



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

Πανεπιστήμιο Πατρών  
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών  
Τμήμα Γεωπονίας

**Ανάπτυξη φυτών πιπεριάς τουρσί σε διάφορους τύπους εδαφών  
με ενσωμάτωση εδαφοβελτιωτικών**



Πτυχιακή εργασία του φοιτητή  
**Γεωργίου Παπαδόπουλου**

Αμαλιάδα 2019

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Α. Λιόπα-Γσακαλίδη

## **Αντί προλόγου**

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στο εργαστήριο Βοτανικής και Ζιζανιολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Δρ. Α. Λιόπα–Τσακαλίδη για την αδιάκοπη επιστημονική καθοδήγηση, την πολύπλευρη βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές και το ειλικρινές ενδιαφέρον της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Για την αγάπη και την υπομονή τους, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ, στους γονείς μου Παναγιώτη και Μαρία, οι οποίοι με στηρίζουν και με βοηθούν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

# Περιεχόμενα

	Αντί Προλόγου	2
	Περιεχόμενα	3
	Περίληψη	6
	Σκοπός της Εργασίας	8
1	Θεωρητικό μέρος	9
	<b>Κεφαλαίο 1</b>	9
1.1	Πιπεριά σταυρός ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	9
1.1.1	Συστηματική ταξινόμηση	9
1.1.2	Καταγωγή-Ιστορικό	10
1.1.3	Γεωγραφική εξάπλωση της Πιπεριάς ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	10
1.2	Μορφολογικά Χαρακτηριστικά	12
1.3	Καλλιέργεια της πιπεριάς Σταυρός	14
1.3.1	Τρόπος πολλαπλασιασμού	14
1.3.2	Έδαφος και άρδευση	14
1.3.3	Μεταφύτευση	15
1.3.4	Συγκομιδή	16
1.3.5	Συσκευασία-Αποθήκευση	16
	<b>Κεφάλαιο 2</b>	18
2.1	Εδαφοβελτιωτικά	18
2.1.1	Βιο-άνθρακας (biochar)	18
2.1.2	Χιτίνη (chitin) (C <sub>8</sub> H <sub>13</sub> O <sub>5</sub> N) <sub>n</sub>	19
2.1.3	Ζωική κοπριά	21
	<b>Κεφάλαιο 3</b>	23
3.1	Βλαστικότητα Σπόρου	23
3.1.1	Αύξηση και ανάπτυξη του εμβρύου	24
3.2	Βιολογικός Κύκλος Φυτού	25
3.2.1	Βλάστηση του σπόρου	25
3.2.2	Αύξηση φυτού	25
3.2.3	Ανάπτυξη φυτού	26

3.2.4	Περίοδος νεαρού φυτού	27
2	<b>Πειραματικό Μέρος</b>	28
	Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar), της χιτίνης (chitin) και ζωικών κοπριών δύο τύπων και της θερμοκρασίας στη βλαστική ικανότητα των σπόρων πιπεριάς σταυρός ( <i>Capsicum annuum</i> L. cv. Stavros)	28
2.1	Υλικά και Μέθοδοι	28
2.2	Αποτελέσματα	30
2.2.1	Επίδραση της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα σπόρων σε υπόστρωμα βιοάνθρακα	30
2.2.2	Επίδραση της θερμοκρασίας στην αύξηση φυταρίων σε υπόστρωμα βιοάνθρακα	31
2.2.3	Επίδραση του όξινου και αλκαλικού εδαφικού υποστρώματος στη βλαστικότητα των σπόρων με βιοάνθρακα	33
2.2.4	Επίδραση του όξινου και αλκαλικού εδαφικού υποστρώματος στην αύξηση των φυταρίων με βιοάνθρακα	33
2.3.1	Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων σε υπόστρωμα χιτίνης σε δύο θερμοκρασίες	35
2.3.2	Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων με προσθήκη χιτίνης σε δυο τύπους εδαφών	36
2.4.1	Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων σε υπόστρωμα ζωικής κοπριάς σε δύο θερμοκρασίες	38
2.4.2	Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων με προσθήκη ζωικής κοπριάς σε δυο τύπους εδαφών	42
2.5	Συμπεράσματα	47
	Βιβλιογραφία	48

# Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από το θεωρητικό και το πειραματικό μέρος. Το θεωρητικό μέρος περιέχει τρία κεφάλαια. Το **πρώτο κεφάλαιο** περιλαμβάνει την συστηματική ταξινόμηση και περιγραφή του φυτού την καταγωγή με το ιστορικό, την γεωγραφική εξάπλωση μια μικρή περιγραφή της πιπεριάς σταυρός. Το **δεύτερο κεφάλαιο** αναφέρεται: σε όξινα και αλκαλικά εδάφη και στην συνέχεια δίνεται μια περιγραφή στον βιοάνθρακα (biochar) στη χιτίνη (chitin), και στην ζωική κοπριά προβάτου και αλόγου. Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρατίθενται γενικά στοιχεία για τη βλαστικότητα των σπόρων, την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Στο πειραματικό μέρος παρουσιάζεται η μελέτη της επίδρασης α) 0%, 2%, 4%, 6%, 8% και 10% βιοάνθρακα (biochar), β) 0%, 2%, 3%, 4% χιτίνης (chitin) στους 24 °C και 28 °C σε θάλαμο ανάπτυξης και γ) της ενσωμάτωσης δύο ειδών ζωικής κοπριάς, γα) 0%, 2%, 3%, 4% κοπριά αλόγου ή γβ) προβάτου στους 24 °C και 28 °C σε όξινα και αλκαλικά εδαφικά υποστρώματα στη βλάστηση των σπόρων και στην αύξηση των φυταρίων πιπεριάς τουρσί. Ο βιοάνθρακας και στις δυο θερμοκρασίες αύξησε τη βλαστική ικανότητα και η αύξηση αυτή ήταν μεγαλύτερη στη χαμηλή θερμοκρασία των 24 °C. Η παρουσία του βιοάνθρακα και στις δυο θερμοκρασίες αύξησε το ύψος των φυταρίων. Στο όξινο έδαφος η βλαστική ικανότητα ήταν 26%, και στο αλκαλικό έδαφος 49%. Το ύψος των φυταρίων στο όξινο έδαφος ήταν πολύ μικρό και η προσθήκη του βιοάνθρακα αύξησε σημαντικά το μήκος σε όλα τα υποστρώματα. Αντιθέτως στο αλκαλικό έδαφος το ύψος των φυταρίων ήταν μεγαλύτερο του όξινου και η παρουσία του βιοάνθρακα μείωσε το ύψος των φυταρίων. Η χιτίνη και στις δυο θερμοκρασίες μείωσε την βλαστική ικανότητα των σπόρων και τα ύψη των φυταρίων. Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα ήταν 42% και στο αλκαλικό ήταν 82%. Η προσθήκη 2% και 3% χιτίνης στα όξινα εδαφικά υποστρώματα αύξησε το ύψος των φυταρίων και την βλαστική ικανότητα των σπόρων, η οποία ήταν 52% και 57% αντίστοιχα. Στα αλκαλικά εδαφικά υποστρώματα η προσθήκη 3% και 4% χιτίνης μείωσε την βλαστική ικανότητα των σπόρων και το ύψος των φυταρίων, το οποίο ήταν ίδιο σε όλα τα ποσοστά προσθήκης της χιτίνης. Η ζωική κοπριά (αλόγου ή προβάτου) και στις δυο θερμοκρασίες μείωσε την βλαστική ικανότητα των σπόρων. Στους 28 °C η βλαστική ικανότητα των σπόρων στα ζωικά υποστρώματα ήταν χαμηλότερη σε σύγκριση με την αντίστοιχη στους 24 °C. Η παρουσία της κοπριάς αλόγου

και στις δυο θερμοκρασίες αύξησε το ύψος των φυταρίων σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μάρτυρα. Η κοπριά προβάτου μείωσε σημαντικά το ύψος των φυταρίων στους 24 °C σε σύγκριση με το μάρτυρα και στους 28 °C τα φυτά δεν αναπτύχθηκαν. Επίσης αυξήθηκε η βλαστική ικανότητα των σπόρων παρουσία της κοπριάς αλόγου στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα σε σύγκριση με το μάρτυρα. Το ύψος των φυταρίων στις όξινες εδαφικές συνθήκες με ζωική κοπριά αυξήθηκε ενώ μειώθηκε στις αλκαλικές συνθήκες σε σύγκριση με το μάρτυρα.

## Σκοπός της Εργασίας

Ο σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης του biochar, της χιτίνης και της ζωικής κοπριάς δύο τύπων στη βλαστικότητα των σπόρων και στην ανάπτυξη των φυταρίων της πιπεριάς τουρσί ποικιλία Σταυρός (*Capsicum annuum* L cv. Stavros). Αρχικά, έγινε μια σύντομη περιγραφή της πιπεριάς Σταυρού, και στη συνέχεια περιγράφονται μερικά εισαγωγικά στοιχεία για το βιοάνθρακα (biochar), τη χιτίνη και τις ζωικές κοπριές, ορισμένα γενικά στοιχεία για τη βλαστικότητα σπόρου, ενώ γίνεται και μια αναφορά στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Κατόπιν μελετήθηκε η επίδραση των εδαφών με βιοάνθρακα (biochar), χιτίνη και ζωικές κοπριές στη βλαστική ικανότητα των σπόρων και στην αύξηση του μήκους των φυταρίων σε θερμοκρασίες 24°C και 28°C.

# Θεωρητικό μέρος

## Κεφάλαιο 1

### 1.1 Πιπεριά σταυρός (*Capsicum annuum* L.)

#### 1.1.1 Συστηματική ταξινόμηση

Η καλλιεργούμενη πιπεριά *Capsicum annuum* L. ανήκει στην οικογένεια Solanaceae στην οποία ανήκουν πολλά σημαντικά λαχανικά όπως η πατάτα, η τομάτα και η μελιτζάνα. Στο ίδιο γένος κατατάσσονται και άλλα είδη, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι:

*Capsicum baccatum*: Πρόκειται για είδος που καλλιεργείται κυρίως στη Ν. Αφρική και προσαρμόζεται εύκολα στο κλίμα της χώρας μας. Η στεφάνη του άνθους είναι κίτρινη με καφέ στίγματα και τα σέπαλα του κάλυκα είναι ευδιάκριτα.

*Capsicum annuum*: Είναι το πιο διαδεδομένο είδος και περιλαμβάνει γλυκές και καυτερές πιπεριές. Οι πιπεριές αυτού του είδους προορίζονται για κατανάλωση, καθώς και για την παραγωγή της μαγειρικής σκόνης «πάπρικα». Χαρακτηρίζεται από υψηλή βλαστική ικανότητα των σπόρων και ζωηρή ανάπτυξη των φυτών αλλά έχει μειωμένη αντοχή στις ασθένειες. Τα άνθη έχουν μικρό κάλυκα, στεφάνη με λευκά πέταλα και ιώδεις ανθήρες. Τα φυτά αυτού του είδους είναι μονοετή και ελάχιστα διετή ποώδη. Σε αυτό το είδος διακρίνουμε δύο βοτανικές ποικιλίες: την *minimum* και την *annuum*.

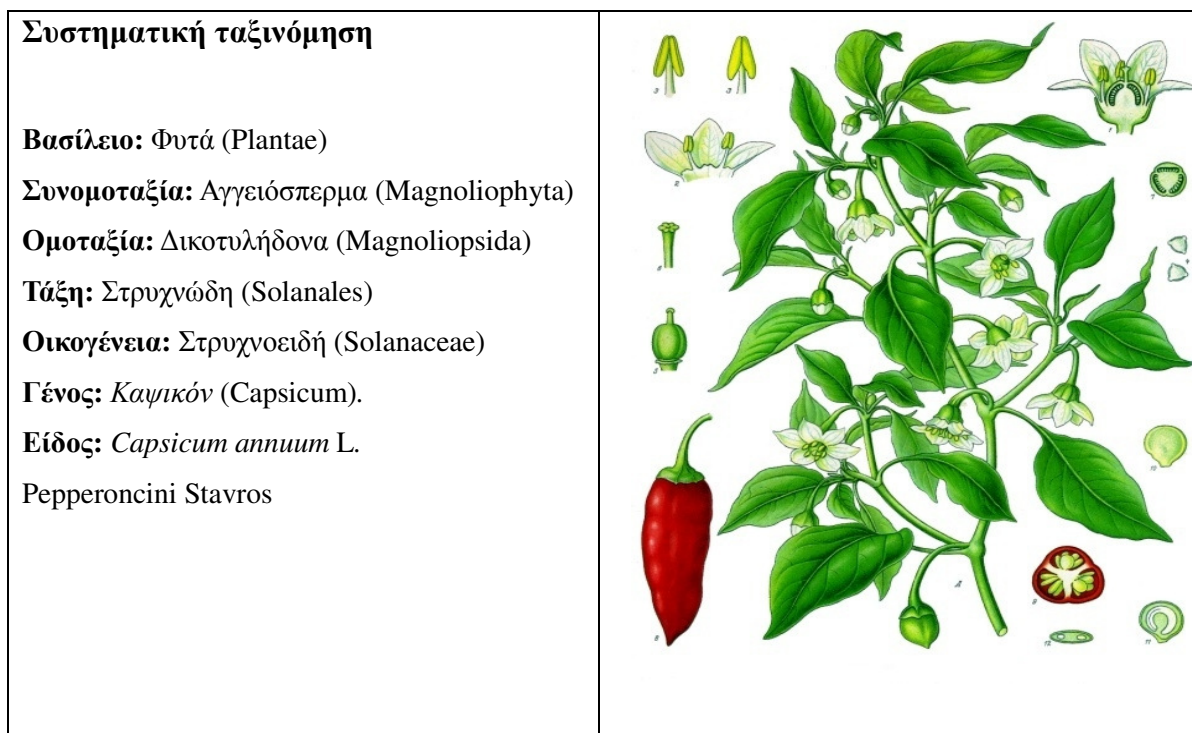
*Capsicum pubescens*: Προέρχεται από τις Άνδεις, αντέχει σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Οι βλαστοί και τα φύλλα έχουν χνούδι. Το άνθος αποτελείται από κόκκινη στεφάνη, ο καρπός έχει παχιά σάρκα και οι σπόροι του έχουν σκούρο χρώμα. Το περισπέρμιο του σπόρου είναι ζαρωμένο, ενώ τα άλλα είδη έχουν λείο περισπέρμιο και ο σπόρος είναι κίτρινου χρώματος.

