



**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ
ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙΟΥ**



Αλέξανδρος Θεοχαρόπουλος

Επιβλέπων: Σ. Πετρόπουλος

Βόλος 2017

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον καθηγητή μου Δρ. Πετρόπουλο και εισηγητή του θέματος της παρούσας εργασίας για την πολύτιμη βοήθεια, γνώση και υποστήριξη που μου παρείχε για την διεκπεραίωση της μεταπτυχιακής διατριβής μου. Ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Ν. Δαναλάτο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Β. Αντωνιάδη για την βοήθεια τους και την παροχή υλικών και εγκαταστάσεων για την διεξαγωγή του πειράματος. Ευχαριστώ επίσης την συμφοιτήτρια μου Ζουμπούλη Ειρήνη για την βοήθειά της στο εργαστήριο και καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος. Τέλος, μα κυριότερα, θέλω να αφιερώσω την πτυχιακή μου στους γονείς μου Αριστοτέλη και Αποστολία για την υπομονή και αγάπη που μου δείχνουν όλα αυτά τα χρόνια.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για τη χρήση φυτικών υπολειμμάτων καλλιεργειών στην παραγωγή υποστρωμάτων ανάπτυξης φυτών και εδαφοβελτιωτικών, με στόχο τη μείωση του κόστους παραγωγής μέσω της μείωσης των εισροών, και την αύξηση της παραγωγής μέσω της βελτίωσης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εδαφών. Στη παρούσα μελέτη γίνεται αξιολόγηση διαφόρων φυτικών υπολειμμάτων σε καλλιέργεια σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.), και πιο συγκεκριμένα υπολειμμάτων σπόρων αγριαγκινάρας και βαμβακιού (πίτα σπόρου μετά από έκθλιψη) και υπολείμματα από τον εκκοκκισμό βάμβακος (υπολείμματα φύλλων και στελεχών), σε συνδυασμό ή μη με χρήση ζεόλιθου και τύρφης. Η πειραματική μελέτη διεξήχθη στο Θερμοκήπιο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών στο χώρο εγκαταστάσεων της Γεωπονικής Σχολής Βόλου. Το πείραμα διήρκεσε περίπου 3 μήνες και μέσα στο διάστημα αυτό πραγματοποιήθηκαν η προετοιμασία και εγκατάσταση του πειράματος, η ανάπτυξη της καλλιέργειας με λίπανση και πότισμα αλλά και η παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών για σπορά δυο διαφορετικών χρονικών περιόδων. Έπειτα από συνεχή παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών και μετρήσεις κατά την διάρκεια των διαφόρων συγκομιδών που έγιναν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος συλλέχθηκαν δεδομένα για την ανάπτυξη των φυτών. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η χρήση των υπολειμμάτων εκκοκκισμού βάμβακος σε ποσοστό 50% στο υπόστρωμα (H) έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα ως προς το νωπό βάρος των φύλλων και τη διάμετρο της ροζέτας, σε σχέση με τα υπόλοιπα υποστρώματα και το έδαφος, χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά από τη μεταχείριση B και τη μεταχείριση E μόνο στην περίπτωση της διαμέτρου της ροζέτας. Ο αριθμός των φύλλων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος για τη μεταχείριση H, σε σχέση με όλες τις

μεταχειρίσεις. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά για προς τη χρήση των υπολειμμάτων εκκοκκισμού βάμβακος ως υπόστρωμα ανάπτυξης λαχανικών, καθώς είναι συγκρίσιμα με αυτά της τύρφης που είναι το κατεξοχήν χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα αλλά έχει ιδιαίτερα υψηλό κόστος.

Abstract

In recent years, efforts have been made to use plant crop residues in the production of plant growth substrates and soil improvers, with the aim of reducing production costs by reducing inputs and increasing production by improving the physico-chemical properties of soils. In the present study, several plant residues are evaluated in *Cichorium spinosum* L., and in particular the residues of processing cotton seed and residues from cotton ginning (leaves and stems), whether combined or not using zeolite and peat. This experimental study was carried out in the Greenhouse of Plant Genetics Improvement at the premises of the Agricultural University of Volos. The experiment lasted for about 3 months, during which time the preparation and installation of the experiment was carried out, the growing of the crop by fertilization and watering, as well as the monitoring of the growth of the plants for sowing of two different periods of time. After continuous monitoring of plant growth and measurements during the various harvests carried out throughout the experiment, data on plant growth was collected. The statistical analysis shows that the use of 50% cotton ginning residues on the substrate (H) gave the best results with respect to the fresh weight of the leaves and the diameter of the rosette compared to the rest of the substrates and the soil, to differ statistically from treatment B and treatment E only in the case of the diameter of the rosette. The number of sheets was considerably higher for H treatment than for all treatments. The results are particularly encouraging for the use of cotton ginning residues as a vegetable growth substrate as they are comparable to those of peat which is the predominantly used substrate but has a particularly high cost.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Σταμναγκάθι.....	1
1.1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	2
1.1.3 Εδαφολογικές και κλιματολογικές απαιτήσεις.....	3
1.2 Αγριαγκινάρα.....	4
1.2.1 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή.....	5
1.2.2 Βιολογικός κύκλος.....	7
1.2.3 Χρήσεις της αγριαγκινάρας.....	9
1.3 Βαμβάκι.....	9
1.3.1 Βιολογικός κύκλος.....	10
1.3.2 Προϊόντα Βαμβακοκαλλιέργειας και χρήσεις.....	11
1.4 Ζεόλιθος.....	14
1.5 Χρήση φυτικών υπολειμμάτων στη γεωργία.....	16
1.6 Σκοπός της εργασίας.....	18
2. Υλικά και μέθοδοι.....	19
2.1 Πειραματικός σχεδιασμός.....	19
2.2 Συγκομιδή.....	23
3. Αποτελέσματα και συζήτηση.....	24
3.1 Αποτελέσματα.....	24
3.2 Συζήτηση.....	31
Βιβλιογραφία.....	34

1. Εισαγωγή

1.1 Σταμναγκάθι

Το *Cichorium spinosum* (Εικόνα 1), κοινή ονομασία σταμναγκάθι είναι ένα άγριο χόρτο το οποίο είναι γνωστό από την αρχαιότητα ως βότανο αλλά και ως τροφή και αποτελεί ένα πολύ κοινό στοιχείο της Μεσογειακής δίαιτας (Petropoulos et al., 2016) . Το σταμναγκάθι είναι ουσιαστικά μια άγρια ποικιλία ραδικιού που αυτοφύεται στην Κρήτη και πιο συγκεκριμένα στο οροπέδιο του Ομαλού και του Καθαρού, αλλά μπορεί να βρεθεί γενικά στη Μεσόγειο από τις Βαλεαρίδες νήσους στην Ισπανία, τη Σικελία και Μάλτα μέχρι και την Κύπρο. (Meikle, 1985). Το σταμναγκάθι απαντάται τόσο σε παραθαλάσσιες ή παραλιακές ζώνες, αμμώδεις και απόκρημνες βραχώδεις, όσο και σε μεγάλα οροπέδια, ορεινά λιβάδια και σε δάση. Γενικά προσαρμόζεται εύκολα στις ειδικές οικολογικές συνθήκες που δημιουργούνται από τη θαλασσινή αλμύρα και υγρασία αλλά και στο ορεινό κλίμα σε υψόμετρο πάνω από 1000 m (Αλιμπέρτης, 1994).

