νεύρο του φύλλου. Οι μετρήσεις γίνονταν αφού προηγούνταν η βαθμονόμηση του οργάνου με άσπρη πλάκα.

Το χρωματικό μοντέλο CIE Lab ή  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  παρουσιάστηκε από την CIE το 1976. Πρόκειται για ένα ομοιόμορφο οπτικά χρωματικό χώρο (uniform color space) ο οποίος προσομοιάζει καλύτερα από όλα τα χρωματικά συστήματα ή μοντέλα στην ανθρώπινη αντίληψη των χρωματικών διαφορών. Το κάθε χρώμα περιγράφεται από 3 κανάλια ή συντεταγμένες ή παράγοντες όπως και στον χρωματικό χώρο RGB. Στο CIE Lab χρωματικό μοντέλο ή σύστημα οι χρωματικές συντεταγμένες ή χρωματικοί παράγοντες ονομάζονται  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ , (γι' αυτό και η ονομασία) και απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Ο παράγοντας  $L^*$  (Lightness) αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό) ενώ οι παράγοντες  $a^*$  και  $b^*$  την πληροφορία χρώματος χωρίς να υπάρχουν για αυτά κάποια αριθμητικά όρια. Θετικές τιμές του  $a^*$  αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου. Αρνητικές τιμές του  $a^*$  αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του πράσινου. Θετικές τιμές του  $b^*$  αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου. Αρνητικές τιμές  $b^*$  αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του μπλε.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Αποτελέσματα & συζήτηση

### 4.1 Αποτελέσματα

Πίνακας 4.1: Μετρήσεις χλωροφύλλης για τις ποικιλίες Kismy και Starfighter για τα διαφορετικά υποστρώματα

	Starfighter	Kismy
Λιγνίτης: τύρφη (1:3)	37,6 αΔ	38,0 αB
Φυστίκι: Τύρφη (1:1)	52,0 αA	38,5 βB
Φυστίκι: Τύρφη (1:3)	47,8 αB	37,5 βB
Τύρφη	44,3 αΓ	37,2 βB
Λιγνίτης: τύρφη (1:1)	49,2 αB	41,4 βA
Βαμβάκι (K): Τύρφη (1:3)	32,9α	34,4α
Βαμβάκι (K): Τύρφη (1:1)	35,8α	33,2β
Βαμβάκι: Τύρφη (1:3)	30,3β	38,5α
Βαμβάκι: Τύρφη (1:1)	32,7β	36,3α
Φουντούκι: Τύρφη (1:1)	40,0α	34,7β
Φουντούκι: Τύρφη (1:3)	36,0α	36,7β

Οι μέσοι της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από μικρά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Student *t*-test ( $p=0.05$ ), ενώ αυτοί της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από κεφαλαία γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ ).

Για τα υποστρώματα Βαμβάκι (K): Τύρφη (1:3), Βαμβάκι (K): Τύρφη (1:1), Βαμβάκι: Τύρφη (1:3), Βαμβάκι: Τύρφη (1:1), Φουντούκι: Τύρφη (1:1), Φουντούκι: Τύρφη (1:3) η ποικιλία Starfighter παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές χλωροφύλλης από τα υποστρώματα Λιγνίτης: τύρφη (1:3), Φυστίκι: Τύρφη (1:1), Φυστίκι: Τύρφη (1:3), Τύρφη, Λιγνίτης: τύρφη (1:1) με σημαντική στατιστική διαφορά.

Για τα υποστρώματα Λιγνίτης: τύρφη (1:3), Φυστίκι: Τύρφη (1:1), Φυστίκι: Τύρφη (1:3), Τύρφη, Λιγνίτης: τύρφη (1:1) η ποικιλία Kismy παρουσιάζει σημαντικότερες υψηλότερες τιμές χλωροφύλλης από την ποικιλία Βαμβάκι (K): Τύρφη (1:3), Βαμβάκι (K): Τύρφη (1:1), Βαμβάκι: Τύρφη (1:3), Βαμβάκι: Τύρφη (1:1), Φουντούκι: Τύρφη (1:1) και Φουντούκι: Τύρφη (1:3).