*Capsicum frutescens*: Είναι φυτό πολυετές με αργό ρυθμό ανάπτυξης το οποίο καλλιεργείται σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες. Σε κάθε κόμβο εμφανίζονται 2 άνθη με γαλακτώδη, πρασινο-κιτρινόλευκη στεφάνη και ιώδεις ανθήρες.

*Capsicum sinense*: Καλλιεργείται στις περιοχές του Αμαζόνιου ενώ οι άγριοι τύποι καλλιεργούνται στη τροπική ζώνη της Ν. Αμερικής. Καλλιεργείται επίσης στην Αφρική



όπου παράγονται καρποί που είναι πιο καυστικοί. Τα άνθη εκφύονται 3 με 5 σε κάθε διακλάδωση και φέρουν στένωση κάτω από τον κάλυκα (Ολύμπιος, 2001).



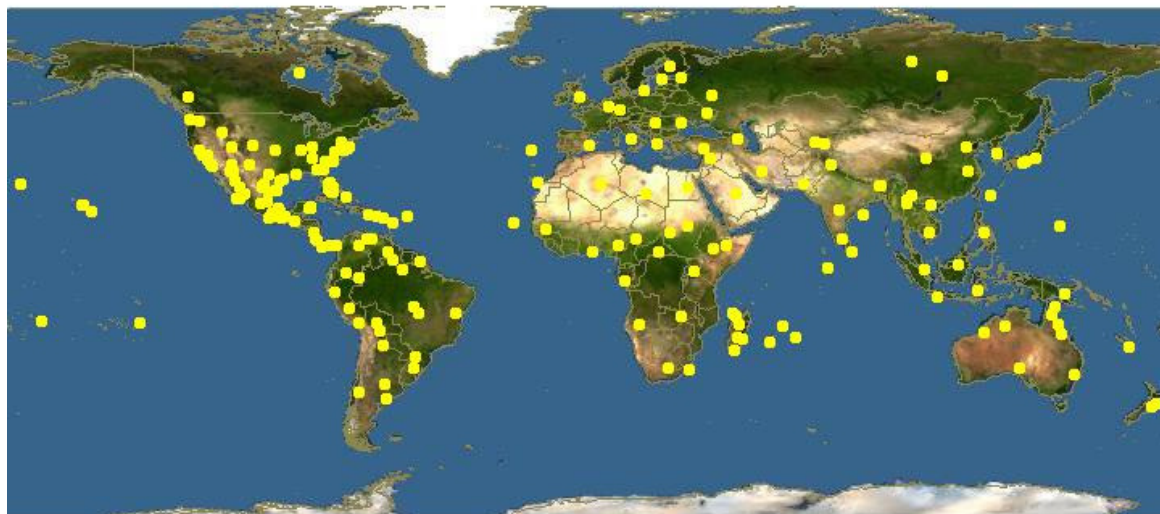
### 1.1.2 Καταγωγή – Ιστορικό

Η πιπεριά κατάγεται από την νότια Αμερική και συγκεκριμένα από την περιοχή του Μεξικό και του Περού, όπου αρχαιολογικές ανασκαφές δείχνουν ότι οι ιθαγενείς κάτοικοι της περιοχής χρησιμοποιούσαν το συγκεκριμένο φυτό πριν από χιλιάδες χρόνια. Στην Ευρώπη μεταφέρθηκε από τον 16<sup>ο</sup> αιώνα και μετά, κυρίως με τα ταξίδια του Κολόμβου. Η Ινδία επίσης αποτελεί πολύ σημαντική χώρα παραγωγής και κατανάλωσης σε παγκόσμια κλίμακα, κυρίως όσον αφορά την κόκκινη πιπεριά. Στην Ελλάδα η πιπεριά δεν καλλιεργείται σε πολύ μεγάλες εκτάσεις, ενώ η καλλιέργεια εντοπίζεται κυρίως σε πλαστικά θερμοκήπια. Σχεδόν ολόκληρη η παραγωγή καταναλώνεται στην εγχώρια αγορά, με πολύ μικρές ποσότητες να προωθούνται για εξαγωγές.

*Χρωμοσωμική σύνθεση:*  $2n = 24$ , και σε μερικές άγριες ποικιλίες όπως οι *C. buforum*, *C. carylopodium* and *C. Cornutum* έχει παρατηρηθεί σύνθεση  $2n = 26$  (Doi:10.4025/actasciagron.v37i2.19485).

### 1.1.3 Γεωγραφική εξάπλωση της Πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.)

Η πιπεριά *Capsicum annuum* L παράγεται και καταναλώνεται σε παγκόσμια κλίμακα, ενώ είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στις περιοχές από τις οποίες προήλθε, και συγκεκριμένα την Κεντρική και Λατινική Αμερική (Εικ.1.3).



Εικόνα 1.3: Γεωγραφική εξάπλωση της πιπεριάς *Capsicum annuum* L. (Πηγή: [https://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make\\_map&kind=Capsicum+annuum](https://www.discoverlife.org/mp/20m?act=make_map&kind=Capsicum+annuum)).

### 1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Είναι φυτό ποώδες ή θαμνώδες, πολύκλαδο και ορθόκλαδο, με ύψος από 30 cm μέχρι 2 m (*Capsicum frutescens*). Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες στη χώρα μας, οι οποίες είναι ετήσιες και ανήκουν στο είδος *Capsicum annuum* L., δεν ξεπερνούν τα 75 cm σε ύψος στον αγρό. Το ριζικό της σύστημα είναι πασσαλώδες το οποίο μετά τη μεταφύτευση, λόγω τραυματισμού του, αναπτύσσει και δευτερεύουσες πλάγιες ρίζες. Το ριζικό σύστημα του φυτού σε βαθύ έδαφος, χωρίς αδιαπέραστους ορίζοντες, μπορεί να φτάσει σε βάθος μέχρι 1 m.

Ο βλαστός του φυτού αρχικά είναι μονοστέλεχος. Στη συνέχεια, διακλαδίζεται σχηματίζοντας δύο νέους βλαστούς (βλαστοί πρώτης τάξης) ενώ μεταξύ αυτών σχηματίζεται ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός που ονομάζεται βασικός οφθαλμός και θα δώσει τον πρώτο καρπό. Κάθε βλαστός πρώτης τάξης, μετά από την παραγωγή ενός ή δυο

φύλλων διακλαδίζεται και δίνει δύο νέους βλαστούς στη βάση των οποίων σχηματίζεται νέος ανθοφόρος οφθαλμός και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται και στους νεότερους βλαστούς δίνοντας θαμνώδη μορφή στο φυτό καθώς αναπτύσσεται. Τα φύλλα είναι απλά, ελλειπτικά, ακέραια και οξύληκτα, χρώματος έντονου πράσινου. Ο μίσχος του φύλλου έχει μήκος 3-5cm. Τα άνθη είναι λευκά ή λευκοπράσινα και φέρονται στη βάση κάθε διακλάδωσης, μονήρη ή κάποιες φορές ανά 2-3 με συστέπαλο πεντάλοβο κάλυκα και στεφάνη τροχοειδή, συνήθως πεντάλοβη. Το πλήθος των στημόνων είναι 5 και σπανίως 6 ή 7, με ανθήρες ιώδους απόχρωσης. Η ωοθήκη είναι δίχωρη, τρίχωρη ή τετράχωρη και φέρει στύλο μεγαλύτερου μήκους από τους στήμονες.

Η πιπεριά είναι φυτό ουδέτερο στο φωτοπεριοδισμό, έτσι ο σχηματισμός και η εμφάνιση των ανθέων δεν επηρεάζεται σημαντικά από το μήκος της ημέρας. Ο καρπός είναι ράγα ποικίλης μορφής και μεγέθους, πολύσπερμη, με κοιλότητα μεταξύ του πλακούντα και των τοιχωμάτων του καρπού, πράσινη στην αρχή και κόκκινη, καστανέρυθρη, κίτρινη, πορτοκαλί ή μοβ αργότερα.

Η γεύση του είναι γλυκιά έως καυτερή ενώ η καυστικότητα του οφείλεται σε αλκαλοειδή καυστική ουσία, την καψαϊκίνη, που βρίσκεται στο περικάρπιο και κυρίως στον πλακούντα. Στους τύπους Cayenne, Jalapeño και Tabasco, η ουσία αυτή διαχέεται σε ολόκληρο τον καρπό. Η ουσία αυτή σε καθαρή κρυσταλλική μορφή, χρησιμοποιείται από την φαρμακευτική βιομηχανία για την παρασκευή τοπικών αναλγητικών που παράγουν αίσθηση θερμότητας (Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 9/2005).

**Ποικιλία Πελοποννήσου "Σταυρός":** Είναι πρώιμη ποικιλία με καρπούς μικρής καυστικότητας, κατάλληλη για βιομηχανική χρήση για την παραγωγή τουρσί. Ο καρπός είναι πράσινου ανοιχτού χρώματος πριν την ωρίμανση, με διαστάσεις  $(8.0 \pm 0.5)$  cm επί  $(2.0 \pm 0.5)$  cm με λεπτή πεπιεσμένη τρίλοβη ή τετράλοβη κορυφή (Εικ.1.4). Το πάχος της σάρκας είναι  $(0.9 \pm 0.1)$  cm και το μέσο βάρος του καρπού είναι 4 g. Ως ποικιλία είναι ιδιαίτερα παραγωγική ποικιλία και προτιμάται από τις βιομηχανίες (Γεωργία και ανάπτυξη, 1993).



Εικόνα 1.4: Σπόροι, άνθη, βλαστοί και καρποί *Capsicum annuum* L cv. Stavros (Πηγή: Google Images).

### 1.3 Καλλιέργεια της πιπεριάς Σταυρός

#### 1.3.1 Τρόπος πολλαπλασιασμού

Η απευθείας σπορά της πιπεριάς αποφεύγεται γιατί βλάστηση του σπόρου είναι ιδιαίτερα απαιτητική όσον αφορά τις περιβαλλοντικές συνθήκες και η ανάπτυξη του σπορόφυτου αναστέλλεται μονίμως σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για αυτόν το λόγο, η σπορά γίνεται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, τα σπορεία, προστατευμένους από τις χαμηλές

θερμοκρασίες του χειμώνα. Για τις πρώιμες υπαίθριες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται τα λεγόμενα θερμοσπορεία (θερμαινόμενα) και η σπορά γίνεται κατά τον Ιανουάριο-Φεβρουάριο. Για τις όψιμες υπαίθριες καλλιέργειες χρησιμοποιούνται σπορεία υπαίθρια (ψυχρά) και η σπορά γίνεται κατά το Μάρτιο - Απρίλιο όταν οι θερμοκρασίες σταθεροποιηθούν. Για καλλιέργειες θερμοκηπίου, η σπορά στις νότιες θερμότερες περιοχές γίνεται τον Αύγουστο – Σεπτέμβριο και στις βόρειες ψυχρότερες στις αρχές του χειμώνα. Κατά τη σπορά, είναι επιθυμητές οι θερμοκρασίες 20-25°C, ενώ μετά τη βλάστηση θερμοκρασίες 18-20°C κατά τη διάρκεια της ημέρας και 15°C κατά τη διάρκεια της νύχτας. Συνήθως η σπορά γίνεται δυο μήνες πριν την φύτευση των φυτών στον αγρό ή σε θερμοκήπιο. Το σπορείο θα πρέπει να επιβλέπεται συχνά ώστε η θερμοκρασία και ο φωτισμός να ρυθμίζονται ανάλογα με τις ανάγκες για βελτιστοποίηση των συνθηκών, να γίνονται αραιώματα των φυτών όπου απαιτείται και να παρέχεται η απαραίτητη φυτοπροστασία όταν χρειαστεί.