Εικόνα 1: Σταμναγκάθι, *Cichorium spinosum*



1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το σταμναγκάθι είναι φυτό θαμνώδες, χαμηλό, πολυετές, με ύψος 15-40 cm. Οι βλαστοί έχουν επιμήκεις αυλακώσεις, είναι κοντοί, διακλαδισμένοι από τη βάση ύψους 4-18 cm. Γενικά το φυτό είναι ελαφρός τριχωτό, λείο με ρίζα πασσαλώδη σαν του καρότου. Τα φύλλα του μοιάζουν με λάμα πριονιού καθώς είναι οδοντωτά, είναι στρογγυλόκορφα και σχηματίζουν σφαιρικό ρόδακα από το κέντρο του οποίου αναπτύσσεται ο ανθοφόρος βλαστός. Τα άνθη του δεν ξεπερνούν τα 30 χιλιοστά και το χρώμα τους είναι έντονο γαλανό με μπλε στήμονες και βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων ή στις μασχάλες του διακλαδιζόμενου όρθιου βλαστού. Τα φύλλα του, τα άνθη και οι καρποί του φυτού είναι ακριβώς όπως και τα συγγενικά ραδίκια, με τους καρπούς να βρίσκονται σε δέσμες των 5-7 σπερμάτων (Αλιμπέρτης, 1994).

1.3 Εδαφολογικές και κλιματολογικές απαιτήσεις

Καθώς το σταμναγκάθι συναντάται σε παραθαλάσσιες περιοχές και οροπέδια συμπεραίνουμε ότι η καλλιέργειά του μπορεί να είναι επιτυχής σε εδάφη ελαφρώς αμμώδη, αλατούχα με μέτρια υδατοϊκανότητα και επαρκές έδαφος για την ανάπτυξη της χοντρής πασσαλώδης ρίζα του. Το χαρακτηριστικό όμως αυτού του φυτού είναι η αντοχή που δείχνει στην αλατότητα και στις ξηροθερμικές συνθήκες καθώς παρατηρείται μεγάλη ανάπτυξη μυκοριζών στο ριζικό σύστημα. (Klados and Tzortzakis, 2014)

Το σταμναγκάθι αν και ανθεκτικό σε παγετούς και στην παρατεταμένη ξηρασία καθώς θεωρείται φυτό ψυχρής εποχής, αναπτύσσεται καλύτερα σε περιοχές με ήπιους χειμώνες, χωρίς παγετούς και ξηρασίες (Ακουμιανάκης κ.ά 2007). Ο μεγαλύτερος εχθρός για το εμπορεύσιμο σταμναγκάθι είναι το χαλάζι, καθώς μια ισχυρή χαλαζόπτωση μπορεί να προκαλέσει ζημιές στα φύλλα του φυτού και σε περίπτωση όπου το φυτό είναι νεαρό μπορεί να υπάρξει και ολική καταστροφή (Παυλίδης, 2009).

Εικόνα 2: Σταμναγκάθι, πλήρη ανάπτυξη με άνθη



1.2 Αγριαγκινάρα

Η αγριαγκινάρα (Εικόνα 3) ευδοκίμει σε μεσογειακό κλίμα και μπορεί να βρεθεί από τη Μεσογειακή Θάλασσα, στη Νότια Αμερική (Χιλή, Αργεντινή, Ουρουγουάη), μέχρι την Καλιφόρνια, το Μεξικό και την Αυστραλία (Παζαράς, 2014). Καλλιεργείται κατά κύριο λόγο ως ενεργειακό φυτό αλλά μπορεί να βρεθεί σε παραποτάμιες περιοχές, στις άκρες του δρόμου, σε χέρσες περιοχές και σε λιβάδια ως αυτοφυές φυτό (Δρακόπουλος, 2011).

Εικόνα 3: Άνθος αγριοαγκινάρας



1.2.1 Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή

Η αγριοαγκινάρα ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Compositae) και συγκεκριμένα στο γένος *Cynara*, το οποίο περιλαμβάνει δυο καλλιεργούμενα είδη την αγκινάρα (*Cynara scolymus* L.) και την καλλιεργούμενη αγριοαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L. var. *altilis* DC.), καθώς και αλλά 5-6 άγρια είδη. Η αγριοαγκινάρα είναι ο πρόγονος της καλλιεργούμενης αγκινάρας (Δρακόπουλος, 2011).

Ο σπόρος της αγριοαγκινάρας (Εικόνα 4) είναι χρώματος καφέ ή μαύρου, μήκους 6 έως 8 χιλιοστά, ραβδωμένος κατά μήκος και ομαλός στην επιφάνεια. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το φυτό αναπτύσσει ροζέτα φύλλων. Τα φύλλα της ροζέτας είναι πολύ μεγάλα, με έντονο πράσινο-γκρι χρώμα, βαθιά διαιρεμένα, ενώ στο άγγιγμα είναι μαλακά και

απαλά. Τα φύλλα της ανθικής κεφαλής της αγριαγκινάρας είναι πολύ χαρακτηριστικά καθώς είναι πολύ μεγάλα (50x30 cm) με χρώμα από κυανοπράσινο έως μωβ, όπου τμήματα αυτών έχουν σχήμα επίμηκες και καταλήγουν σε κίτρινες μικρές άκανθες. Τα άνθη της κεφαλής είναι συγκεντρωμένα σε μεγάλες σφαιρικές ανθοδόχες, οι οποίες ξεπερνούν τα 8 cm σε διάμετρο. Η στεφάνη των ανθέων είναι μπλε, ή λευκή. Τα κατά βάρος ποσοστά των διαφόρων μερών του φυτού είναι: 21% για τα φύλλα της ροζέτας, 12,1% για τα φύλλα του βλαστού, 21,9% για τους βλαστούς και 45% για τις ανθικές κεφαλές (ανθοδόχη 9,5%, βράκτια 13,2%, πάπποι 9,1% και σπέρματα 13,2%) (Παζαράς, 2014).

Εικόνα 4: Σπόρος αγριαγκινάρας



1.2.2 Βιολογικός κύκλος

Η αγριαγκινάρα είναι πολυετές, βαθύρριζο φυτό, καλά προσαρμοσμένο στις ξηροθερμικές συνθήκες της Μεσογείου. Η ανάπτυξή της αρχίζει με τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου με ραγδαίους ρυθμούς μέχρι την δημιουργία της ροζέτας όπου μειώνει προσωρινά το ρυθμό ανάπτυξης της, για την καλύτερη προστασία του φυτού από το ψύχος (Παζαράς, 2014).

Με την αύξηση της θερμοκρασίας και της ηλιοφάνειας την άνοιξη, το φυτό μεταβαίνει στο επόμενο στάδιο ανάπτυξης, κατά το οποίο δημιουργείται το στέλεχος. Ο βλαστός εμφανίζεται στα μέσα Απριλίου και επιμηκύνεται με γοργούς ρυθμούς, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούνται βαθιά διαιρεμένα, εναλλασσόμενα φύλλα. Το φυτό σε αυτό το στάδιο μπορεί να φτάσει και τα 2,5 μέτρα. Στη συνέχεια ακολουθεί η δημιουργία βραχιόνων ύψους 0,5 με 1,2 μέτρα (συνολικό ύψος φυτού ως 3,5 μέτρα) όπου στη κορυφή εμφανίζει ταξιανθία. Ο συνολικός αριθμός των ταξιανθιών στο φυτό εξαρτάται από την πυκνότητα φύτευσης, των εδαφο-κλιματικών παραγόντων, και την ποικιλία. Σε αραιές πυκνότητες (1 φυτό/μ²) το φυτό μπορεί να σχηματίσει έως και 40-50 ανθοκεφαλές, συνήθως όμως σχηματίζονται 10 έως 15 ανθοκεφαλές. Οι ανθοκεφαλές είναι συγκεντρωμένες σε μια μεγάλη σφαιρική ταξιανθία (σαν ένα μικρό δένδρο). Έχουν χρώμα πράσινο όπως οι κοινές αγκινάρες και είναι βρώσιμες σε πρώιμο στάδιο (Παζαράς., 2014).