#### Ποικιλία Starfighter

Πίνακας 4.2 : Μετρήσεις χρώματος στο μαρούλι της ποικιλίας Starfighter

	L	a	b
ΦΥΣΤΙΚΙ: ΤΥΡΦΗ 1:1	42,8δ	-13,7γ	17,6γ
ΦΥΣΤΙΚΙ: ΤΥΡΦΗ 1:3	42,3δ	-13,7γ	17,7γ
ΦΟΥΝΤΟΥΚΙ: ΤΥΡΦΗ 1:1	43,9γ	-14,5β	18,8β
ΦΟΥΝΤΟΥΚΙ: ΤΥΡΦΗ 1:3	42,4δε	-13,8γ	17,9γ
ΛΙΓΝΙΤΗΣ: ΤΥΡΦΗ 1:1	41,2στ	-12,8δ	16,4ε
ΛΙΓΝΙΤΗΣ: ΤΥΡΦΗ 1:3	42,7δ	-12,0ε	17,5γδ
ΒΑΜΒΑΚΙ (Θ): ΤΥΡΦΗ 1:1	44,4βγ	-14,5β	19,0β
ΒΑΜΒΑΚΙ (Θ): ΤΥΡΦΗ 1:3	45,6β	-14,4β	19,2β
ΒΑΜΒΑΚΙ (Κ): ΤΥΡΦΗ 1:1	53,4α	-19,2α	32,5α
ΒΑΜΒΑΚΙ (Κ): ΤΥΡΦΗ 1:3	53,0α	-19,7α	32,8α
ΤΥΡΦΗ	41,8ε	-13,1δ	17,1δ

Οι μέσοι της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ )

Για την ποικιλία Starfighter παρατηρούμε πως για τη μέτρηση L η στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε για τις μεταχειρίσεις Βαμβάκι (Κ): Τύρφη για τις δυο αναλογίες που μελετήθηκαν (1:1 και 1:3), ενώ η χαμηλότερη τιμή σημειώθηκε στη μεταχείριση Λιγνίτης:Τύρφη (1:1).

Πίνακας 4.3 : Νωπό βάρος των φύλλων και ριζών (g/φυτό) και αναλογία ριζών :φύλλων του μαρουλιού Starfighter

Υπόστρωμα	Φύλλα	Ρίζες	Ρίζες : φύλλα
Φυστίκι: τύρφη (1:1)	123.3±16.5 bc	4.5±1.0 e	0.037±0.011 f
Φυστίκι: τύρφη (1:3)	124.5±12.8 bc	4.5±1.0 e	0.038±0.010 f
Φουντούκι: τύρφη (1:1)	119.9±14.9 c	5.5±1.1 cd	0.046±0.010 d
Φουντούκι: τύρφη (1:3)	130.7±15.3 b	5.3±1.4 d	0.040±0.007 ef
Λιγνίτης: τύρφη (1:1)	100.4±14.4 e	4.6±0.9 e	0.045±0.011 d
Λιγνίτης: τύρφη (1:3)	114.8±11.2 d	6.8±1.3 b	0.059±0.019 c
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:1)	121.7±19.1 c	5.8±1.4 c	0.047±0.007 d
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:3)	142.2±22.6 a	6.8±1.8 b	0.047±0.015 d
Βαμβάκι 2: τύρφη (1:1)	121.2±16.2 c	9.2±1.2 a	0.078±0.018 a

Βαμβάκι 2: τύρφη (1:3)	143.6±18.9 a	9.3±1.7 a	0.069±0.024 b
Τύρφη	126.8±19.6 b	5.3±1.2 d	0.043±0.014 de

Οι μέσοι της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ ) Σαν βαμβάκι 1 ονομάζουμε το υπόστρωμα βαμβακιού από την Καρδίτσα και σαν βαμβάκι 2 ονομάζουμε το υπόστρωμα βαμβακιού από την Θήβα.

Για την ποικιλία Starfighter για την μέτρηση του ξηρού βάρους ριζών παρατηρούμε πως η μεγαλύτερη στατιστική διαφορά παρατηρείται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1) όπου παρατηρούνται οι χαμηλότερες τιμές, για το νωπό βάρος ριζών παρατηρούνται οι στατιστικά σημαντικότερες διαφορές για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1), Φυστίκι: τύρφη (1:3) και Φυστίκι: τύρφη (1:1) όπου παρατηρούνται οι χαμηλότερες τιμές ενώ για το νωπό βάρος ρίζες:φύλλα οι στατιστικά σημαντικότερες διαφορές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Φουντούκι: τύρφη (1:3), Φυστίκι: τύρφη (1:3) και Φυστίκι: τύρφη (1:1) όπου παρατηρούνται οι χαμηλότερες τιμές

Πίνακας 4.4 : Νωπό βάρος φύλλων και ριζών (g/φυτό) και ρίζες : αναλογία φύλλων μαρουλιού Kismy