### **1.3.2 Έδαφος και άρδευση**

Η προετοιμασία του αγρού περιλαμβάνει ένα βαθύ όργωμα σε βάθος 30-40cm που συνήθως γίνεται το χειμώνα. Νωρίς την άνοιξη, γίνεται κατεργασία του εδάφους με φρέζα, ενώ λίγο πριν τη μεταφύτευση γίνεται μια τελευταία κατεργασία με φρέζα για την ενσωμάτωση του βασικού λιπάσματος και εντομοκτόνου εδάφους. Αμέσως μετά τη φύτευση πρέπει να ακολουθήσει άρδευση, η οποία πρέπει να συνεχιστεί σταθερά μέχρι να διασφαλιστεί ικανοποιητική εδαφική υγρασία. Η άρδευση με σταλάκτες, η οποία εφαρμόζεται με τοποθέτηση των σταλακτηφόρων σωλήνων κατά μήκος των γραμμών φύτευσης, θεωρείται το βέλτιστο αρδευτικό σύστημα. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση νερού και αποφεύγεται η κατάκλυση του εδάφους αποφεύγοντας τη δημιουργία ασφυκτικών συνθηκών στο ριζικό σύστημα του φυτού. Ωστόσο, σε ορισμένα εδάφη όπως τα αμμώδη, αυτό μπορεί να είναι μειονέκτημα, καθώς η διαβρεχόμενη ζώνη είναι πολύ στενή και άρα η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος περιορισμένη.

Κατά την ανάπτυξη των φυτών πρέπει να γίνονται ελαφρά σκαλίσματα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων και τον αερισμό του εδάφους.

### **1.3.3 Μεταφύτευση**

Μια πρώτη μεταφύτευση από τα κιβώτια σποράς γίνεται 12-20 ημέρες μετά τη σπορά, ανάλογα με τη θερμοκρασία, όταν τα νεαρά σπορόφυτα βρίσκονται στο στάδιο των κοτυληδόνων. Η μεταφύτευση αυτή γίνεται σε γλαστράκια διαστάσεων 10x10cm. Το φυτάριο εξάγεται με προσοχή και κρατείται από τις κοτυληδόνες. Στη συνέχεια τοποθετείται σε τρύπα του υποστρώματος στο γλαστράκι ώστε η ρίζα να βρεθεί στο ίδιο βάθος που ήταν και πριν στο κιβώτιο. Συμπιέζεται η επιφάνεια του εδάφους γύρω από το φυτό και ακολουθεί πότισμα. Τα νεαρά φυτά είναι έτοιμα για την οριστική τους μεταφύτευση όταν εμφανιστεί ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός. Πέρα από αυτό το στάδιο, τα φυτά αναπτύσσονται δυσκολότερα στη νέα τους θέση ενώ η βλαστική τους ανάπτυξη είναι περιορισμένη και οδηγεί σε οψίμιση της παραγωγής. Εμπειρικά, η τελική μεταφύτευση γίνεται όταν τα φυτά αποκτήσουν 6-8 πραγματικά φύλλα. Σε ένα στρέμμα θερμοκηπίου μπορούν να φυτευτούν 1800-4000 φυτά. Για καλλιέργειες μικρής διάρκειας μπορεί να αυξηθεί ακόμη περισσότερο η πυκνότητα φύτευσης. Ο τρόπος φύτευσης θα εξαρτηθεί από το σχέδιο του θερμοκηπίου, από το σύστημα θέρμανσης και από το σύστημα υποστύλωσης των φυτών. Ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος μεταφύτευσης που εξασφαλίζει στα φυτά αφράτο έδαφος και δίνει τη δυνατότητα φιλοξενίας μεγαλύτερου αριθμού φυτών στο θερμοκήπιο είναι αυτό της διπλής γραμμής φύτευσης με τους διαδρόμους εκατέρωθεν. Το πλάτος του διαδρόμου πρέπει να είναι 90-100 cm, οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης 40-50 cm και οι αποστάσεις των φυτών επί της γραμμής 30-50cm. Όταν εφαρμόζονται αυτές οι αποστάσεις φύτευσης, τα φυτά θα πρέπει να διαμορφώνονται σε διστέλεχο σύστημα (δύο βλαστοί ανά φυτό), διαφορετικά οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών πρέπει να είναι μεγαλύτερες.

### **1.3.4 Συγκομιδή**

Στην πιπεριά, ο ανώριμος καρπός είναι ρυτιδωμένος επιφανειακά και με πράσινο θαμπό χρώμα. Ο καρπός θεωρείται ώριμος για συγκομιδή όταν αποκτήσει σκούρο πράσινο και γυαλιστερό χρώμα και μέγιστο μέγεθος. Η συγκομιδή γίνεται βέβαια τμηματικά και το στάδιο ωριμότητας του καρπού μπορεί να ποικίλλει ανάλογα και με το σκοπό της καλλιέργειας και τη ζήτηση της αγοράς. Οι μεγάλες γλυκές πιπεριές συνήθως

συγκομίζονται πράσινες όταν προορίζονται για διάθεση ως νωπές στην αγορά, αν και τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξημένη ζήτηση και για κόκκινες πιπεριές. Η κονσερβοποίηση απαιτεί την ανάπτυξη έντονου κόκκινου χρωματισμού. Έχει αποδειχτεί ότι οι καρποί πιπεριάς που αφήνονται πάνω στο φυτό να ωριμάσουν, για ανάπτυξη χρώματος, διατηρούνται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι οι καρποί που συγκομίζονται πρώιμα. Οι ώριμοι καρποί μπορούν, συνήθως, να παραμείνουν πάνω στο φυτό για κάποιο χρονικό διάστημα χωρίς να αλλοιωθούν και κατά τη μεταφορά τους είναι ανθεκτικότεροι. Η αποκοπή του καρπού της πιπεριάς, γίνεται με το χέρι, με περιστροφή του ποδίσκου του. Ο καρπός αποσπάται αφήνοντας πάνω στο φυτό ένα τμήμα του ποδίσκου. Ο ποδίσκος που αποσπάται με τον καρπό συμβάλλει σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του φρέσκου καρπού μετασυλλεκτικά, γιατί δεν χάνεται πολύ υγρασία από την τομή. Συνήθως ένα πότισμα πριν, καθιστά τη συγκομιδή ευκολότερη γιατί οι καρποί κόβονται ευκολότερα ενώ το βάρος τους αυξάνεται. Η συγκομιδή, όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, γίνεται κάθε 10-12 ημέρες ενώ όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές γίνεται δύο φορές την εβδομάδα. (Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 9/2005).

### **1.3.5 Συσκευασία - Αποθήκευση**

Τη συγκομιδή ακολουθεί η διαλογή των καρπών κατά μέγεθος, σχήμα και χρώμα και η συσκευασία τους σε χάρτινα ή ξύλινα κιβώτια. Οι καρποί διατηρούνται σε καλή κατάσταση για 40 περίπου ημέρες σε θερμοκρασία λίγο πάνω από 0° C και σχετική υγρασία 95-98%. Στους 4°C η πιπεριά διατηρείται καλά για περίπου 4 εβδομάδες ενώ στους 10°C για 2 εβδομάδες. Η συντήρηση των καρπών μετά τη συγκομιδή τους γίνεται συνήθως σε ψυγεία με θερμοκρασία 6-10°C και σχετική υγρασία 85-90%. Σε αυτές τις συνθήκες το προϊόν διατηρείται αρκετές ημέρες σε καλή κατάσταση. Άνοδος της θερμοκρασίας μειώνει το χρόνο συντήρησης, ενώ θερμοκρασίες λίγο κάτω από 0°C προκαλούν ζημιά στους καρπούς (Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 9/2005)

## Κεφάλαιο 2

### 2.1 Εδαφοβελτιωτικά

Τρόποι βελτίωσης της γονιμότητας είναι η προσθήκη λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών. Τα **εδαφοβελτιωτικά** προκαλούν βελτίωση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους. Η χρήση εδαφοβελτιωτικών συμβάλει στην αύξηση της οργανικής ουσίας, ώστε να επιτευχθεί, αύξηση της συνεκτικότητας εδαφών, βελτίωση της δομής του εδάφους, και αύξηση της ικανότητας συγκράτησης υγρασίας και τελικά βελτίωση της γονιμότητας. Η εφαρμογή εδαφοβελτιωτικών αποτελεί μια διαδεδομένη καλλιεργητική τεχνική, η οποία επιδρά θετικά στην ανάπτυξη των φυτών. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση στη χρήση εδαφικών μιγμάτων καθώς βελτιώνουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών. Στα εδάφη με χαμηλή στράγγιση και αερισμό είναι απαραίτητη η ανάπλαση τους με κοπριά, ή άλλα οργανικά υλικά για την βελτίωση συνθηκών υγρασίας και αερισμού καθώς και των χημικών ιδιοτήτων τους.

Τα **εδαφοβελτιωτικά** χρησιμοποιούνται στη λαχανοκομία, όπου η εντατική εκμετάλλευση του εδάφους η συχνή κατεργασία και η πλήρης σχεδόν απομάκρυνση των καλλιεργούμενων φυτών είναι δυνατόν να έχει σαν αποτέλεσμα τη χειροτέρευση των εδαφικών συνθηκών. Τα **εδαφοβελτιωτικά** μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης σε σπορεία και φυτώρια και λοιπές καλλιέργειες. Η χρησιμοποίησή τους σε προβληματικά εδάφη, σε μεγάλες ποσότητες και σε συχνά χρονικά διαστήματα, μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητάς τους.

#### 2.1.1 Βιο-άνθρακας (biochar)

Το biochar είναι στερεό οργανικό υλικό που λαμβάνεται από την απανθράκωση της βιομάζας και παράγεται μέσω της πυρόλυσης πρώτων υλών (βιομάζας) που έχουν ως βασικό στοιχείο τον άνθρακα. Το αποτέλεσμα της πυρόλυσης είναι ένα πορώδες, χαμηλής πυκνότητας και πλούσιο σε άνθρακα υλικό το οποίο περιγράφεται καλύτερα ως «εδαφοβελτιωτικό» (Κουτσομπή, 2015; Ράκκας, 2016).





Το biochar είναι κάρβουνο (βιομάζα που έχει υποστεί πυρόλυση σε συνθήκες περιβάλλοντος μηδενικής ή χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο) το οποίο ως: «κάρβουνο προς εφαρμογή σε εδάφη» και χάρη στις έμφυτες ιδιότητές του, δεσμεύει άνθρακα και βελτιώνει τις λειτουργίες του εδάφους αποφεύγοντας επιβλαβείς επιδράσεις στο περιβάλλον, καθώς και στην υγεία ανθρώπων και ζώων. (Atkinson, κ.α., 2010; Verheijen, κ.α., 2010; Graber κ.α., 2010).

Το biochar είναι πλέον ευρέως γνωστό ως εδαφοβελτιωτικό και η χρήση του αυξάνεται συνεχώς σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτό απορρέει από το γεγονός ότι το biochar είναι αποτελεσματικό: στη βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους και στην ενίσχυση της γονιμότητάς του αφού συμβάλλει στην διατήρηση της υγρασίας και των θρεπτικών συστατικών και στη βελτίωση της μικροβιακής δραστηριότητας, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών (Buss, 2012; Αγραφιώτη, 2014; Κουτσομπή, 2015).

Η μετατροπή βιομάζας σε βιοάνθρακα ίσως έχει θετικά αποτελέσματα: αποθηκεύει τον άνθρακα στο έδαφος για μεγάλα χρονικά διαστήματα, συνεπώς συμβάλλοντας στη μείωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, βελτιώνει την ποιότητα του εδάφους και του νερού, αυξάνει την απόδοση των καλλιεργειών, αυξάνει την βιοποικιλότητα, απορροφά τα

ζιζανιοκτόνα και αποτελεί πιθανή πηγή ενέργειας (Carter, 2013 Heiskanen, κ.α., 2013; Khodashenas, κ.α., 2015; Kondrlova κ.α., 2018).

Η προσθήκη του biochar στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στο pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την κατιοντεναλλακτική ικανότητα και τα επίπεδα των θρεπτικών συστατικών, ιδίως του φωσφόρου και του καλίου (Atkinson κ.α., 2010). Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί αξιολογώντας τις επιδράσεις του biochar όσον αφορά στην απόδοση και ανάπτυξη των καλλιεργειών αποδίδουν τη θετική ανταπόκριση των καλλιεργειών στις έμμεσες επιδράσεις του biochar στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών (αύξηση στο pH του εδάφους, διατήρηση της υγρασίας, αυξημένη διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος), η οποία επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και κάλυψη του εδάφους, την εξατμισοδιαπνοή και την εξάτμιση) (Chan, κ.α., 2007; Chan, κ.α., 2008; Ventura κ.α., 2012; Solaiman, 2012).

### **2.1.2 Χιτίνη (chitin) $(C_8H_{13}O_5N)_n$**

Η χιτίνη,  $(C_8H_{13}O_5N)_n$ , είναι μια οργανική ουσία που λαμβάνεται ως άφθονος και ανανεώσιμος πόρος από θαλάσσια ασπόνδυλα, έντομα, μύκητες και φύκη. Η χιτίνη είναι το δεύτερο σε αφθονία βιοπολυμερές στη φύση, με πρώτο την κυτταρίνη (Sandford, 1989). Από χημική άποψη η χιτίνη είναι βιομακρομόριο, δηλαδή μια μεγάλη αλυσίδα από επαναλαμβανόμενες μονάδες και μοιάζει με την κυτταρίνη. Η χιτίνη είναι η κύρια δομική συνιστώσα των μυκήτων και του εξωσκελετού των αρθρόποδων. Δεν απαντάται στα σπονδυλωτά.