Παράλληλα με το σχηματισμό του τελικού αριθμού των ανθοκεφαλών αρχίζει και η ανθοφορία (Εικόνα 7), με την εμφάνιση μωβ στημόνων στη κορυφή κάθε ταξιανθίας. Με το τέλος της ανθοφορίας ακολουθεί η ωρίμανση των κεφαλών, όπου αλλάζουν χρωματισμό από πράσινο σε κίτρινο-χρυσάφι. Με την ολοκλήρωση αυτής τη φάσης, συνήθως τον Αύγουστο, εμφανίζονται οι πάπποι λευκού χρώματος και η καλλιέργεια είναι έτοιμη για συγκομιδή σπόρων (Δρακόπουλος, 2011).

Εικόνα 7: Ανθοφορία αγριαγκινάρας



Μια εβδομάδα περίπου μετά τη συγκομιδή η καλλιέργεια αναβλαστάνει, με τη δημιουργία 1-4 φυτών ταυτόχρονα από μία ρίζα, που αναπτύσσονται παράλληλα και έτσι δημιουργούν εδαφοκάλυψη που ανταγωνίζεται τα ζιζάνια. Κατά το στάδιο της δημιουργίας ροζέτας, κάθε ρίζα θα θρέψει τελικά 1 το πολύ 2 φυτά ανάλογα με τα διαθέσιμα θρεπτικά του εδάφους. Παρατηρείται λοιπόν πως κατά το 2^ο χρόνο τα φυτά αναβλαστάνουν με ρυθμούς 5-10 φορές αυξημένους σε σύγκριση με το 1^ο έτος όπου προέρχονται από σπόρο. Σχετικά με την απόδοση σε βιομάζα, τη χρονιά της εγκατάστασης είναι συνήθως 1/3 έως 2/3 αυτής του 2^{ου} έτους. Από πειραματικές

μελέτες που έχουν διενεργηθεί σε χώρες της Μεσογείου, προκύπτει ότι η αναμενόμενη απόδοση της αγριαγκινάρας κυμαίνεται περίπου από 1 έως 3,5 τόνους ανά στρέμμα το έτος (Παζαράς, 2014).

1.2.3 Χρήσεις της αγριαγκινάρας

Η αγριαγκινάρα είναι καλλιέργεια υψηλών αποδόσεων σε βιομάζα. Οι κύριες χρήσεις της έως σήμερα είναι η παραγωγή φυτομάζας και ενσιρώματος, παραγωγή ζωτροφής και για φαρμακευτικές χρήσεις. Παρ' όλα αυτά τα τελευταία χρόνια γίνονται έρευνες για την χρήση ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για θέρμανση καθώς έχει μικρό αντίκτυπο σε CO₂ αλλά και σε στάχτη σε σχέση με άλλα υλικά καύσης (Δρακόπουλος, 2011).

1.3 Βαμβάκι

Το βαμβάκι είναι κλωστικό φυτό μεγάλης οικονομικής σημασίας παγκοσμίως, το οποίο απασχολεί επίσης μεγάλο μέρος της μεταποιητικής βιομηχανίας. Η καλλιεργούμενη έκταση τα τελευταία χρόνια κυμαίνεται στα 300-350 εκατομμύρια στρέμματα με συνολική παραγωγή 22-23 εκατομμύρια τόνους εκκοκκισμένου βαμβακιού. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται 2,330,000 στρέμματα βαμβακιού ετησίως με 600,000 MT

βαμβακιού, με τη μεταποιητική βιομηχανία να παράγει άλλους 50-60,000 MT υποπροϊόντος (Παπακώστα, 2013).

1.3.1 Βιολογικός κύκλος

Η πορεία ανάπτυξης του φυτού του βαμβακιού μπορεί να διακριθεί σε πέντε βασικά στάδια ανάπτυξης (Παπακώστα, 2013):

- 1) φύτρωμα-εμφάνιση κοτυληδόνων
- 2) πρώτη ανάπτυξη-διαμόρφωση της φυτοστοιβάδας
- 3) σχηματισμός ανθοφόρων οφθαλμών – έναρξη άνθησης
- 4) άνθησης – έναρξη καρποφορίας
- 5) ανάπτυξη και ωρίμανση καρπών (καρυδιών)

Με την ωρίμανση των καρπών (Εικόνα 8) αρχίζει η διεργασία της συγκομιδής, η οποία καθορίζεται από την κατάσταση της φυτείας (πρωιμότητα, ομοιομορφία ωρίμανσης, ασθένειες) και από τις καιρικές συνθήκες της κάθε περιοχής και της κάθε χρονιάς. Δίνεται πολύ μεγάλη σημασία στον κατάλληλο χρόνο συλλογής καθώς συντελεί σε αποφυγή απωλειών και διαφυλάσσει κατά το δυνατόν την ποιότητα του βαμβακιού. Στη χώρα μας η συλλογή αρχίζει κανονικά το δεύτερο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου και

μέχρι τέλος Οκτωβρίου συγκομίζεται περίπου το 80-85% της ολικής παραγωγής για όλη την Ελλάδα (Παπακώστα, 2013).

Εικόνα 8: Ωρίμανση καρπών βαμβακιού



1.3.2 Προϊόντα Βαμβακοκαλλιέργειας και χρήσεις

Τα δύο κύρια προϊόντα της βαμβακοκαλλιέργειας είναι οι ίνες κατά κύριο λόγο και δευτερευόντως ο σπόρος. Τα δύο αυτά προϊόντα αποτελούν την πρώτη ύλη για διάφορες βιομηχανίες, τη μεγαλύτερη όμως αξία την έχουν οι ίνες και για το λόγο αυτό γίνεται μεγαλύτερη βελτιωτική προσπάθεια για την αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας αυτών. Όσον αφορά το βαμβακόσπορο ένα μικρό μέρος αυτού

χρησιμοποιείται για την σπορά των αγρών, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό διοχετεύεται στα σπορελαιουργεία (Παπακώστα, 2013).

Τα προϊόντα που λαμβάνονται από την επεξεργασία του σπόρου είναι το λάδι, το βαμβακάλευρο (βαμβακόπιτα) (Εικόνα 9), οι φλοιοί και οι κοντές ίνες. Κατά μέσο όρο η αναλογία αυτών κατά βάρος φαίνεται στο Πίνακα 1, ενώ οι χρήσεις του φαίνεται στον πίνακα 2 (Παπακώστα, 2013).

Εικόνα 9: Βαμβακόπιτα σε διαφορετικές μορφές



Πίνακας 1: Μέσο όρο της αναλογίας κατά βάρος των προϊόντων που λαμβάνονται από την επεξεργασία του σπόρου βάμβακος (Παπακώστα, 2013).

Συστατικό	%
Λάδι	17
Βαμβακόπιτα	46
Ίνες κοντές	8
Φλοιοί	25
Φύρα	4

Πίνακας 2: Χρήσεις των προϊόντων που λαμβάνονται από την επεξεργασία του σπόρου βάμβακος (Παπακώστα Δ., 2013).