Υπόστρωμα	Φύλλα	Ρίζες	Ρίζες : φύλλα
Φυστίκι: τύρφη (1:1)	167.7±18.4 bc	16.3±1.9 a	0.10±0.02 b
Φυστίκι: τύρφη (1:3)	182.3±12.7 a	14.4±2.8 c	0.08±0.02 e
Φουντούκι: τύρφη (1:1)	156.0±10.8 d	13.9±2.3 d	0.09±0.02 c
Φουντούκι: τύρφη (1:3)	171.8±13.3 b	10.8±1.9 f	0.064±0.013 g
Λιγνίτης: τύρφη (1:1)	117.7±11.1 g	8.7±1.1 h	0.075±0.015 f
Λιγνίτης: τύρφη (1:3)	133.5±18.2 f	11.5±2.7 e	0.086±0.017 d
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:1)	156.2±19.1 d	14.4±3.3 c	0.092±0.017 c
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:3)	142.7±12.1 e	15.6±3.0 b	0.108±0.015 a
Βαμβάκι 2: τύρφη	180.1±17.5 a	13.7±2.5 d	0.079±0.013 e



(1:1)			
Βαμβάκι 2: τύρφη (1:1) (1:3)	180.0±13.6 a	14.7±3.7 c	0.081±0.016 e
Τύρφη	165.1±13.5 c	9.9±1.8 g	0.060±0.008 g

*Οι μέσοι της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ )*

Στην ποικιλία Kismy για το νωπό βάρος φύλλων οι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1) ενώ οι στατιστικά σημαντικές υψηλότερες τιμές παρατηρούνται για τα υποστρώματα Φυστίκι: τύρφη (1:3), Βαμβάκι 2: τύρφη (1:1) και Βαμβάκι 2: τύρφη (1:1). Για το νωπό βάρος ριζών οι σημαντικά χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1) ενώ οι στατιστικά σημαντικές υψηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Φυστίκι: τύρφη (1:1). Για Την αναλογία του βάρους ριζών: φύλλων οι στατιστικά σημαντικές χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για τα υποστρώματα Φουντούκι: τύρφη (1:3) και Τύρφη ενώ οι στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές παρατηρούνται για τα υποστρώματα Φυστίκι: τύρφη (1:1) και Βαμβάκι 1: τύρφη (1:3).

Πίνακας 4.5: Ξηρό βάρος φύλλων και ριζών (%) του μαρουλιού Starfighter

Υπόστρωμα	Φύλλα	Ρίζες
Φυστίκι: τύρφη (1:1)	4.3±0.1 c	10.6±0.5 b
Φυστίκι: τύρφη (1:3)	3.3±0.5 e	10.8±0.6 b
Φουντούκι: τύρφη (1:1)	3.5±0.1 e	7.1±0.1 f
Φουντούκι: τύρφη (1:3)	3.0±0.3 f	7.3±0.4 f
Λιγνίτης: τύρφη (1:1)	4.5±0.5 b	12.3±0.6 a
Λιγνίτης: τύρφη (1:3)	4.9±0.6 a	10.2±0.6 c
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:1)	4.0±0.6 d	8.6±0.7 e
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:3)	3.9±0.8 d	9.1±0.6 d
Βαμβάκι 2: τύρφη (1:1)	4.3±0.9 c	9.9±0.6 c
Βαμβάκι 2: τύρφη (1:3)	2.8±0.6 f	8.8±0.5 e
Τύρφη	3.3±0.9 e	9.9±0.3 c

Οι μέσοι της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ )

Όσον αφορά το ξηρό βάρος της ποικιλίας Starfighter παρατηρούμε πως για το ξηρό βάρος φύλλων οι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:3) ενώ οι στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:3). Για το ξηρό βάρος ριζών παρατηρούμε πως οι στατιστικά χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για τα υποστρώματα Βαμβάκι 1: τύρφη (1:1) και Βαμβάκι 2: τύρφη (1:3) ενώ οι στατιστικά υψηλότερες τιμές παρατηρούνται για τα υποστρώματα Βαμβάκι 1: τύρφη (1:1) και Βαμβάκι 2: τύρφη (1:3).

Πίνακας 4.6 : Ξηρό βάρος φύλων κι ριζών (%) της ποικιλίας Kismy

Υπόστρωμα	Φύλλα	Ρίζες
Φυστίκι: τύρφη (1:1)	6.5±1.3 d	10.2±1.5 b
Φυστίκι: τύρφη (1:3)	7.1±1.1 c	12.9 ±1.6a
Φουντούκι: τύρφη (1:1)	7.2±1.3 c	9.0±0.4 d
Φουντούκι: τύρφη (1:3)	6.6±0.9 d	9.5±0.4 c
Λιγνίτης: τύρφη (1:1)	8.5±1.4 a	6.8±1.6 f
Λιγνίτης: τύρφη (1:3)	8.1±1.5 b	8.8±0.2 d
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:1)	7.8±1.6 b	7.8±1.1 e
Βαμβάκι 1: τύρφη (1:3)	7.1±0.8 c	9.1±0.8 d
Βαμβάκι 2: τύρφη (1:1)	6.3±0.6 e	8.9±1.3 d
Βαμβάκι 2: τύρφη (1:3)	6.4±0.4 de	8.1±0.8 e
Τύρφη	6.4±0.9 de	9.7±0.4 c