Ως φυσικό πολυμερές, η χιτίνη είναι γραμμικό πολυμερές της Ν-ακετυλογλυκοζαμίνης στο οποίο συμμετέχουν γλυκοζιτικοί δεσμοί. Η διαμόρφωση β που αποκτά, επιτρέπει τον σχηματισμό μακρών γραμμικών αλυσίδων που χρησιμεύουν ως δομικά στοιχεία. Εμφανίζεται με την μορφή διατεταγμένων κρυσταλλικών μικροϊνιδίων, τα οποία προσδίδουν σταθερότητα στη δομή. Χαρακτηρίζεται από εξαιρετικές ιδιότητες, καθώς είναι σκληρή και αδιάλυτη, αλλά ταυτόχρονα εύκαμπτη και παρουσιάζει άριστη βιοσυμβατότητα. Σήμερα έχουν ήδη υιοθετηθεί χημικές τεχνικές για την εξαγωγή της από τα κελύφη των αρθρόποδων και οστρακόδερμων, όπως επίσης και για τον καθαρισμό και τον αποχρωματισμό της. Η χιτίνη είναι άχρωμη, αλλά οι διαστάσεις των διάφορων στρωμάτων από παράλληλα μικροϊνίδια δημιουργούν διάφορες αποχρώσεις.

Τα μονομερή της χιτίνης είναι αμινοσάκχαρα (σάκχαρα με άζωτο). Η χιτίνη με επεξεργασία δίνει την χιτοσίνη ή χιτοζάνη (chitozan) (Kolybaba et al. 2003). Στην αρχική της μορφή η χιτίνη είναι ημιδιαφανής, εύκαμπτη, διαθέτει ελαστικότητα αλλά και ανθεκτικότητα. Επιπλέον είναι αδιάλυτη στο νερό και στην αιθυλική αλκοόλη και βιοαποικοδομείται από συγκεκριμένα βακτήρια.

Η αυξανόμενη ζήτηση χιτίνης και τα παράγωγά της από τη γεωργική βιομηχανία για τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που

αναμένεται να συμβάλει στην ανάπτυξη της παγκόσμιας αγοράς χιτινών. Διάφοροι οργανισμοί παράγουν μια μεγάλη ποικιλία από υδρολυτικά ένζυμα που παρουσιάζουν διαφορετική εξειδίκευση ως προς το υπόστρωμα καθώς και άλλα χαρακτηριστικά, χρήσιμα για βιοτεχνολογικές εφαρμογές. Για παράδειγμα στα βακτήρια, οι χιτινάσες παίζουν ρόλο στη θρέψη και στον παρασιτισμό. Επίσης, στα φυτά οι χιτινάσες έχουν αμυντικό ρόλο (Gooday, 1995). Η χιτίνη έχει σπουδαία οικολογική σημασία επειδή περιέχει άζωτο. Το άζωτο είναι ένας σπάνιος πόρος στα περισσότερα συστήματα και η χιτίνη είναι μια σημαντική πηγή αζώτου. Στα εδάφη όπου υπάρχει μεγάλη κυκλοφορία χιτίνης (εδάφη με πολλούς μύκητες) αυτή αποτελεί τροφή για μικροοργανισμούς.

Μελέτες έδειξαν ότι η εδαφολογική τροποποίηση με χιτίνη σε συνδυασμό με την χρήση των ανθεκτικών υβριδίων και φυλλώδη ψεκάσμο με χιτιζάνη ή εκχυλίσματα φυτών, μπορεί να αυξήσει την αντίσταση των καλλιεργειών στις φυλλώδεις ασθένειες. Η μεταχείριση τέτοιων μεθόδων αποδείχθηκε ότι έχει επιπτώσεις στη θρεπτική σύσταση των καλλιεργούμενων φυτών (Dafermos et al, 2007). Στα φυτά οι χιτινάσες ενισχύουν την άμυνα έναντι των μυκήτων, που περιέχουν χιτίνη στο κυτταρικό τους τοίχωμα (Colligne et al. 1993).

### **2.1.3 Ζωική κοπριά**

Η κοπριά αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο οργανικό υλικό που εφαρμόζεται ως εδαφοβελτιωτικό σε καλλιέργειες. Η κοπριά είναι αποθήκη οργανικής ουσίας και λιπαντικών στοιχείων που τροφοδοτεί το έδαφος. Η χρήση κοπριάς είναι τόσο παλιά όσο και η γεωργία. Η λίπανση των καλλιεργειών μέχρι τα μέσα του 1800 γινόταν αποκλειστικά με τη χρήση οργανικής ουσίας ζωικής προέλευσης (κοπριά). Ο πρώτος που ασχολήθηκε συστηματικά με τη θρέψη των φυτών και κυρίως για τη σημασία του αζώτου, ήταν ο Γερμανός χημικός Justus von Liebig (1803-1873).

### Κοπριά αλόγου



### Κοπριά προβάτου



Το ποσό της κοπριάς που προστίθεται στο έδαφος εξαρτάται από την φύση του εδάφους , το είδος του φυτού που θα καλλιεργηθεί και το είδος της. Η κοπριά περιέχει σε μεγάλο ποσοστό οργανικά υλικά και αξιοσημείωτες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων (μακροστοιχείων και μικροστοιχείων) και αυξητικών ουσιών (Τσίτσια, 1996). Η κοπριά αγροτικών ζώων αποτελείται από στερεά και υγρά απορρίμματα ζώων καθώς επίσης από στρωμνή (άχυρο) με το οποίο επιστρώνεται ο στάβλος, και από ζωοτροφές. Η σύστασή της ποικίλλει και εξαρτάται από το είδος του ζώου και τη διατροφή του, την περιεκτικότητα σε υγρασία και το βαθμό της αποσύνθεσης ή αποξήρανσης, καθώς και από το τρόπο διατήρησης και το βαθμό ζύμωσής της. Η κοπριά πρέπει να χωνεύεται καλά πριν ενσωματωθεί στο έδαφος. Μετά τη χώνευση, τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει η κοπριά είναι σε προσλήψιμες μορφές. Κατα την αποσύνθεση της κοπριάς, χάνονται θρεπτικά συστατικά και κυρίως το άζωτο. Εκτός από άζωτο, φωσφόρο, κάλιο και ασβέστιο, η κοπριά περιέχει και σημαντικές ποσότητες μαγνησίου. Η κοπριά από πρόβατα και άλογα χωνεύεται γρήγορα από τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

<b>Είδος οργανικής ουσίας</b>	<b>Άζωτο</b>	<b>φώσφορο</b>	<b>Κάλιο</b>	<b>Ασβέστιο</b>
Προβάτων	0,8	0,23	0,67	0,33
Αλόγων	0,58	0,48	0,58	0,21

Η αξία της κοπριάς οφείλεται στα εξής: την επίδραση στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, δημιουργώντας καλύτερες συνθήκες στράγγισης, αερισμού καλύτερη δομή και υφή, στα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών και βρίσκονται κυρίως σε οργανική μορφή, και ελευθερώνονται σε μορφές αφομοιώσιμες για τα φυτά με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, στους παράγοντες αύξησης (αυξίνες), που ασκούν ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών, και στην επίδρασή της στη μικροχλωρίδα του εδάφους λόγω του μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών που περιέχει, προκαλώντας αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και αποδέσμευση αζώτου.

# Κεφάλαιο 3

## 3.1 Βλαστικότητα σπόρου

Οι όροι βλαστικότητα, βλαστική ικανότητα, φυτρωτικότητα και φυτρωτική ικανότητα είναι ταυτόσημοι και χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν το ποσοστό των σπόρων που είναι σε θέση να βλαστήσουν και να δώσουν φυτάρια, όταν βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού στο σύνολο των σπόρων που τίθενται κάτω από τέτοιες συνθήκες.

Ένας σπόρος, είναι ουσιαστικά ένα εμβρυϊκό φυτό που περικλείεται από ένα προστατευτικό εξωτερικό περίβλημα. Ο σχηματισμός του σπόρου αποτελεί μέρος της διαδικασίας αναπαραγωγής των σπορόφυτων και πιο συγκεκριμένα των σπερματοφύτων, συμπεριλαμβανομένων των γυμνόσπερμων και αγγειόσπερμων φυτών (Bradford και Bewley, 2002).

Οι σπόροι με ζωτικό έμβρυο σε ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και σε φωτισμού, χωρίς τους παρεμποδιστές βλάστησης βλαστάνουν. Τα θρεπτικά στοιχεία που είναι αποθηκευμένα στο ενδοσπέρμιο ή στις κοτυληδόνες του σπόρου, διατρέφουν το αναπτυσσόμενο έμβρυο ώσπου ο νέος βλαστός να εξέλθει από το έδαφος, να αναπτύξει φύλλα και να λειτουργήσει η διαδικασία της φωτοσύνθεσης (Ποντικής, 1994). Η βλάστηση μπορεί να είναι επίγεια ή υπόγεια, εξαρτωμένη από το είδος του φυτού.

Οι συνθήκες (υγρασία, θερμοκρασία, φωτισμός, διακοπή λήθαργου), όσο και η ποιότητα και ποσότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται στο τεστ βλαστικότητας (υπόστρωμα προβλάστησης, νερό ενυδάτωσης), καθορίζονται με ακρίβεια σε κανονισμούς (ISTA: International Rules for Seed Testing, 2015).

Τα στάδια κατά τη βλάστηση του σπόρου είναι: η απορρόφηση του νερού από τους σπόρους, η ενεργοποίηση ορμονών και ενζύμων και η αύξηση και ανάπτυξη του εμβρύου.

Απορρόφηση νερού από τους σπόρους: Από τη στιγμή που η υγρασία διαπεράσει το περίβλημα του σπέρματος αρχίζει η φυσική διαδικασία της απορρόφησης του νερού, η οποία προκαλεί διόγκωση των ιστών. Οι κολλοειδείς ιδιότητες των ιστών του σπόρου έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλες υδατοαπορροφητικές ιδιότητες. Οι υγροί σπόροι

διογκώνονται και αποκτούν μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με τους ξηρούς. Τα κύτταρα μεγεθύνονται και τα περιβλήματα του σπόρου μαλακώνουν και σπάζουν, επιτρέποντας έτσι την εύκολη είσοδο οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα.

Ενεργοποίηση ορμονών και ενζύμων: Στη συνέχεια, λόγω πρόσκαιρης μείωσης του οσμωτικού δυναμικού του σπόρου, ο ρυθμός πρόσληψης του νερού παραμένει σταθερός, και ενεργοποιούνται ενζυμικοί μηχανισμοί, λόγω ορμονικής διέγερσης. Τα ένζυμα μετατρέπουν τα μεγάλα μόρια αποθηκευμένης τροφής σε απλούστερες χημικές ουσίες που μπορούν εύκολα να διακινηθούν και να χρησιμοποιηθούν για αύξηση. Άλλα ένζυμα εμπλέκονται στη διεργασία της κυτταρικής αναπνοής που απελευθερώνει ενέργεια για τη διαίρεση και την αύξηση των κυττάρων. Τα καταναλώσιμα υλικά διακινούνται στα ριζικά και βλαστικά αυξανόμενα σημεία.

### **3.1.1 Αύξηση και ανάπτυξη του εμβρύου**

Η έναρξη επιμήκυνσης του εμβρύου απαιτεί αφενός τη διάσπαση των διάφορων αποθηκευμένων ουσιών σε απλούστερες, ώστε να δομηθούν τα επιμέρους συστατικά των νέων κυττάρων, και αφετέρου την αυξημένη πρόσληψη νερού για τις ανάγκες των κυττάρων του επιμηκυνόμενου εμβρύου. Ο άξονας ρίζας-βλαστού (βλαστίδιο, επικοτύλιο και ριζίδιο) αυξάνεται σε μέγεθος με τη διαίρεση και μεγέθυνση των κυττάρων. Ταυτόχρονα, καταναλώσιμα υλικά διακινούνται στα αυξανόμενα σημεία από τους αποθηκευτικούς ιστούς, οι οποίοι ελαττώνονται. Το περίβλημα του σπόρου πρέπει να διασπαστεί και να εκτεθούν στο φως οι φωτοσυνθετικοί ιστοί (πράσινα φύλλα και βλαστοί) που θα συμβάλλουν στην επιβίωση του σποριόφυτου. Επιπροσθέτως, η εμβρυακή ρίζα (ριζίδιο) πρέπει να εμφανιστεί και να εισχωρήσει εντός του υγρού εδάφους για να τροφοδοτήσει τους νεοαναπτυσσόμενους φυλλικούς ιστούς με νερό, το οποίο αποβάλλεται μέσω της διαπνοής. Με την επιμήκυνση του ριζιδίου και τη διεύδυση του στο έδαφος αρχίζουν να εμφανίζονται οι πρώτες πλευρικές ρίζες (Arahidean κ.α., 2004).