Λάδι	Βαμβακάλευρο (βαμβακόπιτα)	Φλοιοί	Κοντές Ίνες
Βρώσιμο	Αλεύρι	Ζωοτροφή	Βισκόζη
Σαπούνια	Ζωοτροφή	Λίπασμα	Εστέρες
Γλυκερίνη	Λίπασμα	Πλαστικά	Κυτταρίνη
Λιπαρά όξια		Καουτσούκ	Υδρόφιλο Βαμβάκι
Ζωοτροφή		Καύσιμη ύλη	Νήματα
			Πλαστικά
			Χαρτί

1.4 Ζεόλιθος

Ο ζεόλιθος είναι τεκτοφυρτικό ορυκτό με χαρακτηριστική τρισδιάστατη ανάπτυξη στο χώρο. Έχει την ιδιότητα να έλκει κατιόντα και να τα δεσμεύει εσωτερικά για τον λόγο ότι είναι αρνητικά φορτισμένος. Το βασικό χαρακτηριστικό του ζεόλιθου είναι οι κοιλότητες και οι διάυλοι που διαθέτει, με διάμετρο 2-7 nm. Σε αυτές τις κοιλότητες γίνετε η είσοδος, έξοδος και ανταλλαγή κατιόντων Ca, Na, K, μορίων νερού, αμμωνιακών και νιτρικών ιόντων. Τα μόρια του νερού γεμίζουν τα κενά του πλέγματος και έπειτα με την απομάκρυνση τους γίνεται προσρόφηση από τα άδεια πλέον κανάλια, μικρότερων μορίων, ενώ τα μεγάλα αποβάλλονται (Κούντρας, 2014). Έτσι επιτρέπεται σε μια μεγάλη ποικιλία υλικών να δεσμεύονται. Τα βασικά λοιπόν χαρακτηριστικά του ζεόλιθου είναι τα εξής (Παπαχαράλαμπος, 2015):

- Μέσα στους πόρους τους έλκονται συγκεκριμένα μόρια και ιόντα
- Έχουν μεγάλη ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (C.E.C)
- Έχουν μικρό ειδικό βάρος, λόγω καναλιών
- Λειτουργούν ως καλοί καταλύτες
- Είναι θερμικά πολύ σταθεροί, ενώ κάποια είδη αντέχουν σε αλκαλικό περιβάλλον, κάποια άλλα σε όξινο

Η εφαρμογή του ζεόλιθου στο έδαφος εξαρτάται από την κοκκομετρική του σύσταση και την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, γενικά όμως μπορεί να εφαρμοστεί 100-500 κιλά ανά στρέμμα. Σε βαριά εδάφη εφαρμόζεται σε ποσότητες 400-500 κιλών στο στρέμμα και σε σπειρωτή μορφή (2,5-5 mm) για την καλύτερη απόδοση. Μπορεί όμως να βρεθεί και άλλες μορφές όπως πούδρα, μεγέθους 0,01-0,8 mm, μεγέθους 0,8-2,5 mm και μεγέθους 2,5-5 mm. Για την χρήση όμως του ζεόλιθου πρέπει να ληφθεί υπόψη

το pH του εδάφους, η μηχανική του σύσταση και φυσικά η καλλιέργεια. Ενδεικτικά στα κηπευτικά συνιστώνται 2 κιλά ανά 10 m², για δέντρα 2-5 κιλά και σε ανοιχτές καλλιέργειες 80-100 κιλά ανά στρέμμα. Η χρήση του ζεόλιθου έχει τα εξής πλεονεκτήματα (Παπαχαράλαμπος, 2015):

- Βελτιώνει την δομή του εδάφους
- Συγκρατεί την υγρασία σε αμμώδη εδάφη
- Ενεργεί σαν αποθήκη αμμωνίας και αυξάνει την ωφελιμότητα του αζώτου
- Εμπλουτίζει το έδαφος με K, Ca, Mg, Fe (στοιχεία τα οποία περιέχονται στο ζεόλιθο)
- Ελευθερώνει τα θρεπτικά στοιχεία σταδιακά στη διάθεση των φυτών
- Βελτιώνει τον αερισμό στα αργιλώδη εδάφη και τα φυτά αναπτύσσουν καλό ριζικό σύστημα
- Δεσμεύει τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και τα διατηρεί κοντά στο ριζικό σύστημα των φυτών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα
- Αποτρέπεται την έκπλυση επιβλαβών ουσιών από το χερσαίο στο υδάτινο περιβάλλον
- Είναι 100% φυσικό προϊόν με έγκριση χρήσης στη βιολογική γεωργία
- Έχει χαμηλό κόστος εφαρμογής
- Μειώνει τον ευτροφισμό των υδάτων και προστατεύει την ποιότητα των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων
- Έχει μυκητολογική-εντομοαποθητική-ωοκτόνο δράση (απορροφά την υγρασία στην επιφάνεια του φύλλου, αποξηραίνει και μουμιοποιεί τα αυγά)
- Χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες και ανθοκομικές.

1.5 Χρήση φυτικών υπολειμμάτων στη γεωργία

Τις τελευταίες δεκαετίες με την επανάσταση στη παραγωγή ανόργανων χημικών λιπασμάτων παρατηρείται η συνεχή αύξηση στη χρήση αυτών από τους παραγωγούς. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται καθώς η συνεχής χρήση των ανόργανων λιπασμάτων σημειώνει πολλά προβλήματα και αδυναμίες τόσο στην απόδοση των χωραφιών όσο και στο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώνονται ζημιές όπως (Κορωνίου, 2009):

- Εξάντληση των μη ανανεώσιμων πόρων που οδηγεί στην υποβάθμιση του εδάφους.
- Έκπλυση των ανόργανων λιπασμάτων, που καθιστά προβληματικό και επικίνδυνο το νερό των ποταμών, λιμνών, πηγών και θαλασσών.
- Μείωση των πληθυσμών των μικροοργανισμών που συμβιούν με τις ρίζες των φυτών από τις μεγάλες συγκεντρώσεις λιπασμάτων και κυρίως αμμωνιακών, αλλά και νιτρικών. Στους γεωσκώληκες διαπιστώθηκε μείωση στον πληθυσμό τους κατά τετραγωνικό μέτρο σε ποσοστά πάνω από 50-60% .

Ενώ λοιπόν τα ανόργανα χημικά λιπάσματα αποτέλεσαν επανάσταση για τη γεωργία καθώς περιόρισαν την "πείνα" στη γη και αύξησαν την απόδοση, η υπερβολική χρήση τους στο έδαφος και η μη ταυτόχρονη προσθήκη οργανικών υλικών έχει σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση της καλλιεργήσιμη γης. Αν λάβουμε υπόψιν πως η οργανική ουσία αποτελεί ένα ελάχιστο μέρος του εδάφους, για τη χώρα μας κυμαίνεται από 1-2%, και κάθε χρόνο ταυτόχρονα με τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία μια ποσότητα οργανικής ουσίας του εδάφους αποδομείται, ήδη το χαμηλό επίπεδο γίνεται ακόμη χαμηλότερο (Βιαννιτάκης, 2009). Πρέπει λοιπόν να βρεθεί η χρυσή τομή μεταξύ των

δύο μεθόδων καλλιέργειας ανόργανης και οργανικής, εφόσον η τελευταία δεν είναι σε θέση να ανταποκριθεί πλήρως στις σημερινές παγκόσμιες ανάγκες (Κορωνίου, 2009).