Οι μέσοι της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από διαφορετικά μικρά γράμματα διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά με βάση το κριτήριο του Duncan ( $p=0.05$ )

Σχετικά με το ξηρό βάρος της ποικιλίας Starfighter παρατηρούμε πως για το ξηρό βάρος φύλλων οι στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1) ενώ για το ξηρό βάρος ριζών οι στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη

(1:1) ενώ οι στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές παρατηρούνται για το υπόστρωμα Φυστίκι: τύρφη (1:3).

## Συζήτηση

Όσον αφορά το νωπό βάρος του μαρουλιού Starfighter παρατηρούμε πως για το υπόστρωμα που περιείχε υποπροϊόντα εκκοκκισμού του βαμβακιού και τύρφη σε αναλογία 1:3 εμφανίζονται τα καλύτερα αποτελέσματα ανεξαρτήτως της περιοχής προέλευσης του υλικού.

Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα αυτό με το υλικό να προέρχεται από την Θήβα παρουσίασαν υψηλότερο βάρος ριζών αλλά και αναλογία βάρους ριζών: βάρος φύλλων ανεξαρτήτως της σύνθεσης του υποστρώματος. Παρατηρούμε πως η τύρφη προσδίδει σημαντικά θετικά οφέλη για τα φυτά όπως φανερώνουν κι έρευνες όπου με αντικατάσταση του 50% της τύρφης του υποστρώματος από άλλο υλικό στα χρυσάνθεμα οδηγεί σε μείωση του μήκους βλαστού και μείωση του ξηρού βάρους βλαστού (Parafotiou & Vagena, 2012).

Ομοίως για την περίπτωση του μαρουλιού Kismy, τα υποπροϊόντα βαμβακιού που προέρχονταν από την Θήβα όπως και το υπόστρωμα των φυστικών : τύρφης (1:3, v/v) παρουσίασαν υψηλότερο βάρος νωπών φύλλων, με το φρέσκο βάρος ρίζας να είναι υψηλότερο για το υπόστρωμα φυστίκι: τύρφη (1:1, v/v).

Σχετικά με την αναλογία βάρους ρίζας: βάρους φύλλων, παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές για το υπόστρωμα φυστικών: τύρφης (1:1, v/v) και βαμβακιού από το υπόστρωμα Καρδίτσας (1) : τύρφη (1:3, v/v). Το ξηρό βάρος των φύλλων ήταν πιο υψηλό για το υπόστρωμα λιγνίτης: τύρφη (1:1 και 1:3, v/v) για το μαρούλι Starfighter και Kismy, αντίστοιχα, ενώ το ξηρό βάρος ρίζας ήταν το υψηλότερο για τα υποστρώματα λιγνίτης: τύρφη (1:1, v/v) και φυστίκι: τύρφη (1:3, v/v) για τα μαρούλια Starfighter και Kismy, αντίστοιχα.

Τα οργανικά μέσα καλλιέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντικά καθώς μπορούν να σχετίζονται με αύξηση της διαθεσιμότητας σε P, Fe, Mn και B με όλα τα οφέλη για την ανάπτυξη του φυτού (Parafotiou et al., 2001). Έτσι λοιπόν οι διαφορές μεταξύ των φυτών που καλλιεργήθηκαν στα διαφορετικά υποστρώματα πιθανώς να οφείλεται στη διαφορετική διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών και νερού στα

υποστρώματα επηρεάζοντας κατά συνέπεια τα χαρακτηριστικά των φυτών που αναπτύσσονται στα υποστρώματα αυτά.

Το ξηρό βάρος του φυτού περιλαμβάνει το βάρος των φυτών έπειτα από αφαίρεση του προσροφημένου σε αυτά νερού. Παρατηρούμε πως το νωπό βάρος των φύλλων και ριζών είναι υψηλότερο για το υπόστρωμα Φυστίκι: τύρφη (1:1) και η αναλογία ρίζες: φύλλα μεγαλύτερη για το υπόστρωμα Βαμβάκι 1: τύρφη (1:1) που υποδηλώνει μεγαλύτερη ανάπτυξη των ριζών συγκριτικά με τα φύλλα. Αυτό πιθανώς οφείλεται στο γεγονός πως το υπόστρωμα αυτό έχει καλύτερες ιδιότητες συγκράτησης νερού σε σύγκριση με τα υπόλοιπα υποστρώματα και κατά συνέπεια αυξάνει την διαθεσιμότητα νερού στο φυτό και στους ιστούς του (παρόλο που η άρδευση ήταν σταθερή σε όλα τα υποστρώματα) ενώ αυτή η διαφορά στο βάρος μπορεί να οφείλεται και στην καλύτερη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών από τα υποστρώματα.