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη βλάστηση του σπόρου είναι: η επαρκής υγρασία, η κατάλληλη θερμοκρασία, ο καλός αερισμός, το φως (σε μερικές περιπτώσεις), η απαλλαγή παθογόνων μικροοργανισμών και η απαλλαγή τοξικών συγκεντρώσεων αλάτων. Οι σπόροι πολλών φυτικών ειδών, δε βλαστάνουν όταν



εξαχθούν από τον ώριμο καρπό και φυτευτούν, ακόμα και αν οι περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι ευνοϊκοί. Αυτός είναι ένας σημαντικός μηχανισμός επιβίωσης για τα είδη και ένα αποτέλεσμα εξελικτικής ανάπτυξης. Τα είδη αυτά έχουν επιβιώσει, γιατί οι σπόροι τους δε βλαστάνουν, όταν λίγο πριν από τη βλάστηση επικρατήσουν αντίξοες καιρικές συνθήκες, που θα θανατώσουν το νεαρό και ευαίσθητο σπορόφυτο.

## **3.2 Βιολογικός Κύκλος Φυτού**

Το σύνολο των φαινομένων αύξησης, διαίρεσης και διαφοροποίησης των κυττάρων, με τις οποίες από έναν οργανισμό προκύπτουν οι απόγονοί του, ονομάζεται **βιολογικός κύκλος του φυτού**.

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού διαιρείται σε στάδια. Από γεωργικής άποψης τα στάδια διακρίνονται σε: στάδιο βλάστησης του σπόρου, βλαστικό στάδιο (νεαρό φυτό) και αναπαραγωγικό στάδιο που περιλαμβάνει την καταβολή των ανθέων, την άνθηση, τη γονιμοποίηση και το στάδιο ωρίμασης των καρπών και των σπόρων. Το στάδιο ωρίμασης καταλήγει στο γήρας και στον θάνατο του φυτού. Σε πολλά φυτά τα στάδια αυτά δεν διαχωρίζονται χρονικά μεταξύ τους.

### **3.2.1 Βλάστηση του σπόρου**

Μετά το πέρας ή τη διακοπή του ληθάργου, ο σπόρος μπορεί να βλαστήσει, εφόσον βρεθεί σε κατάλληλο έδαφος και υπάρξουν οι κατάλληλες συνθήκες. Βλάστηση είναι η επανάληψη της αύξησης (κυτταροδιαίρεσης) του εμβρύου που διεκόπη με τον λήθαργο, ενώ φύτρωμα είναι η έξοδος του φυτού στην επιφάνεια του εδάφους.

Όταν ο σπόρος απορροφήσει επαρκή ποσότητα νερού, αρχίζει η δραστηριοποίηση ορισμένων ενζύμων, με τα οποία γίνεται η υδρόλυση των αποθησαυριστικών ουσιών. Ακολουθεί η μεταφορά των προϊόντων υδρόλυσης με διαπήδηση (από κύτταρο σε κύτταρο) στα αυξανόμενα τμήματα του εμβρύου και η ανάπτυξη του εμβρύου σε νεαρό φυτό.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το φύτρωμα είναι και εξωτερικοί. Από τους εξωτερικούς παράγοντες οι σημαντικότεροι είναι: η υγρασία, το οξυγόνο, η θερμοκρασία, το φως και η κατάσταση του εδάφους.

### **3.2.2 Αύξηση φυτού**

Η αύξηση του φυτού είναι η μη αντιστρεπτή μεγέθυνση του σώματος του φυτού και οφείλεται στις κυτταρικές διαιρέσεις και στην αύξηση του όγκου των κυττάρων. Κατά

την αύξηση γίνονται ποσοτικές αλλαγές στο φυτό. Η αύξηση επιβραδύνεται συνήθως όταν το φυτό μπει στο στάδιο της ωρίμασης και σταματάει όταν αρχίσει το γήρας.



Στάδια της βλάστησης και της αύξησης των φυταρίων, όπως καθορίζονται από την πρόσληψη του νερού σε βλαστάνοντα σπόρο.

### 3.2.3 Ανάπτυξη φυτού

Η ανάπτυξη του φυτού είναι η διαφοροποίηση των κυττάρων και η δημιουργία διαφορετικών ιστών με εξειδικευμένες λειτουργίες, οι οποίοι αποτελούν τα βλαστικά και αναπαραγωγικά όργανα του φυτού. Με την ανάπτυξη εκδηλώνονται ποιοτικές διαφορές, φυσιολογικές και μορφολογικές, στη μορφή και οργάνωση του φυτού. Η ανάπτυξη διακρίνεται στη βλαστική και αναπαραγωγική ανάπτυξη. Τα δύο αυτά στάδια δεν ξεχωρίζουν συνήθως χρονικά.

Η αύξηση και η ανάπτυξη επηρεάζονται από εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Οι εσωτερικοί παράγοντες είναι γενετικοί παράγοντες και διάφορες ορμόνες ή ρυθμιστικές ουσίες αυξήσεως του φυτού.

Οι εξωτερικοί παράγοντες αλληλοεξαρτώνται και αλληλεπιδρούν με τον γενότυπο, με τους σημαντικότερους να είναι: η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός, οι θρεπτικές ουσίες και οι καλλιεργητικές εργασίες.

Η σημασία των παραγόντων αυτών εξαρτάται επίσης από το στάδιο του φυτού. Από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, ειδικότερα η θερμοκρασία και το φως ασκούν μεγαλύτερη επίδραση στην αύξηση. Η ευνοϊκή θερμοκρασία επιταχύνει την αύξηση ενώ το πολύ έντονο φως την επιβραδύνει.

Η βλαστική ανάπτυξη διακρίνεται σε τρεις περιόδους: το φύτρωμα του σπόρου (βραδεία ανάπτυξη), την περίοδο φυταρίου (ταχεία ανάπτυξη) και την περίοδο ώριμου φυτού (βαθμιαία επιβράδυνση της βλάστησης).

Η ανάπτυξη σταματά με το γηρασμό. Το φυτό κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης υφίσταται διάφορες ανατομικές, μορφολογικές και φυσιολογικές μεταβολές.

### **3.2.4 Περίοδος νεαρού φυτού**

Η περίοδος νεαρού φυτού χαρακτηρίζεται από έντονη αύξηση και ενεργή διαδικασία φωτοσύνθεση. Στο στάδιο αυτό, τα φυτά έχουν μορφολογικές και φυσιολογικές διαφορές σε σχέση με τα επόμενα στάδια. Επιπλέον, κατά το στάδιο αυτό υπάρχουν επαρκείς θρεπτικές ουσίες στο έδαφος, ικανοποιητική υγρασία και φως, επομένως πρωτεύοντα ρόλο παίζει η θερμοκρασία. Ακόμα και στα χειμερινά φυτά, οι χαμηλές θερμοκρασίες αναστέλλουν τον ρυθμό της αύξησης. Η διάρκεια του σταδίου αυτού εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες, επηρεάζεται όμως και από το περιβάλλον. Η ικανοποιητική ανάπτυξη του φυτού κατά το στάδιο αυτό επηρεάζει θετικά και την τελική απόδοση, ενώ αντιθέτως όταν το φυτό περατώνει βεβιασμένα το στάδιο αυτό και εισέρχεται στο αναπαραγωγικό, μειώνεται συνήθως η απόδοση.

Το ώριμο φυτό αυξάνεται και προοδευτικώς εισέρχεται στο στάδιο της ωριμότητας. Στο στάδιο αυτό αρχίζει η διαδικασία της αναπαραγωγής. Πολλές φορές δεν διακρίνεται σαφώς η βλαστική με την αναπαραγωγική ανάπτυξη. Κατά το στάδιο αυτό ορισμένα τμήματα ή όργανα του φυτού μπαίνουν στο στάδιο του γηρασμού.

## 2. Πειραματικό μέρος

**Επίδραση του βιοάνθρακα (biochar), της χιτίνης (chitin) και ζωικών κοπριών δύο τύπων και της θερμοκρασίας στη βλαστική ικανότητα των σπόρων πιπεριάς σταυρός (*Capsicum annuum* L. cv. Stavros)**

### 2.1 Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το έτος 2016-2017 στο εργαστήριο Βοτανικής και Ζιζανιολογίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

Για την επίδραση της προσθήκης του βιο-άνθρακα, της χιτίνης και δύο ειδών ζωικής κοπριάς (πρόβατου, αλόγου) σε όξινο και αλκαλικό έδαφος στη βλάστηση σπόρων και στην αύξηση του μήκους των φυταρίων της πιπεριάς (*Capsicum annuum* L) πραγματοποιήθηκαν πειραματικές δοκιμές σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών σε 2 διαφορετικές θερμοκρασίες,  $(24 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  και  $(28 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  όπου η σχετική υγρασία ήταν  $80 \pm 1\%$ , ο φωτισμός ρυθμίστηκε στα 12000 Lux και η φωτοπερίοδος σε 16h ημέρα και 8h νύχτα. Οι σπόροι που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα, δόθηκαν από την Εταιρεία ILIS PARASKEVOPOULOS QUALITY FOOD S.A που είναι εγκατεστημένη στη περιοχή Χάβαρι του Νομού Ηλείας. Σε κάθε πειραματική δοκιμή τοποθετήθηκαν σε τριβλίο διαμέτρου  $\varnothing 9$  cm 15g όξινο η αλκαλικό έδαφος και 15ml  $\text{H}_2\text{O}$  ως υπόστρωμα, και 20 σπόροι. Στα υποστρώματα προστέθηκαν 2%, 4%, 6%, 8%, 10% βιοάνθρακα (Biochar), 2%, 3%, 4% χιτίνη, 2%, 3%, 4% κοπριά πρόβατου, 2%, 3%, 4% κοπριά αλόγου. Ο έλεγχος του αριθμού των βλαστησάντων σπόρων και η μέτρηση του μήκους των φυταρίων γινόταν ημερησίως. Το μήκος των φυτών μετρήθηκε με τη βοήθεια ταινίας χιλιοστόμετρων με ακρίβεια 1mm. Για κάθε φυτό πραγματοποιήθηκαν τρεις πειραματικές δοκιμές με τρεις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση.

Η παρατήρηση της βλαστικής ικανότητας σπόρων της πιπεριάς τουρσί (*Capsicum annuum* L cv. Stavros) σε θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενων συνθηκών διήρκησε 12 ημέρες.

Δύο δείγματα εδαφών, όξινα και αλκαλικά, συνελέγησαν από δύο διαφορετικές τοποθεσίες και συγκεκριμένα από το Λάπα Αχαΐας και την Αμαλίαδα Ηλείας,

αντίστοιχα, στην Δυτική Ελλάδα, ενώ τα δείγματα επιπλέον συνελέγησαν από το επιφανειακό στρώμα του εδάφους (0-30 cm). Αυτά αποξηράνθηκαν σε αέρα και κονιορτοποιήθηκαν για να καταστούν περατά από κόσκινο 2mm για τις ανάγκες του πειράματος. Ο Πίνακας 1 δείχνει ορισμένα από τα χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων εδαφών.

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν συνολικά τέσσερα είδη οργανικών εδαφοβελτιωτικών, και συγκεκριμένα: βιοάνθρακας (Carbon Terra GmbH) χιτίνη (Chitin Sigma C7170), και κοπριές δύο τύπων (αλόγου και προβάτου), τα οποία προστέθηκαν για την βελτίωση του όξινου και του αλκαλικού εδάφους. Οι κοπριές αλόγου και προβάτου συνελέγησαν από χώρους χώνευσης σε τοπικές φάρμες. Κάθε κατηγορία οργανικού εδαφοβελτιωτικού αναμίχθη με έδαφος σε κατ' όγκον ποσοστιαίες αναλογίες, ενώ σαν μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε έδαφος.

**Πίνακας 1:** Ορισμένα χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων γεωργικών εδαφών και οργανικών εδαφοβελτιωτικών.

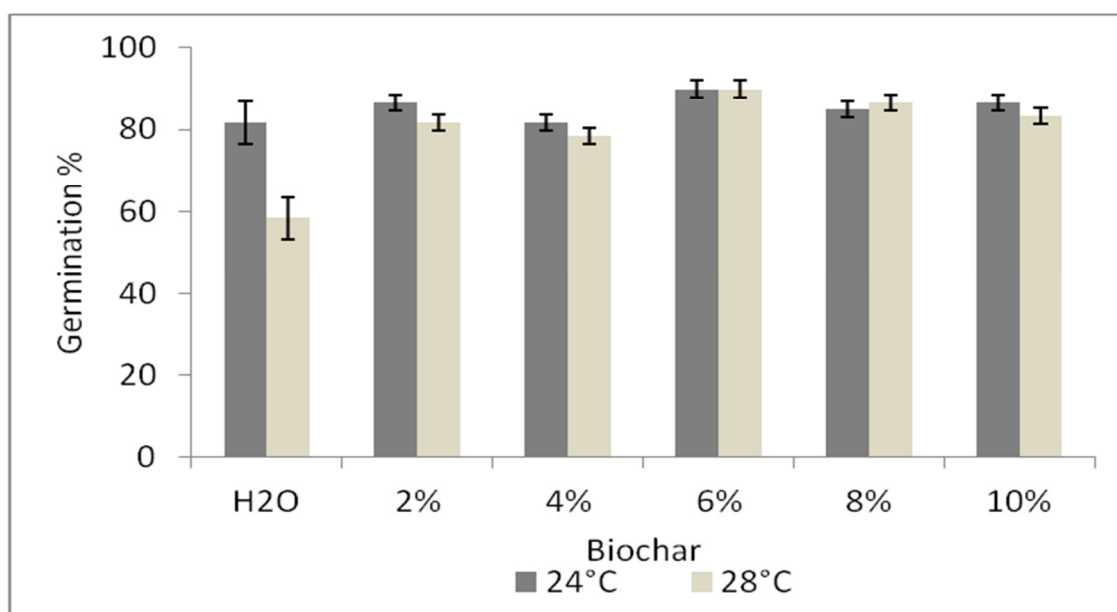
Τοποθεσία	Λάππα Αχαΐας	Αμαλίαδα Ηλείας		
Τύπος	Όξινο έδαφος	Αλκαλικό έδαφος	Κοπριά	Κοπριά
Υποστρώματος			Αλόγου	προβάτου
Κοκκομετρική σύσταση	SCL	CL		
WHC (g/100g)	38.0	41.5		
pH	6.2	7.5	8.7	7.3
pH-value (CaCl <sub>2</sub> )	6.1	7.3	8.4	7.2
EC (μS cm <sup>-1</sup> )	182	265	3400	1790
CEC (mmolc kg <sup>-1</sup> )	15.8	17.3	49.7	40.5
N <sub>tot</sub> (%)	0.5	0.5	1.6	1.2
C <sub>ανόργ-περιεκτ</sub> (%)		0.43	0.95	1.19
C <sub>org</sub> (%)	0.4	0.6		
ρ <sub>B</sub> (g cm <sup>-3</sup> )	1.17	1.19	0.23	0.19

Η αξιολόγηση των πειραματικών δεδομένων για την βλάστηση σπόρων και στην αύξηση του μήκους των φυταρίων της πιπεριάς έγινε με ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.