Για την αύξηση της οργανικής ουσίας στο έδαφος μπορούν να χρησιμοποιηθούν γεωργικά υπολείμματα. Τα υπολείμματα μπορούν να διαχωριστούν μεταξύ των: α) υπολειμμάτων γεωργικών προϊόντων, οτιδήποτε δηλαδή μπορεί να περισσέψει από τα γεωργικά προϊόντα, όπως πυρήνες φρούτων, χαλασμένα μέρη που προέρχονται από γεωργικές βιομηχανίες όπως αλευροβιομηχανίες, βιομηχανίες ρυζιού, εκκοκκιστήρια βάμβακος, βιομηχανίες επεξεργασίας φρούτων, οινοποιεία, ελαιουργεία και πυρηνελαιουργεία, και β) υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών, φύλλα κλαδιά, ρίζες και οτιδήποτε μπορεί να παραμείνει στο χωράφι μετά την συγκομιδή (Παπαδάκη, 2014).

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες για την αξιοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων είτε από την βιομηχανία μεταποίησης γεωργικών προϊόντων είτε από τις καλλιέργειες. Παράδειγμα αποτελεί η έρευνα των Albuquerque et al. (2006) όπου έκανε χρήση του βάμβακος ως παράγοντα διόγκωσης σε λίπασμα που είχε ως παραπροϊόν υπολείμματα ελαιουργικής βιομηχανίας για την παραγωγή πιπεριών θερμοκηπίου. Έγινε σύγκριση με κοπριά βοοειδών και λυματολάσπης χωρίς να υπάρξουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση των καλλιεργειών μάλιστα το κομπόστ από βαμβάκι περιείχε υψηλότερη περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες. Έρευνα των Tsakonas et al. (2005) έκανε χρήση ως υπόστρωμα ολόκληρο στέλεχος από κέναφ για την παραγωγή μαρουλιού και πιπεριάς ενώ οι Mahamud and Manisah (2007) χρησιμοποίησαν μίγμα από τύρφη καρύδας και υπολείμματα από την επεξεργασία

φοινικών Σάγκο για εξαγωγή άμυλου, ως υπόστρωμα για καλλιέργεια ντομάτας. Επίσης οι Sanchez-Monedero et al. (2004) περιγράφουν την πιθανή αξία που μπορεί να έχει ένα κομπόστ από υπολείμματα γλυκού σόργου, φλοιό πεύκου και ουρία ή λυματολάσπη ζυθοποιίας για παραγωγή σπορόφυτων, έναντι της τύρφης. Τέλος οι Khah et al. (2012) κάνουν αναφορά της χρήσης υπολειμμάτων εκκοκκισμένου βάμβακος για την ανάπτυξη λαχανευόμενων φυτών και την συγκρίνουν με την τύρφη.

Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση διαφορετικών γεωργικών υπολειμμάτων για την ανάπτυξη σταμναγκαθιού. Γι' αυτό το σκοπό επιλέχθηκαν τα υπολείμματα εκκοκκισμένου βάμβακος λόγω των θετικών αποτελεσμάτων σε προηγούμενη έρευνα (Khah et al. 2012). Επίσης επιλέχθηκε η χρήση βαμβακόπιτας, ένα ακόμα παραπροϊόν της μεταποίηση βάμβακος που η μέχρι σήμερα χρήση του είναι κατά κύριο λόγο για ζωοτροφή (Πίνακας 2). Τέλος επιλέχθηκε η πίτα από αγριαγκινάρα καθώς είναι μια καλλιέργεια που συναντά μεγάλο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια για την παραγωγή ενέργειας και βιοντίζελ. Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν σκέτο έδαφος και η τύρφη.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1 Πειραματικός σχεδιασμός

Η πειραματική μελέτη διεξήχθη στο Θερμοκήπιο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών στο χώρο εγκαταστάσεων της Γεωπονικής Σχολής Βόλου. Το πείραμα διήρκεσε περίπου 3 μήνες και μέσα στο διάστημα αυτό πραγματοποιήθηκαν η προετοιμασία και εγκατάσταση του πειράματος, η ανάπτυξη της καλλιέργειας με λίπανση και πότισμα αλλά και η παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών για δυο διαφορετικές εποχές σποράς.

Πριν την εγκατάσταση χρειάστηκε να γίνει η προετοιμασία των υλικών για τη δημιουργία των υποστρωμάτων. Για την δημιουργία της πίτας βαμβακόσπορου και αγριοαγκινάρας, αρχικά περάστηκε ο σπόρος από μηχανήμα έκθλιψης και έπειτα από μηχανήμα θρυμματισμού (Εικόνα 10) όπου πήρε και την τελική του μορφή.

Η καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε σε δύο εποχές σποράς. Η σποράς έγινε στις 25/12/2016 σε δισκάκια σπορόφυτων ενώ η μεταφύτευση στα φυτοδοχεία έγινε στις 10/2/2017 για την πρώτη εποχή σποράς.

Εικόνα 10: Μηχάνημα θρυμματισμού



Για την πρώτη εποχή δημιουργήθηκαν 8 μεταχειρίσεις των 15 φυτοδοχείων όγκου 2 λίτρων ως εξής:

- C: Μάρτυρας (μόνο έδαφος)
- A: Έδαφος + Τύρφη σε αναλογία 1:1 (v/v)
- B: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (80% πίτα σπόρου αγριαγκινάρας + 20% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)
- Γ: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (80% πίτα βαμβακόσπορου + 20% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)
- Δ: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (80% υπολείμματα εκκοκκισμού + 20% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)
- E: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (50% πίτα σπόρου αγριαγκινάρας + 50% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)
- Z: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (50% βαμβακόσπορος + 50% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)

- Η: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (50% υπολείμματα εκκοκκισμού + 50% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση της καλλιέργειας για την πρώτη εποχή σποράς ήταν τα εξής: 120 πλαστικά φυτοδοχεία των 2 λίτρων, 285 λίτρα χόμα που είχε συλλεχθεί από το κτήμα της σχολής στο Βελεστίνο, 1 πλαστική λεκάνη των 20 λίτρων, 120 σπορόφυτα σταμναγκαθιού, 255 λίτρα τύρφη, 1,4 λίτρα ζεόλιθος, 0,85 λίτρα πίτα σπόρου αγριοαγκινάρας, 0,85 λίτρα πίτα βαμβακόσπορου και 0,85 λίτρα υπολειμμάτων φύλλων και στελεχών από εκκοκκισμό βάμβακος.

Με βάση τα αποτελέσματα της πρώτης εποχής ως προς την ανάπτυξη των φυτών, για τη δεύτερη εποχή περιορίστηκαν οι πειραματικές μεταχειρίσεις σε αυτές με τα πιο ενθαρρυντικά αποτελέσματα (4 μεταχειρίσεις των 12 φυτοδοχείων) ως εξής:

Για τη δεύτερη εποχή σποράς (11/03/2017) δημιουργήθηκαν 4 μεταχειρίσεις των 12 φυτοδοχείων ως εξής:

- C2: Μάρτυρας (μόνο έδαφος)
- A2: Έδαφος + Τύρφη σε αναλογία 1:1 (v/v)
- Δ2: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (80% υπολείμματα εκκοκκισμού + 20% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)
- Η2: Έδαφος + Τύρφη + Υπόστρωμα (50% υπολείμματα εκκοκκισμού + 50% ζεόλιθος) σε αναλογία 1:1:1 (v/v)

Όσον αφορά τη δεύτερη εποχή σποράς τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την εγκατάσταση της καλλιέργειας ήταν τα εξής: 48 πλαστικά φυτοδοχεία των 2 λίτρων, 44 λίτρα χώμα που είχε συλλεχθεί από το κτήμα της σχολής στο Βελεστίνο, 1 πλαστική λεκάνη των 20 λίτρων, 48 σπορόφυτα σταμναγκαθιού, 20 λίτρα τύρφη, 0,66 λίτρα ζεόλιθος και 0,66 λίτρα υπολειμμάτων φύλλων και στελεχών από εκκοκκισμό βάμβακος.