Παρατηρώντας το ξηρό βάρος των φυτών βλέπουμε πως οι μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους φύλλων εντοπίζονται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1) και οι υψηλότερες τιμές βάρους ριζών εντοπίζονται για το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1)

Μελετώντας τις τιμές του ξηρού και νωπού βάρους των φυτών που καλλιεργήθηκαν στο υπόστρωμα Βαμβάκι 2: τύρφη (1:3) παρατηρούμε πως η μεγάλη διαφορά μεταξύ του νωπού και ξηρού βάρους οφείλεται στο νερό που είχε συγκρατήσει το μαρούλι. Η διαφορά αυτή υποδηλώνει πως το υπόστρωμα διαθέτει πολύ καλές ιδιότητες συγκράτησης νερού με αποτέλεσμα να οδηγεί σε μεγαλύτερη απορρόφησή του από τα φυτά.

Ταυτόχρονα για υποστρώματα που περιέχουν τύρφη παρατηρούμε πως παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες τιμές στο ξηρό βάρος ριζών και φύλλων για υποστρώματα που περιέχουν τύρφη με υποστρώματα που έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε τύρφη να παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές. Όσον αφορά το νωπό βάρος ριζών:φύλλων όμως βλέπουμε πως ο συνδυασμός του υποστρώματος τύρφης με φυστίκι με υψηλότερη αναλογία τύρφης οδηγεί σε χαμηλότερες τιμές τους και κατά συνέπεια σε αυξημένες τιμές νωπού βάρους ριζών, πράγμα που σημαίνει πως προάγεται η ανάπτυξη του υπόγειου μέρους των φυτών.

Αυτό πιθανώς οφείλεται στο γεγονός πως το υπόστρωμα αυτό δεν διαθέτει μικρότερες ικανότητες συγκράτησης νερού συγκριτικά με τα υπόλοιπα

υποστρώματα ενώ παράλληλα έχει και αυξημένη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών συγκριτικά με τα υπόλοιπα υποστρώματα, που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών. Ένα ακόμα αίτιο του παραπάνω φαινομένου είναι πως τα υποστρώματα από ανόργανα υλικά (λιγνίτης, τύρφη) παρέχουν καλύτερη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών τα οποία σε οργανικά υποστρώματα μπορεί να μην είναι διαθέσιμα λόγω παρεμπόδισης της κίνησής τους.

Σχετικά με το ξηρό βάρος των φυτών παρατηρούμε πως οι υψηλότερες τιμές ξηρού βάρους παρατηρούνται για τα υποστρώματα που περιέχουν και πάλι τύρφη ενώ τα υποστρώματα που περιέχουν βαμβάκι και τύρφη οδηγούν σε χαμηλότερες τιμές ξηρού βάρους ριζών, προάγοντας την ανάπτυξη του υπέργειου μέρους του φυτού για την ποικιλία Kismy. Για την ποικιλία Starfighter παρατηρείται πως για το υπόστρωμα που περιέχει Λιγνίτη:τύρφη (1:1) έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα ως προς το συνολικό ξηρό βάρος του φυτού υποδηλώνοντας πως το συγκεκριμένο υπόστρωμα είναι το βέλτιστο για την ανάπτυξη του μαρουλιού της συγκεκριμένης ποικιλίας.

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Barcelos et al., (2016) που στις μελέτες έδειξαν πως τα φυτά που καλλιεργούνται σε τύρφη είχαν μεγαλύτερη ξηρό βάρος βλαστού και μεγαλύτερη απόδοση (νωπό βάρος) από φυτά που καλλιεργούνται σε άλλα υποστρώματα. Έτσι η ύπαρξη τύρφης είναι υπεύθυνη για το γεγονός πως τα λάχανα που καλλιεργούνταν σε υποστρώματα που την περιείχαν εμφανίζουν υψηλότερα αποτελέσματα τόσο ως προς ξηρό βάρος όσο και ως προς νωπό βάρος.