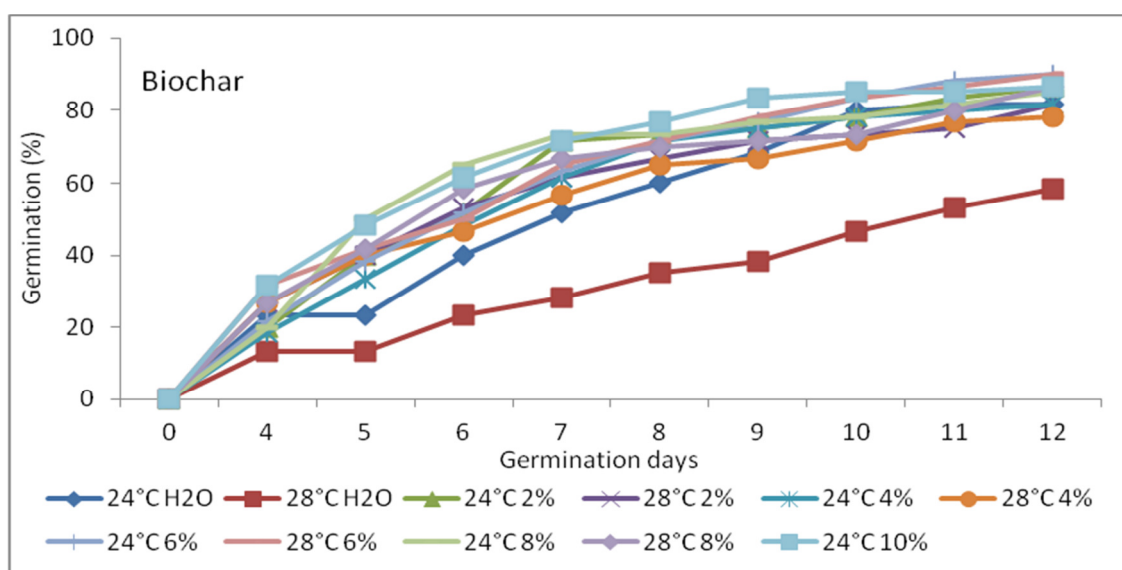
## 2.2 Αποτελέσματα

### 2.2.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στη βλαστικότητα σπόρων σε υπόστρωμα βιοάνθρακα

Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στο μάρτυρα στους 24°C ήταν 82% και στους 28°C ήταν 58% (Εικ. 1). Αντίστοιχα, η βλαστική ικανότητα των σπόρων στους 24°C και 28°C στα υποστρώματα με παρουσία βιοάνθρακα κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα. Η υψηλή θερμοκρασία 28°C δεν επηρέασε την βλαστική ικανότητα.



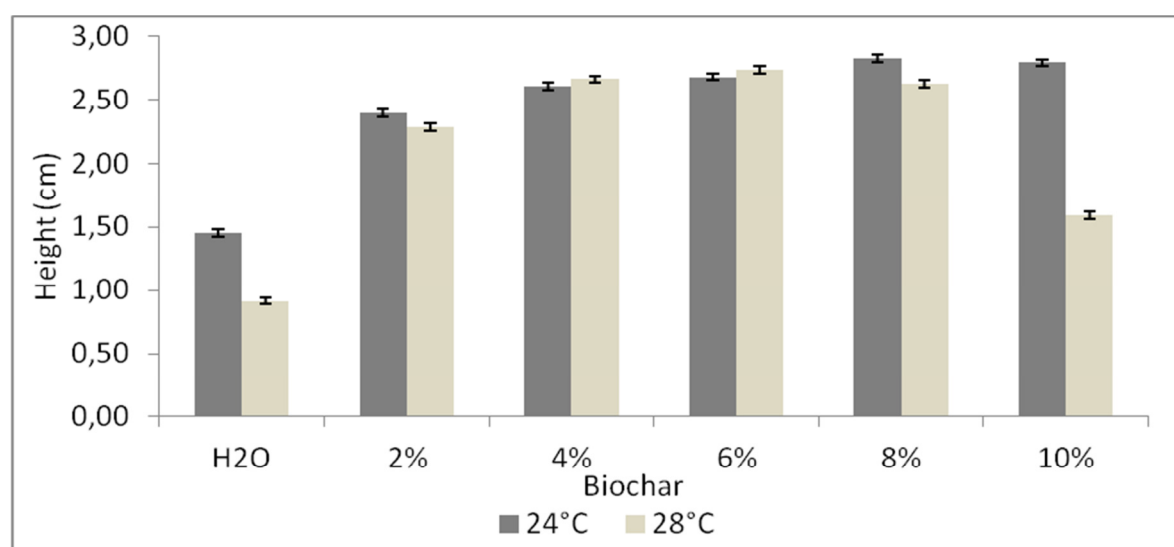
**Εικ. 1:** Επίδραση του βιοάνθρακα στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί σε 2 θερμοκρασίες 24°C και 28°C.



**Εικ. 2:** Επίδραση του βιοάνθρακα στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί σε 2 θερμοκρασίες 24<sup>0</sup>C και 28<sup>0</sup>C

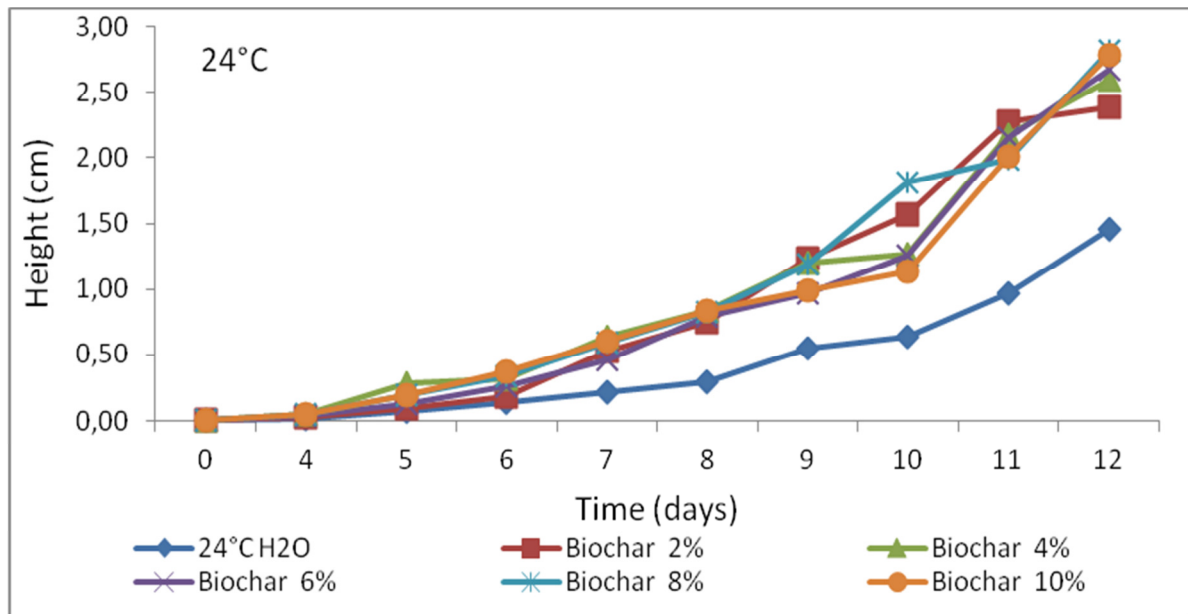
### 2.2.2 Επίδραση της θερμοκρασίας στην αύξηση φυταρίων σε υπόστρωμα βιοάνθρακα

Το ύψος των φυταρίων της πιπεριάς τουρσί στους 24<sup>0</sup>C στο θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενων συνθηκών ήταν 1.5cm, και 0.9cm στους 28<sup>0</sup>C, στον μάρτυρα (H<sub>2</sub>O). Στους 24<sup>0</sup>C , στα υποστρώματα με 2% 4%, 6%, και 10% βιοάνθρακα, το ύψος των φυταρίων αυξανόταν απο 2.4cm έως 2.8cm αυξανομένης της προσθήκης βιοάνθρακα. Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε ότι στους 28<sup>0</sup>C, στα υποστρώματα με 10% βιοάνθρακα, το ύψος των φυταρίων μειώθηκε στα 1.6cm (Εικ.3).

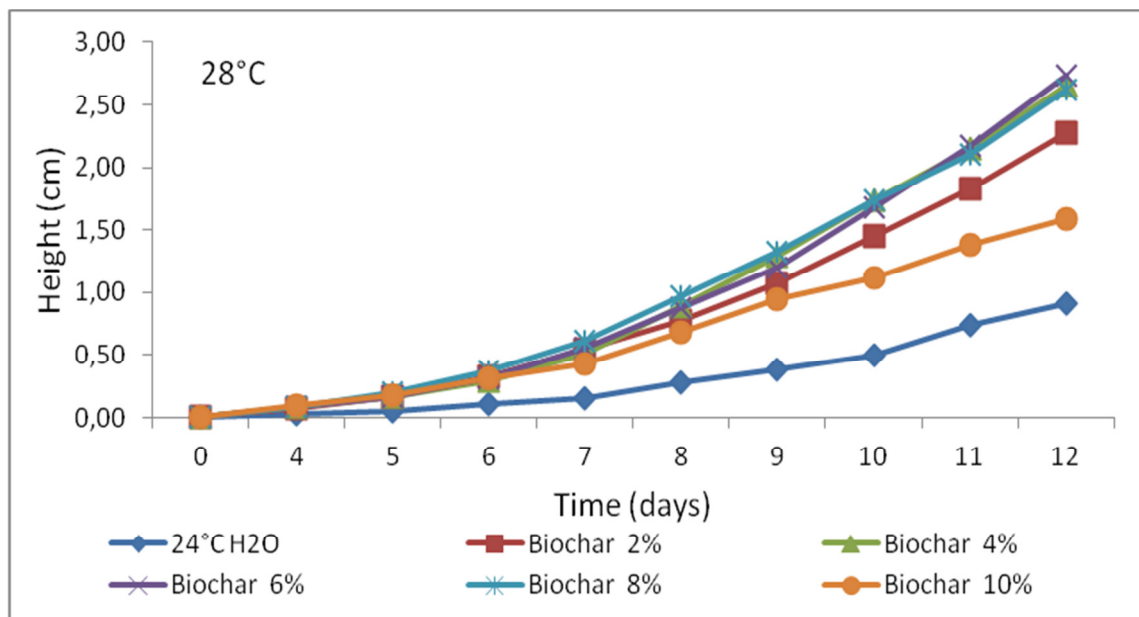


**Εικ. 3:** Επίδραση του βιοάνθρακα (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%) στο ύψος ( $\pm$ s.e.) των φυταρίων πιπεριάς τουρσί σε 2 θερμοκρασίες 24<sup>0</sup>C και 28<sup>0</sup>C.





**Εικ. 4:** Επίδραση του βιοάνθρακα (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%) στο ύψος των φυταρίων πιπεριάς τουρσί στους 24<sup>0</sup>C.