Για τη δημιουργία των φυτοδοχείων και για τις δύο εποχές σποράς τοποθετήθηκε το σύνολο των υλικών για κάθε ομάδα ξεχωριστά στη λεκάνη των 20 λίτρων και μετά από ανάδευση, ώστε να υπάρχει ομοιογένεια, μοιράστηκε στα φυτοδοχεία. Η πυκνότητα των υποστρωμάτων φαίνεται στον Πίνακα 3. Αρχικά η εγκατάσταση του πειράματος έγινε στο Θερμοκήπιο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών από 10/02/2017 έως 22/03/2017 και έπειτα μεταφέρθηκε σε εξωτερικό χώρο δίπλα από το θερμοκήπιο όπου παρέμεινε εκεί μέχρι της 14/04/2017 όπου έγινε και η τελευταία συγκομιδή.

Πίνακας 3: Πυκνότητα υποστρωμάτων σε γρ. ανά λίτρο

Πυκνότητα (γρ. ανά λίτρο)	
Ζεόλιθος	822
Έδαφος	1071,4
Αγριαγκινάρα	632
Βαμβακόσπορος	204,4
Υπολείμματα από λινταρισμα	129,6
Βαμβακόσπορος αποχνοωμένος	545,4
Τύρφη	125

2.2 Συγκομιδή

Για την πρώτη εποχή σποράς έγιναν δύο συγκομιδές για όλες τις μεταχειρίσεις, καθώς όμως κάποιες από αυτές έδειξαν πρωιμότητα η συγκομιδή τους έγινε σε διαφορετική χρονική περίοδο. Για τις μεταχειρίσεις Α, Δ και Η η 1^η συγκομιδή έγινε στις 16/03/2017, ενώ για τις μεταχειρίσεις C, Β, Γ, Ε και Ζ η 2^η συγκομιδή έγινε στις 22/03/2017. Μετά την 1^η συγκομιδή τα φυτά παρέμειναν με 3-5 φύλλα για να μπορέσουν να αποδώσουν νέο φύλλωμα για τη δεύτερη συγκομιδή. Η 2^η συγκομιδή για τις μεταχειρίσεις Α, Δ και Η έγινε στις 05/04/2017 ενώ για τις C, Β, Γ, Ε και Ζ έγινε στις 14/04/2017. Στη δεύτερη εποχή σποράς έγινε μόνο μια συγκομιδή και για τις τέσσερις μεταχειρίσεις στις 14/04/2017 λόγω πρόωρης εμφάνισης ανθικού στελέχους που κατέστησε τα φύλλα μη εμπορεύσιμα.

Παράλληλα με τη συγκομιδή πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σχετικά με τον αριθμό των φύλλων, το νωπό βάρος, τη διάμετρο της ροζέτας και έγινε και υπολογισμός του ποσοστού ξηρής ουσίας.

3. Αποτελέσματα και συζήτηση

3.1 Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν για την 1^η συγκομιδή, της πρώτης εποχής σποράς (Πίνακας 4) όσον αφορά το νωπό βάρος των φύλλων τα καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν από τη χρήση των υπολειμμάτων εκκοκκισμού βάμβακος σε ποσοστό 50% στο υπόστρωμα (H), χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με χρήση 50% τύρφη (A) και 80% υπολειμμάτων εκκοκκισμού βάμβακος στο υπόστρωμα (Δ). Για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις ο μέσος όρος του νωπού βάρους των φύλλων είναι μικρός συγκριτικά με τις H, A, και Δ, και τα φυτά φαίνονται να εμφανίζουν δυσκολία στην αύξηση της βιομάζας τους.

Πίνακας 4: 1^η συγκομιδή, πρώτης εποχής σποράς. Μέσοι όροι για κάθε μεταχείριση (βάρος σε γραμμάρια και διάμετρος σε εκατοστά).

Μεταχείριση	Νωπό Βάρος φύλλων (γρ)	Διάμετρος Ροζέτας	Αριθμός φύλλων	Ξηρή ουσία (%)
C	2,31 γ	16,93 β	11,13 δ	11,4 α
A	8,29 α	26,47 α	17,07 β	8,8 γ
B	1,8 δ	9,87 δ	11,53 δ	10,5 β
Γ	1,47 ε	9,8 δ	6,9 ε	11,7 α
Δ	7,88 α	25,5 α	16,33 γ	8,8 γ
E	5,37 β	17,43 β	16,33 γ	8,8 γ
Z	2,25 γ	14,3 γ	11,13 δ	11,3 α
H	8,61 α	25,7 α	18,8 α	8,9 γ

Οι μέσοι όροι της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, με βάση το κριτήριο του Duncan ($p=0.05$).

Η διάμετρος της ροζέτας (Πίνακας 3) φαίνεται να συμφωνεί με το νωπό βάρος καθώς οι μεταχειρίσεις H, A και Δ δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Ενώ οι μεταχειρίσεις C (Μάρτυρας), E (50% πίτα σπόρου αγριαγκινάρας στο υπόστρωμα) και Z (50% πίτα βαμβακόσπορου στο υπόστρωμα) δε διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους αλλά είναι σημαντικά μειωμένες οι τιμές σε σύγκριση με τις H, A και Δ. Τις χαμηλότερες τιμές τις παρατηρούμε στις μεταχειρίσεις B (80% πίτα σπόρου αγριαγκινάρας στο υπόστρωμα) και Γ (80% πίτα βαμβακόσπορου στο υπόστρωμα) όπου όπως και στο νωπό βάρος φύλλων, παρατηρείται πως τα φυτά εμφανίζουν δυσκολία στην ανάπτυξή τους.

Για τον αριθμό των φύλλων τη μεγαλύτερη τιμή παρουσίασε η μεταχείριση Η, όπου διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Έπειτα ακολουθεί η μεταχείριση Α όπου επίσης παρουσίασε μεγάλο αριθμό φύλλων. Οι Δ και Ε δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και παρουσιάζουν αρκετό αριθμό φύλλων με μικρή διαφορά από τις προηγούμενες μεταχειρίσεις. Ενώ για τις C, Β και Ζ παρατηρούμε ότι ο αριθμός φύλλων όχι μόνο διαφέρει στατιστικά σημαντικά αλλά μειώνεται κατά πολύ. Τέλος η μεταχείριση Γ έχει τον μικρότερο αριθμό με αισθητά σημαντική διαφορά από όλες τις μεταχειρίσεις και φαίνεται να συμφωνεί και με τις μειωμένες τιμές στο νωπό βάρος φύλλων.

Η ξηρή ουσία εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές για τις μεταχειρίσεις C, Γ και Ζ με αυτές τις μεταχειρίσεις να μην διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Ακολουθεί η μεταχείριση Β που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις προηγούμενες. Τέλος όλες οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Α, Δ, Ε και Η) έχουν το χαμηλότερο ποσοστό ξηρής ουσίας όπου διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις άλλες μεταχειρίσεις.

Πίνακας 5: 2η συγκομιδή, πρώτης εποχής σποράς. Μέσοι για κάθε μεταχείριση (βάρος σε γραμμάρια και διάμετρος σε εκατοστά).