Το χρώμα των φυτών οφείλεται στην περιεκτικότητά τους σε χλωροφύλλη και αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την αποδοχή των φυτικών προϊόντων από τους καταναλωτές επειδή το πράσινο χρώμα σχετίζεται με την ποιότητα των φρέσκων βρώσιμων λαχανικών (Catunescu et al., 2012). Έτσι λοιπόν η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη προσδιορίστηκε στα φυτά που αναπτύσσονταν στα διαφορετικά υποστρώματα. Σχετικά με το χρώμα των φύλλων και την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη παρατηρούμε πως τα φυτά που καλλιεργούνται σε υποστρώματα τύρφης και υποστρώματα που περιέχουν τύρφη εμφάνιζαν πιο έντονο χρωματισμό και παρουσίαζαν υψηλότερες ενδείξεις μέτρησης χλωροφύλλης συγκριτικά με φυτά που καλλιεργούνταν σε υποστρώματα που δεν περιείχαν τύρφη ενώ παράλληλα το υπόστρωμα που περιείχε 100% τύρφη εμφανίζει τα καλύτερα αποτελέσματα

χρωματισμού και περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη. Στις μετρήσεις μας φαίνεται πως τα υποστρώματα που περιέχουν τύρφη οδηγούν σε καλύτερες τιμές χλωροφύλλης συγκριτικά με υποστρώματα που δεν περιέχουν χλωροφύλλη.

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Barcelos et al., (2016) οι οποίοι στις μελέτες τους κατέληξαν στο αποτέλεσμα πως τα φυτά που καλλιεργούνται σε τύρφη ήταν πιο πράσινα και είχαν υψηλότερες ενδείξεις χλωροφύλλης από αυτά που καλλιεργούνταν σε άλλα υποστρώματα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην αποτελεσματικότερη απορρόφηση και αφομοίωση N από το υπόστρωμα, το οποίο αποτελεί συστατικό της χλωροφύλλης στους φυτικούς ιστούς. Ταυτόχρονα το γεγονός πως τα ανόργανα υποστρώματα παρουσιάζουν καλύτερες τιμές ως προς την παρουσία χλωροφύλλης και τον χρωματισμό των φύλλων συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Tejaga and Gonzalez, (2006) που απέδωσαν αυτό το φαινόμενο στο γεγονός πως τα ανόργανα υποστρώματα οδηγούν σε αύξηση της φωτοσύνθεσης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα οδηγώντας σε αύξηση τις χρωστικές των φύλλων.

Έτσι λοιπόν παρατηρούμε πως ανάλογα το υπόστρωμα και την ποικιλία παρατηρούνται διαφορές ως προς την ανάπτυξη των φυτών. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν πως και οι δύο ποικιλίες μπορούν να καλλιεργηθούν με επιτυχία σε υποστρώματα με το βέλτιστο υπόστρωμα για την ανάπτυξη της ποικιλίας Starfighter να είναι το υπόστρωμα Λιγνίτης: τύρφη (1:1) που είναι επίσης και το βέλτιστο υπόστρωμα για την ανάπτυξη της ποικιλίας Kismy επίσης. Όμως και τα υποστρώματα που περιέχουν βαμβάκι:τύρφη σε αναλογίες 1:3 και 1:1 αντίστοιχα. Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε πως τα υπολείμματα του επικοκκισμού του βαμβακιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία για την καλλιέργεια ποικιλιών μαρουλιού.

## **Συμπεράσματα**

Η παραγωγή λαχανικών με την καλλιέργεια σε εμπορικά υποστρώματα αποτελεί μία ιδιαίτερα ανταγωνιστική βιομηχανία. Η γρήγορη και ταχεία ανάπτυξη των φυτών είναι ζωτικής σημασίας για την κερδοφορία και την υψηλή παραγωγή. Επομένως η επιλογή των κατάλληλων καλλιεργητικών μέσων είναι κρίσιμη.

Τα καλλιεργητικά μέσα που χρησιμοποιούνται αποτελούν συχνά μείγμα από δύο ή περισσότερα υλικά ενώ πιο σπάνια αποτελούνται από ένα συστατικό. Τα κοινά καλλιεργητικά υποστρώματα αποτελούνται από χώμα, τύρφη και άμμο (σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αντικατασταθεί από περλίτη ή βερμικουλίτη) σε διαφορετική αναλογία ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων φυτών. Ωστόσο, τα προαναφερθέντα υλικά μπορεί να αντικατασταθούν πλήρως ή εν μέρει με διάφορα οργανικά απόβλητα όπως στην περίπτωσή μας από υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού.

Η αντικατάσταση του εδαφικού διαλύματος από υποστρώματα κατασκευασμένα από υποπροϊόντα της γεωργίας αποτελεί μία σύγχρονη προσέγγιση στην αξιοποίηση των υπολειμμάτων στα πλαίσια της αειφόρου γεωργίας και θα μπορούσε να μειώσει ορισμένα περιβαλλοντικά ζητήματα όπως για παράδειγμα η βλάβη του οικοσυστήματος που προκαλείται από την εξόρυξη τύρφης, περλίτη και βερμικουλίτη. Ταυτόχρονα μπορεί να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα και για τους καλλιεργητές αλλά και παραγωγούς των προϊόντων αυτών.