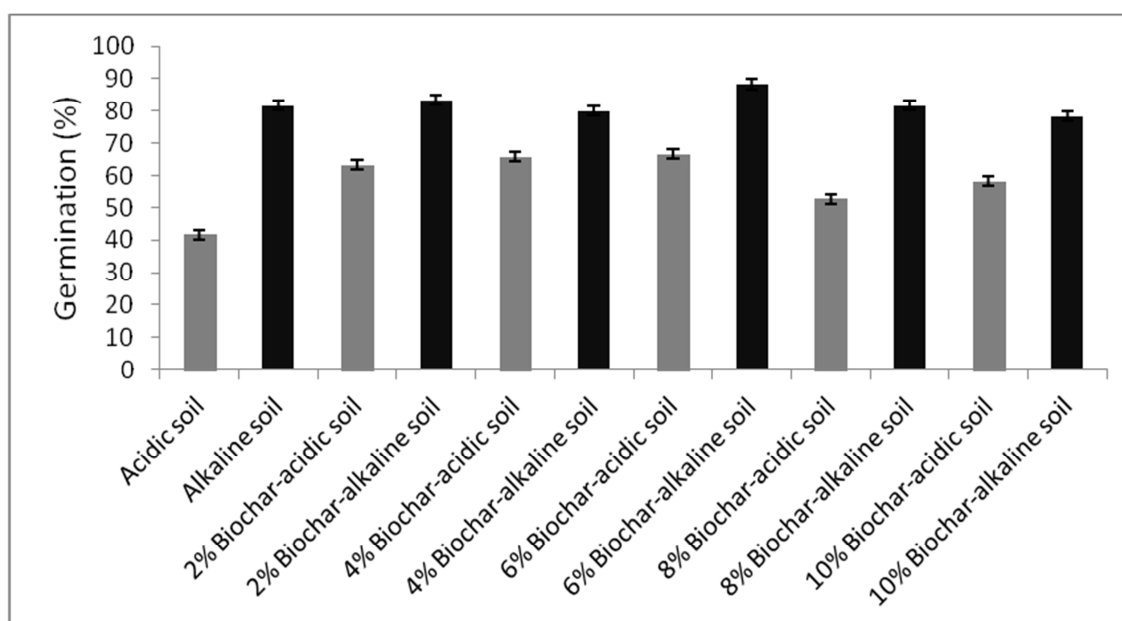


**Εικ. 5:** Επίδραση του βιοάνθρακα (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%) στο ύψος των φυταρίων πιπεριάς τουρσί στους 28<sup>0</sup>C.

Το ύψος των φυταρίων στις δυο θερμοκρασίες 24oC και 28oC σε όλα τα υποστρώματα (2%, 4%, 6%, 8% 10%) με βιοάνθρακα ήταν μεγαλύτερο των μαρτύρων, ενώ δεν διεφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Εικ.4, 5).

### 2.2.3 Επίδραση του όξινου και αλκαλικού εδαφικού υποστρώματος στη βλαστικότητα των σπόρων με βιοάνθρακα

Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στη θερμοκρασία 24°C στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα (μάρτυρας) ήταν 42% και στο αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα (μάρτυρας) ήταν 82% (Εικ. 6). Η προσθήκη του βιοάνθρακα σε όλες τις συγκεντρώσεις στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα αύξησε σημαντικά βλαστική ικανότητα των σπόρων, η οποία κυμάνθηκε από 53% έως 67%, με εξαίρεση τα αντίστοιχα υποστρώματα υψηλής περιεκτικότητας σε βιοάνθρακα, δηλαδή 8% και 10%, όπου παρατηρήθηκε μείωση της βλαστικής ικανότητας (53% και 58% αντίστοιχα) (Εικ. 6). Η προσθήκη του βιοάνθρακα στα αλκαλικά εδαφικά υποστρώματα δεν επηρέασε την βλαστική ικανότητα των σπόρων, με εξαίρεση το υπόστρωμα με 6% βιοάνθρακα (Εικ. 6).



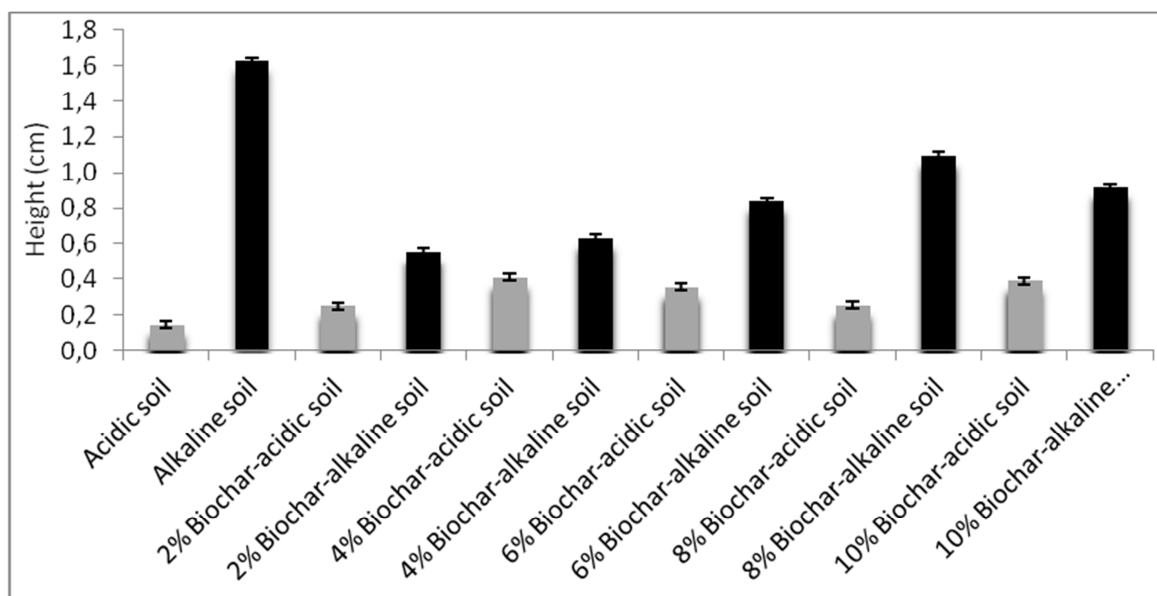
**Εικ. 6:** Επίδραση του βιοάνθρακα (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% ) στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί σε όξινο ή αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα.

### 2.2.4 Επίδραση του όξινου και αλκαλικού εδαφικού υποστρώματος στην αύξηση των φυταρίων με βιοάνθρακα

Το ύψος των φυταρίων στο αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα ήταν 1,63cm και στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα 0,15cm, αντίστοιχα. Η προσθήκη του βιοάνθρακα σε όξινο εδαφικό

υπόστρωμα αύξησε σημαντικά το ύψος των φυταρίων ενώ σε αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα το μείωσε σημαντικά σε σχέση με τους μάρτυρες (Εικ.7).

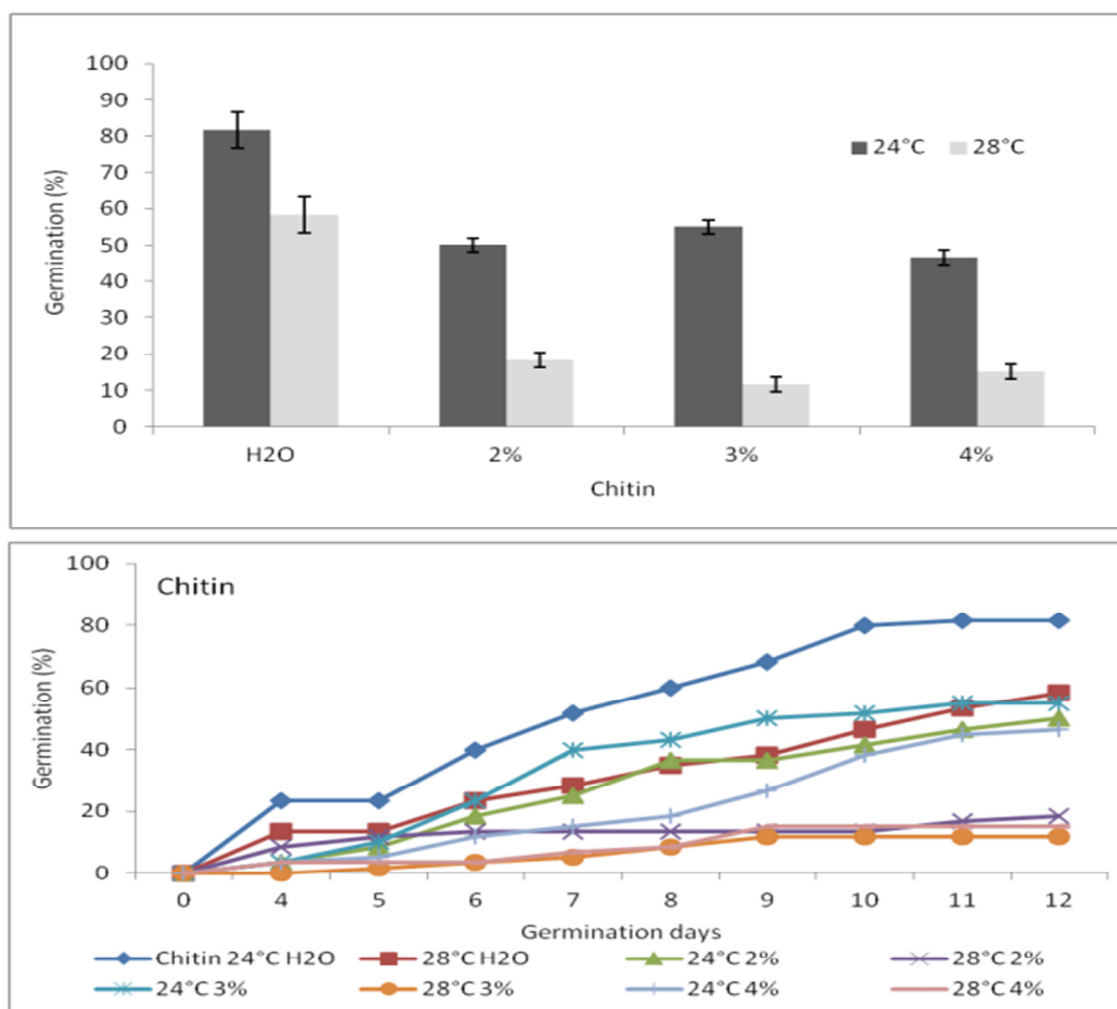
Το ύψος των φυταρίων της πιπεριάς τουρσί σε όλα τα αλκαλικά εδαφικά υποστρώματα (2%, 4%, 6%, 8% 10% βιοάνθρακα) ήταν μικρότερο του μάρτυρα σε όξινο εδαφικό υπόστρωμα καθ' όλη την διάρκεια της παρατήρησης (Εικ.7).



**Εικ. 7:** Επίδραση του βιοάνθρακα (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%) στο ύψος των φυταρίων πιπεριάς τουρσί σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα στους 24<sup>0</sup>C.

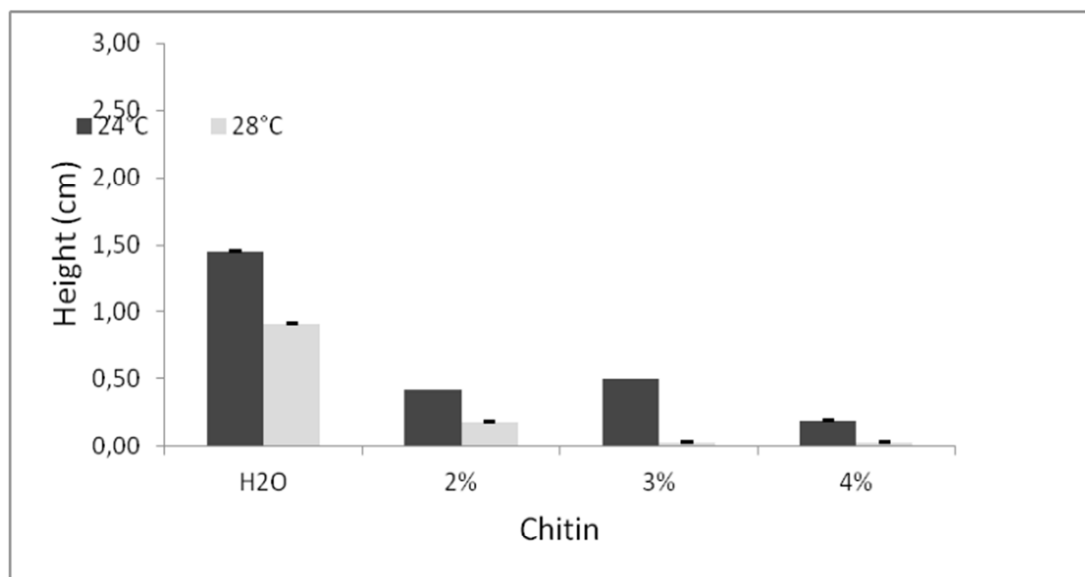
### 2.3.1 Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων σε υπόστρωμα χιτίνης σε δύο θερμοκρασίες

Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στο H<sub>2</sub>O (μάρτυρας) στους 24<sup>0</sup>C ήταν 82% και στους 28<sup>0</sup>C ήταν 58%. Η παρουσία της χιτίνης στα υποστρώματα μείωσε και στις δυο θερμοκρασίες την βλαστική ικανότητα. Στους 24<sup>0</sup>C η μείωση στα 2%, 3%, 4%, υποστρώματα χιτίνης ήταν 50% , 55%, 47%, αντίστοιχα, ενώ στους 28<sup>0</sup>C ήταν 18%, 12% και 15% αντίστοιχα. Καθ όλη την διάρκεια παρατήρησης σε όλα τα υποστρώματα της χιτίνης η βλαστικότητα στους 24<sup>0</sup>C κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τα αντίστοιχα υποστρώματα στους 28<sup>0</sup>C (Εικ.8).