Μεταχείριση	Νωπό Βάρος φύλλων (γρ)	Διάμετρος Ροζέτας (εκ.)	Αριθμός φύλλων	Ξηρή ουσία (%)
C	1,35 στ	15,67 γ	7,13 ζ	15,3 α
A	5,98 γ	28,6 α	10,8 δ	11,4 δ
B	4,01 δ	15,23 γ	13,46 α	12,3 γ
Γ	2,8 ε	16,71 γ	8,43 ε	12,7 βγ
Δ	7,91 α	28,43 α	12,6 βγ	10,1 ε
E	6,62 β	21,07 β	13 β	10,3 ε
Z	3,03 ε	16,27 γ	12,2 γ	13,0 β
H	7,42 α	27 α	14,07 α	10,2 ε

Οι μέσοι όροι της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, με βάση το κριτήριο του Duncan ($p=0.05$).

Για τη 2η συγκομιδή της πρώτης εποχής σποράς (Πίνακας 5), όσον αφορά το νωπό βάρος των φύλλων, οι μεταχειρίσεις Δ και Η φαίνεται να έχουν τα υψηλότερα αποτελέσματα, ενώ η μεταχείριση Α φαίνεται, σε αντίθεση με την 1η συγκομιδή να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις Δ και Η. Η μεταχείριση Ε φαίνεται να διαφέρει στατιστικά από τις Η, Α και Δ αλλά παραμένει αρκετά υψηλή σε σχέση με τις υπόλοιπες. Ο Μάρτυρας (C) φαίνεται να έχει την μικρότερη τιμή απ' όλες τις μεταχειρίσεις καθώς ακόμα και οι Γ και Ζ που εμφανίζουν μικρές τιμές έχουν αισθητά μεγαλύτερες τιμές.

Η διάμετρος της ροζέτας για τις μεταχειρίσεις Η, Δ και Α δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά και εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές σε σύγκριση με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις. Ενώ η μεταχείριση Ε, όπως και στο νωπό βάρος φύλλων, παρόλο που διαφέρει στατιστικά από τις Η, Δ και Α παραμένει υψηλότερη από τις υπόλοιπες. Τέλος οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Οι μεταχειρίσεις Α και Η έδωσαν τον μεγαλύτερο αριθμό φύλλων με τις Δ, Ε και Ζ να ακολουθούν αλλά να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις προηγούμενες. Ακολουθεί η μεταχείριση Α με μικρότερο αριθμό φύλλων και στατιστικά σημαντική διαφορά. Ενώ οι μεταχειρίσεις Γ και C διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους αλλά και οι δύο έχουν τον μικρότερο αριθμό φύλλων απ' όλες τις άλλες.

Η μεταχείριση που σημείωσε τις μεγαλύτερες τιμές ξηρής ουσίας για την δεύτερη συγκομιδή της πρώτης εποχής είναι η C. Έπειτα ακολουθούν οι Β, Γ και Ζ όπου μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά αλλά σημειώνουν μικρότερο ποσοστό ξηρής ουσίας από το Μάρτυρα (C). Ακολουθεί η Α με σημαντικά στατιστική διαφορά. Τέλος το μικρότερο ποσοστό ξηρής ουσίας παρουσίασαν οι Δ, Ε και Η με τιμές που δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Σύνολο 1^{ης} και 2^{ης} κοπής

Πίνακας 6: Σύνολο μέσων όρων 1^{ης} και 2^{ης} συγκομιδής

Μεταχείριση	Νωπό Βάρος φύλλων (1 ^η συγκομιδή)	Αριθμός φύλλων (2η συγκομιδή)
C	3,66 δ	18,26 δ
A	14,27 α	27,87 β
B	5,81 γ	24,99 γ
Γ	4,27 δ	15,33 ε
Δ	15,79 α	28,93 β
E	11,99 β	29,33 β
Z	5,28 γ	23,33 γ
H	16,03 α	32,87 α

Οι μέσοι όροι της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, με βάση το κριτήριο του Duncan ($p=0.05$).

Για το συνολικό νωπό βάρος των φύλλων παρατηρούμε (Πίνακας 6) πως οι μεταχειρίσεις A, Δ και H έχουν το μεγαλύτερο σύνολο νωπού βάρους φύλλων με τιμές που δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Ακολουθεί η μεταχείριση E με στατιστικά σημαντική διαφορά απ' όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Έπειτα οι μεταχειρίσεις B και Z παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά αλλά και αισθητά μικρότερες τιμές με τις τιμές να βρίσκονται στο μισό περίπου από τη μεταχείριση A και στο 1/3 περίπου από τις μεταχειρίσεις A, Δ και H. Τέλος η μεταχείριση Γ έχει τη μικρότερη τιμή απ' όλες.

Για το συνολικό αριθμό φύλλων παρατηρούμε (Πίνακας 6) πως η μεταχείριση Η έχει τη μεγαλύτερη τιμή απ' όλες τις μεταχειρίσεις. Ακολουθούν οι Α, Δ και Ε αλλά με στατιστικά σημαντική διαφορά από τη μεταχείριση Η. Έπειτα ακολουθούν οι Β και Ζ και τελευταία είναι η C.

Πίνακας 7: Δεύτερη εποχή σποράς (βάρος σε γραμμάρια και διάμετρος σε εκατοστά).

Μεταχείριση	Νωπό Βάρος φύλλων (γρ)	Διάμετρος Ροζέτας (εκ)	Αριθμός φύλλων	Ξηρή ουσία (%)
C2	0,74 γ	12,74 γ	8,08 γ	18,3 α
A2	2,96 β	17,96 β	13,92 β	17,3 β
Δ2	5,93 α	18,92 α	18,75 α	14,8 γ
H2	5,21 α	19,08 α	19,42 α	14,9 γ

Οι μέσοι όροι της ίδιας στήλης, ακολουθούμενοι από διαφορετικά γράμματα, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, με βάση το κριτήριο του Duncan ($p=0.05$).

Για τη 2^η εποχή σποράς (Πίνακας 7) παρατηρούμε ότι οι μεταχειρίσεις Δ2 και Η2 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς το νωπό βάρος φύλλων και επίσης εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές. Ενώ ο μάρτυρας φαίνεται να έχει τη μικρότερη τιμή και μάλιστα με πολύ μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Όσον αφορά τη διάμετρο της ροζέτας φαίνεται να συμφωνεί με τα αποτελέσματα του νωπού βάρους

φύλλων με τις Δ2 και Η2 να μην διαφέρουν στατιστικά σημαντικά και το μάρτυρα να έχει αρκετά μικρότερη τιμή απ' όλες τις μεταχειρίσεις.

Το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων παρουσίασαν οι μεταχειρίσεις Δ2 και Η2 με τις τιμές να μην διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους αλλά όμως να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από την Α2 όπου απέδωσε μικρότερο αριθμό φύλλων. Τέλος η μεταχείριση C2 έχει το μικρότερο αριθμό φύλλων απ' όλες τις μεταχειρίσεις.

Το μεγαλύτερο ποσοστό ξηρής ουσίας παρουσίασε η μεταχείριση C2 και ακολουθεί με στατιστικά σημαντική διαφορά η Α2. Τέλος οι μεταχειρίσεις Δ2 και Η2 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και επίσης δίνουν το χαμηλότερο ποσοστό ξηρής ουσίας.