Για να χρησιμοποιηθούν όμως αυτά τα εναλλακτικά υλικά είναι απαραίτητο να έχουν μία κατάλληλη φυσική δομή και να δημιουργούν ένα κατάλληλο βιολογικό και χημικό περιβάλλον για το φυτό προάγοντας την ταχεία και βέλτιστη ανάπτυξή τους,

Σε αρκετές περιπτώσεις η χρήση τέτοιου είδους υποστρωμάτων μπορεί να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο για το καλλιεργούμενο φυτό αλλά και για τις μονάδες παραγωγής υποπροϊόντων καθώς τόσο η χρήση τους στις καλλιέργειες μπορεί να οδηγήσει στην επίτευξη υψηλών αποδόσεων και κατά συνέπεια στην επίτευξη ενός μεγαλύτερου κέρδους για τον παραγωγό, όσο και η αξιοποίησή τους μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της προστιθέμενης αξίας στην καλλιέργεια βαμβακιού ενώ ταυτόχρονα θα ελαχιστοποιηθεί η περιβαλλοντική επιβάρυνση σε σχέση με την περίπτωση όπου δεν θα μπορούσε να αξιοποιηθεί αλλιώς και θα απορριπτόταν.

Συμπερασματικά, στα πλαίσια της αειφόρου γεωργίας σαν υποστρώματα για την καλλιέργεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν υποπροϊόντα της γεωργικής βιομηχανίας όπως στην συγκεκριμένη περίπτωση τα υποπροϊόντα εκκοκκισμού βαμβακιού τα οποία συνήθως απορρίπτονται προσφέροντας πολλαπλά οφέλη τόσο για τους παραγωγούς του υποπροϊόντος όσο και για τους παραγωγούς που το χρησιμοποιούν στις καλλιέργειές τους.

## Βιβλιογραφία

- Πετρόπουλος, Σ. 2014. Γενική λαχανοκομία & υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών. *Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Σελίδες, 711*, 147-159.
- Alburquerque, J.A., González, J., García, D. and Cegarra, J., 2006. Composting of a solid olive-mill by-product (“alperujo”) and the potential of the resulting compost for cultivating pepper under commercial conditions. *Waste Management*, 26(6), pp.620-626.
- Alsanius, B.W. and Wohanka, W., 2007, September. Prospects for biological characterization and evaluation of growing media. In *International Symposium on Growing Media 2007 819* (pp. 99-110).
- Barcelos, C., Machado, R.M., Alves Pereira, I., Ferreira, R. and Bryla, D.R., 2016. Effects of substrate type on plant growth and nitrogen and nitrate concentration in spinach.
- Barrett, G.E., Alexander, P.D., Robinson, J.S. and Bragg, N.C., 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems—A review. *Scientia horticulturae*, 212, pp.220-234.
- Behe, B.K., Campbell, B.L., Hall, C.R., Khachatryan, H., Dennis, J.H. and Yue, C., 2013. Consumer preferences for local and sustainable plant production characteristics. *HortScience*, 48(2), pp.200-208.
- Bilderback, T.E., Warren, S.L., Owen, J.S. and Albano, J.P., 2005. Healthy substrates need physicals too!. *HortTechnology*, 15(4), pp.747-751.
- Bilderback, T.E., Riley, E.D., Jackson, B.E., Kraus, H.T., Fonteno, W.C., Owen Jr, J.S., Altland, J. and Fain, G.B., 2013. Strategies for developing sustainable substrates in nursery crop production. *Acta Horti*, 1013, pp.43-56.
- Bustamante, M.A., Paredes, C., Moral, R., Agulló, E., Pérez-Murcia, M.D. and Abad, M., 2008. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(5), pp.792-799.
- G. Catunescu, M. Tofana, M.C. Muresan, F. Ranga, A. David, M. Mutean 2012. The effect of cold storage on some quality characteristics of minimally processed parsley (*Petroselinum crispum*), dill (*Anethum graveolens*) and lovage (*Levisticum officinale* Bull. *UASVM Agric.*, 69 (2), pp. 213-221
- Cleary, J., Roulet, N.T. and Moore, T.R., 2005. Greenhouse gas emissions from Canadian peat extraction, 1990–2000: A life-cycle analysis. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(6), pp.456-461.
- Domeno, I., Irigoyen, I. and Muro, J., 2010. New wood fibre substrates characterization and evaluation in hydroponic tomato culture. *European Journal of Horticultural Science*, 75(2), p.89.



- Handreck, K.A., 1993. Use of the nitrogen drawdown index to predict fertilizer nitrogen requirements in soilless potting media. *Communications in soil science and plant analysis*, 24(17-18), pp.2137-2151.
- Jackson, B.E., Wright, R.D. and Seiler, J.R., 2009. Changes in chemical and physical properties of pine tree substrate and pine bark during long-term nursery crop production. *HortScience*, 44(3), pp.791-799.
- Jäger, A.K., Light, M.E. and Van Staden, J., 1996. Effects of source of plant material and temperature on the production of smoke extracts that promote germination of light-sensitive lettuce seeds. *Environmental and Experimental Botany*, 36(4), pp.421-429.
- Khah, E.M., Petropoulos, S.A., Karapanos, I.C. and Passam, H.C., 2012. Evaluation of growth media incorporating cotton ginning by-products for vegetable production. *Compost Science & Utilization*, 20(1), pp.24-28.
- Krucker, M., Hummel, R.L. and Cogger, C., 2010. Chrysanthemum production in composted and noncomposted organic waste substrates fertilized with nitrogen at two rates using surface and subirrigation. *HortScience*, 45(11), pp.1695-1701.
- Lucas, R.E. and Davis, J., 1961. Relationships between pH values of organic soils and availabilities of 12 plant nutrients. *Soil Science*, 92(3), pp.177-182.
- Lu, W., Sibley, J.L., Gilliam, C.H., Bannon, J.S. and Zhang, Y., 2006. Estimation of US bark generation and implications for horticultural industries. *Journal of environmental horticulture*, 24(1), pp.29-34.
- Maher, M., Prasad, M. and Raviv, M., 2008. Organic soilless media components. *Soilless culture: Theory and practice*, pp.459-504.
- Nambuthiri, S., Fulcher, A., Koeser, A.K., Geneve, R. and Niu, G., 2015. Moving toward sustainability with alternative containers for greenhouse and nursery crop production: A review and research update. *HortTechnology*, 25(1), pp.8-16.
- Oliveira, M. and Duarte, E., 2016. Integrated approach to winery waste: waste generation and data consolidation. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 10(1), pp.168-176.
- Papadopoulos, A.P., Bar-Tal, A., Silber, A., Saha, U.K., Raviv, M. and Lieth, H., 2008. Inorganic and synthetic organic components of soilless culture and potting mixes. *Soilless Culture, Theory and Practices. Elsevier Science, Amsterdam*, pp.505-543.
- Papafotiou, M., Chronopoulos, J., Kargas, G., Voreakou, M., Leodaritis, N., Lagogiani, O. and Gazi, S., 2001. Cotton gin trash compost and rice hulls as growing medium components for ornamentals. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(4), pp.431-435.
- Papafotiou, M. and Vagena, A., 2012. Cotton gin trash compost in the substrate reduces the daminozide spray dose needed to produce compact potted chrysanthemum. *Scientia horticultrae*, 143, pp.102-108.

- Poulter, R., 2011, April. Quantifying differences between treated and untreated coir substrate. In *I International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture 1018* (pp. 557-564).
- Raviv, M., Wallach, R., Silber, A. and Bar-Tal, A., 2002. Substrates and their analysis. *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*, pp.25-105.
- Raviv, M., 2011, June. Composts in growing media: what's new and what's next?. In *International Symposium on Responsible Peatland Management and Growing Media Production 982* (pp. 39-52).
- Rezaei Nejad, A. and Ismaili, A., 2014. Changes in growth, essential oil yield and composition of geranium (*Pelargonium graveolens* L.) as affected by growing media. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(5), pp.905-910.
- Schmilewski, G., 2008. The role of peat in assuring the quality of growing media. *Mires & Peat*, 3.
- Silber, A. and Bar-Tal, A., 2008. Nutrition of substrate-grown plants. *Soilless culture: Theory and practice*. Elsevier, San Diego, CA, pp.291-339.
- Silva, E.C., Maluf, W.R., Leal, N.R. and Gomes, L.A.A., 1999. Inheritance of bolting tendency in lettuce *Lactuca sativa* L. *Euphytica*, 109(1), pp.1-7.
- Tejada, M. and Gonzalez, J.L., 2006. Crushed cotton gin compost on soil biological properties and rice yield. *European journal of Agronomy*, 25(1), pp.22-29.
- Tsatisis, V.D., Siminis, C.I., Kefaki, M.D., MAN-IOU, V.I. and Davaris, D., 1998, September. Composting cotton mill wastes. In *Proceedings of the World Cotton Research Conference-2, Athens* (pp. 6-12).
- Woo, P.K., Hee, C.M., Hee, W.J. and Ho, J.K., 1995. The effect of nutrient solution temperature on the absorption of water and minerals in Chinese leafy vegetables. *HORTICULTURE ENVIRONMENT and BIOTECHNOLOGY*, 36(3), pp.309-316.