3.2 Συζήτηση

Οι μεταχειρίσεις που περιείχαν υπολείμματα εκκοκκισμένου βάμβακος παρουσίασαν τα καλύτερα αποτελέσματα στο νωπό βάρος φύλλων όσο, στη διάμετρο της ροζέτας όπως και στον αριθμό φύλλων γεγονός που συμφωνεί με την έρευνα των Khah et al. (2012). Επίσης πρέπει να σημειωθεί πως όχι μόνο τα φυτά των μεταχειρίσεων Α, Δ και Η είχαν καλύτερες αποδόσεις, αλλά έδειξαν και πρωιμότητα καθώς η συγκομιδή τους έγινε μια εβδομάδα νωρίτερα απ' όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Ειδικά στη 2η συγκομιδή της πρώτης εποχής φαίνεται ξεκάθαρα πλέον πως η παρουσία της οργανικής ουσίας μέσω των υποστρωμάτων έπαιξε σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη των φυτών καθώς δεν υπήρχε διαφορά, ως προς το μάρτυρα μόνο στις Α, Δ και Η αλλά σε όλες τις μεταχειρίσεις με προσθήκη οργανικής ουσίας όπως παρατηρήθηκε και στην έρευνα των Alburquerque et al. (2006). Όπως και στη 1^η συγκομιδή οι μεταχειρίσεις έδειξαν πρωιμότητα και η συγκομιδή των Α, Δ και Η έγινε μια εβδομάδα νωρίτερα επίσης.

Για τις μεταχειρίσεις με τη βαμβακόπιτα και την πίτα από αγριαγκινάρα παρατηρήθηκε πως το έδαφος, μετά από 10 μέρες περίπου και τρία ποτίσματα, άρχισε να αλλάζει η σύσταση του και να γίνεται πιο «συνεκτικό» με αποτέλεσμα κατά την διάρκεια της άρδευσης το νερό να ξεπλένεται από τα πλάγια στις γλάστρες και μια μικρή ποσότητα αυτού να φτάνει στις ρίζες. Για αυτό το λόγο και τα φυτά φαίνονταν να μην μπορούν να αναπτύξουν γερό ριζικό σύστημα και να μπορέσουν να αποδώσουν. Η χρήση λοιπόν υλικών που πέρασαν από το μηχάνημα θρυμματισμού φαίνεται να είχε αρνητική επίδραση στη δομή του εδάφους. Ίσως με απευθείας χρήση του μη θρυμματισμένου προϊόντος έκθλιψης τα αποτελέσματα να ήταν πιο θετικά.

Στη δεύτερη εποχή σποράς παρόλο που οι αποδόσεις ήταν μικρότερες από την πρώτη εποχή φαίνεται και πάλι η διαφορά στην απόδοση για τις μεταχειρίσεις με τα υπολείμματα εκκοκκισμένου βάμβακος ακόμα και από τη μεταχείριση με τύρφη (Α).

Συνοπτικά λοιπόν:

1) Οι μεταχειρίσεις με υπολείμματα εκκοκκισμένου βάμβακος φαίνεται να έχουν την ίδια, ίσως και καλύτερη, απόδοση από τη τύρφη που είναι το κατεξοχήν

χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα αλλά έχει ιδιαίτερα υψηλό κόστος και επιβάρυνση στο οικοσύστημα των τυρφώνων (Khah et al. 2012).

2) Παράλληλα με την καλή απόδοση υπάρχει πρωιμότητα.

3) Στη 2^η συγκομιδή της πρώτης σποράς η παρουσία οργανικής ουσίας δίνει καλύτερες αποδόσεις, με τα υπολείμματα εκκοκκισμένου βάμβακος να ξεπερνούν ακόμα και τη τύρφη.

4) Στη περίπτωση της δεύτερης εποχής σποράς τα υπολείμματα εκκοκκισμένου βάμβακος έχουν εμφανώς καλύτερη απόδοση.

5) Για την πίτα αγριαγκινάρας και τη βαμβακόπιτα ίσως είναι καλύτερη η απευθείας χρήση του προϊόντος έκθλιψης χωρίς να δεχθεί θρυμματισμό.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αλιμπέρτης, Α., 1994. Κρήτη το φαράγγι της Σαμαριάς και τα φυτά του. Τυποκρέτα. Σελ. 68-69
2. Βιαννιτάκης, Μ., 2009. <<Κομποστοποίηση φυτικών υπολειμμάτων χρυσάνθεμου και αξιολόγηση του παραγόμενου προϊόντος σε καλλιέργεια χρυσάνθεμου>> Πτυχιακή εργασία, Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης.
3. Δρακόπουλος, Π., 2011. <<Ενεργειακες καλλιέργειες αγριοαγκινάρας και ηλίανθου στον Ελλαδικό χώρο>>. Πτυχιακή Διατριβή Α.Τ.Ε.Ι, Καλαμάτα.
4. Κούντριας, Γ., 2014. <<Διαχείριση αζώτου, Φωσφόρου, Καλίου και ιχνοστοιχείων σε καλλιέργεια ελιάς>> Μεταπτυχιακή Διατριβή, Βολος.
5. Κορωνίου, Η., 2009. <<Βιολογική καλλιέργεια αγγουριού με χρήση διαφορετικών θρεπτικών υποστρωμάτων>>. Πτυχιακή εργασία, Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας.
6. Παπαχαράλαμπος, Χ., 2015. <<Η χρήση του ζεόλιθου και κοπριάς αγροτικών ζώων ως εναλλακτικων πηγών θρέψης της τομάτας>> Μεταπτυχιακή Διατριβή, Βόλος.
7. Παζαράς, Β., 2014. <<Επίδραση της άρδευσης και της λίπανσης στην αύξηση και την παραγωγικότητα της αγριοαγκινάρας στη δυτική Θεσσαλία>> Πτυχιακή Διατριβή, Βόλος.
8. Παπακώστα, Δ., 2013. Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Συγχρονη Παιδεία. Σελ. 17-123

9. Πουρνάρα, Α., 2011. <<Μελέτη της επίδρασης της απόστασης φύτευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum* L.). Πτυχιακή διατριβή, Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας.

Αγγλική βιβλιογραφία:

1. Alburquerque, JA., Gonzalvez, J., Garcia, D and Ceggara, J. 2006. Composting of a solid olive-mill by-product ("alpe-rujo") and the potential of the resulting compost for cultivating pepper under commercial conditions. *Waste Management*, 26:620-626.
2. Khah, EM, Petropoulos, SA, Karapanos, IC and Passam, HC. 2012. Evaluation of growth media incorporating cotton ginning by-products for vegetable production. *Compost Science and Utilization*, 20(1):24-28
3. Klados, E., Tzortzakis, N. 2014. Effects of substrate and salinity in hydroponically grown *Cichorium spinosum*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 14(1):211-222.
4. Mahamud, S and Manisah, MD 2007. Preliminary studies on sago waste as growing medium for tomato. *Acta Horticulturae*, 742:163-168.
5. Meikle RD. 1985. *Flora of Cyprus*. The herbarium, published by the Bentham – Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew, 2, 990-991.
6. Petropoulos, SA, Fernandes, A, Ntatsi, G, Levizou, E, Barros, L, Ferreira, ICFR. 2016. Nutritional profile and chemical composition of *Cichorium spinosum* ecotypes. *LWT - Food Science and Technology* 73:95-101.
7. Sanchez-Monedero, MA, Roiq, A, Cegarra, J, Bemal, MP, Noquera, P, Abad, M., and Anton, A. 2004. Composts as media constituents for vegetable transplant production. *Compost Science and Utilization*, 12(2):161-168.

8. Tsakonas, A, Stergiou, V, Polyssiou, M, Akoumianakis, C., and Passam, HC. 2005. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) based substrates for the production of compact plants. *Industrial Crops and Products*, 21:223-227.