Εικ.8: Επίδραση της χιτίνης στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί σε δυο θερμοκρασίες 24 °C και 28 °C

Στους 24°C το ύψος των φυταρίων ήταν μέγιστο στο υπόστρωμα χιτίνης με συγκέντρωση 3%, ενώ στους 28°C η μέγιστη τιμή της βλαστικής ικανότητας παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα συγκέντρωσης 2%. Η παρουσία της χιτίνης σε όλες τις συγκεντρώσεις είχε την τάση να μειώνει τα ύψη των φυταρίων της πιπεριάς (Εικ.9).

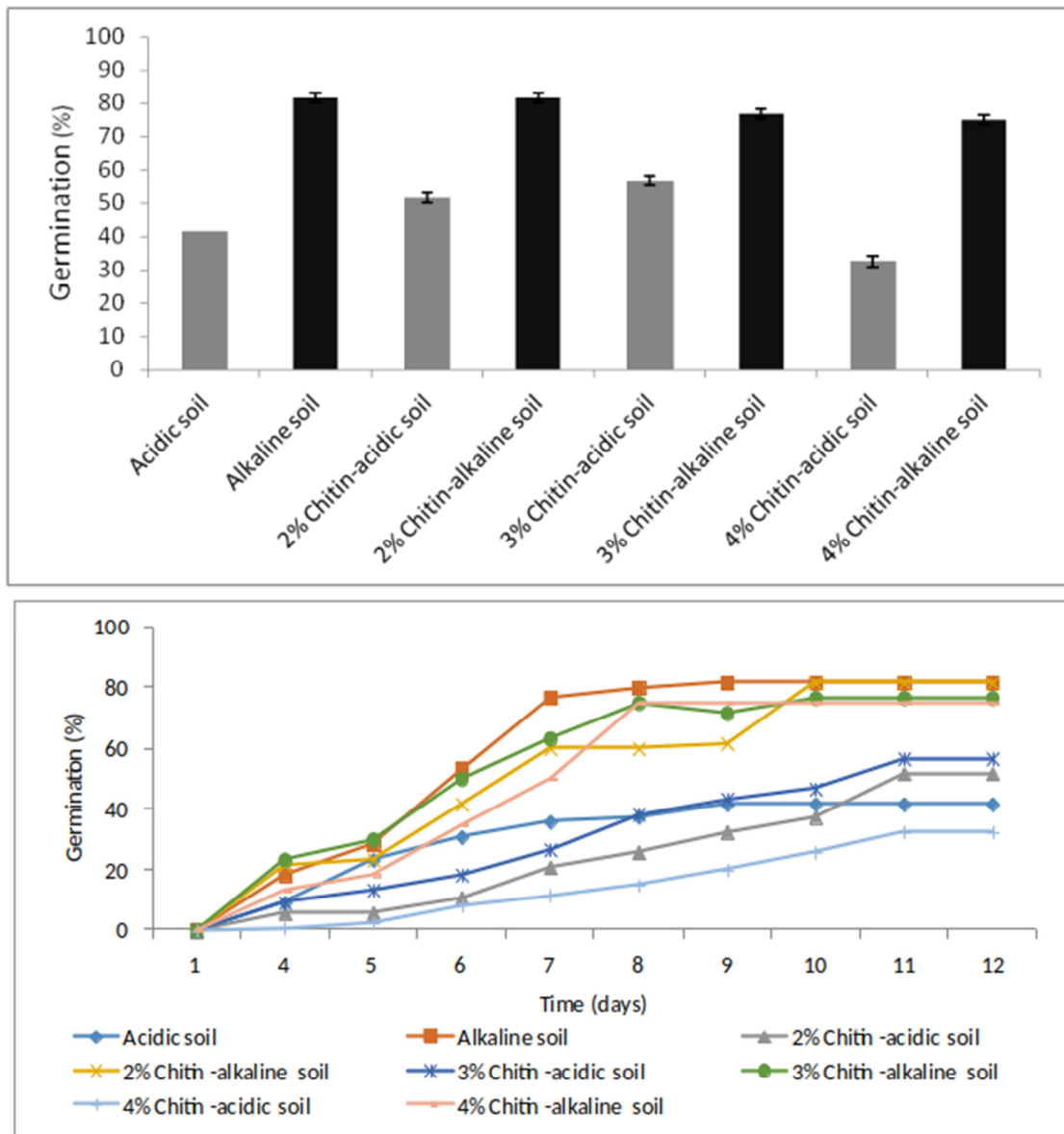


**Εικ.9:** Επίδραση της χιτίνης στο ύψος φυταρίων πιπεριάς τουρσί στους 28 °C

### 2.3.2 Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων με προσθήκη χιτίνης σε δυο τύπους εδαφών

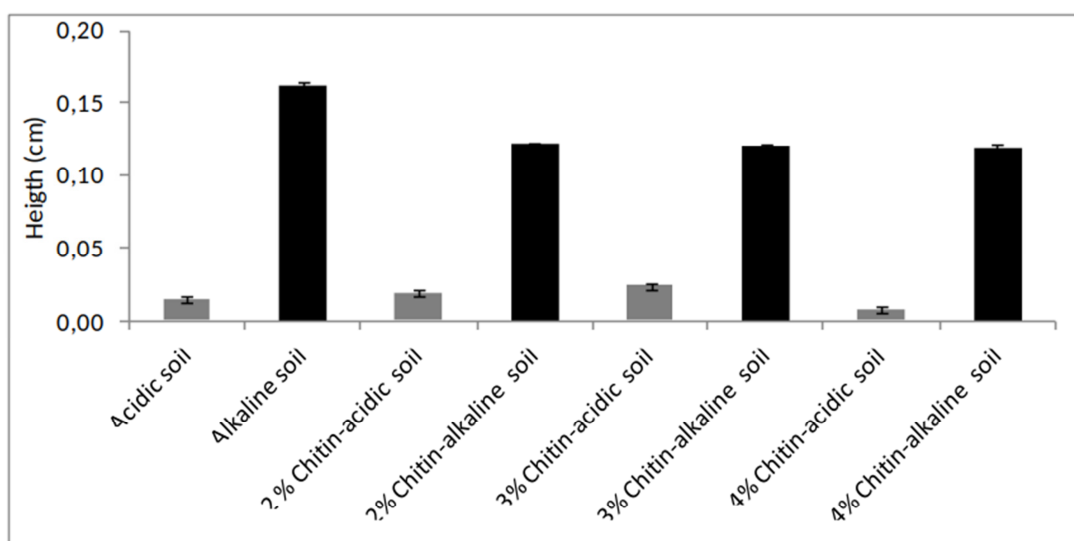
Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα ήταν 42% , ενώ στο αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα ήταν σχεδόν διπλάσια, και συγκεκριμένα 82%. Η προσθήκη χιτίνης στα όξινα εδαφικά υποστρώματα σε συγκέντρωση 2% και 3% αύξησε σημαντικά τη βλαστική ικανότητα των σπόρων, η οποία ήταν 52% και 57% αντίστοιχα. Στο υπόστρωμα με χιτίνη συγκέντρωσης 4%, παρατηρήθηκε μείωση της βλαστικής ικανότητας κατά 33%.

Στα αλκαλικά εδαφικά υποστρώματα η προσθήκη χιτίνης σε συγκέντρωση 3% και 4% μείωσε την βλαστική ικανότητα των σπόρων σε σχέση με τον μάρτυρα, η οποία κυμάνθηκε σε 77% και 10).



**Εικ.10:** Επίδραση της χιτίνης στο ύψος φυταρίων πιπεριάς τουρσί σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα.

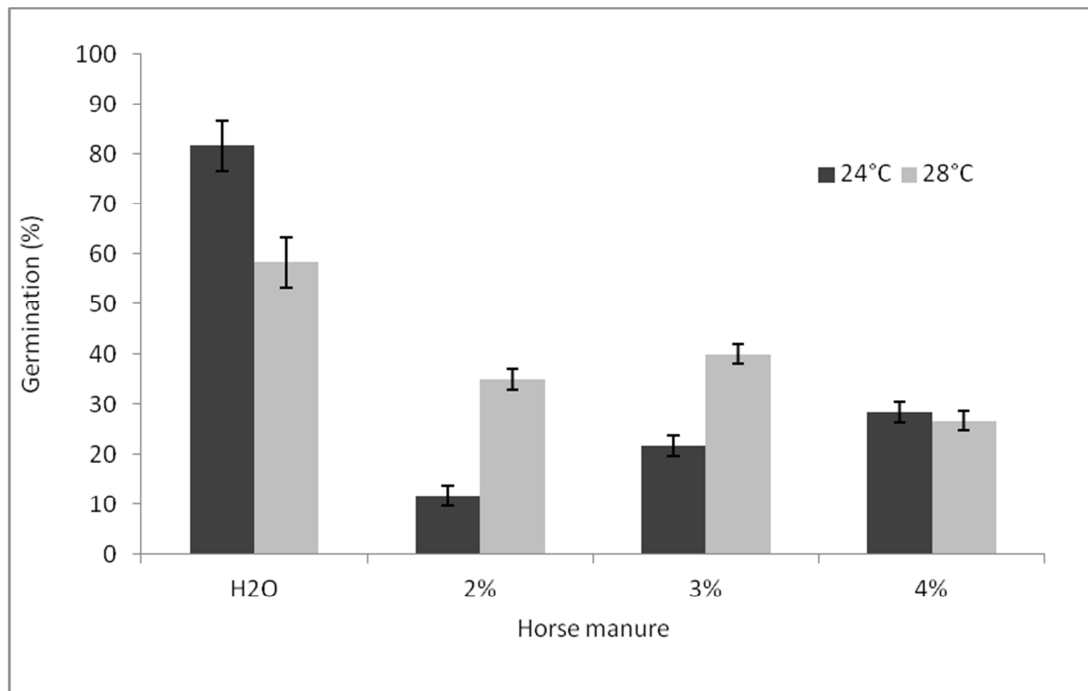
Παρατηρήθηκε επιπλέον ότι το ύψος της πιπεριάς τουρσί στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα, με ή χωρίς την παρουσία χιτίνης, ήταν σημαντικά μικρότερο σε σχέση με το αντίστοιχο στο αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα, στο οποίο η προσθήκη χιτίνης είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του ύψους των φυταρίων, η οποία ήταν ίδια σε όλες τις μεταχειρίσεις με χιτίνη (Εικ.11).



**Εικ.11:** Επίδραση της χιτίνης στο ύψος φυταρίων πιπεριάς τουρσί σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα

#### **2.4.1 Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων σε υπόστρωμα ζωικής κοπριάς σε δύο θερμοκρασίες**

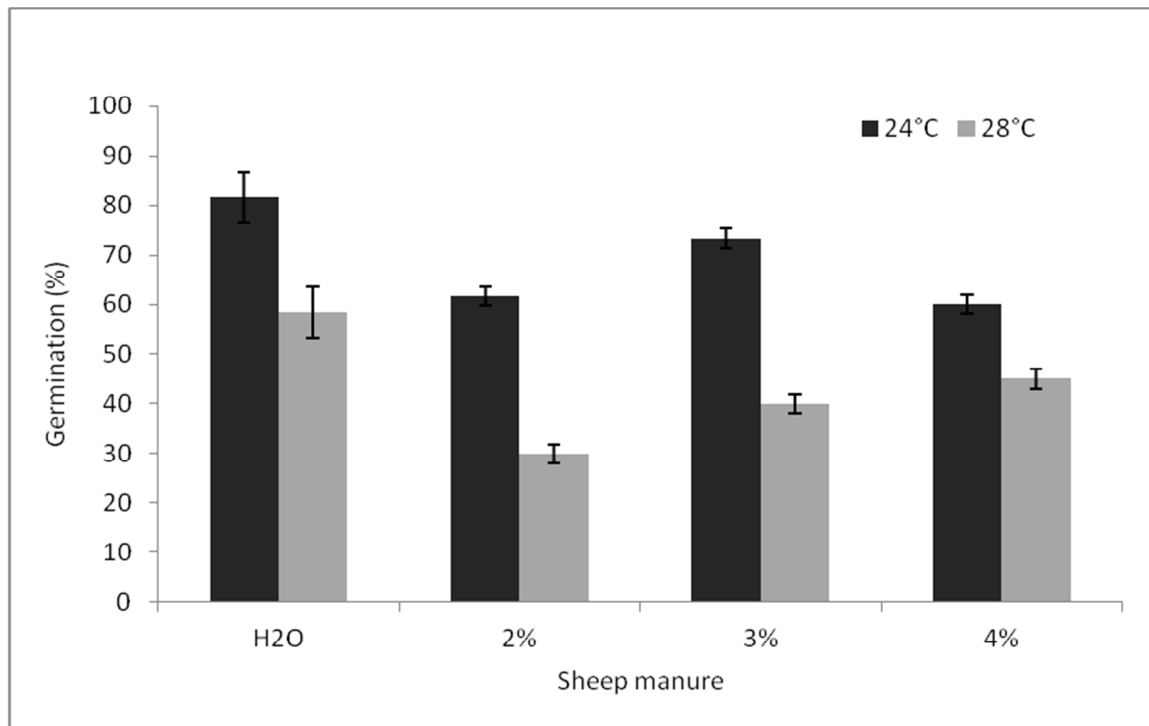
Στις δύο θερμοκρασίες παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση της βλαστικής ικανότητας των σπόρων της πιπεριάς τουρσί στα υποστρώματα της κοπριάς αλόγου. Στους 24°C η βλαστική ικανότητα αυξανόταν αυξανόμενης της συγκέντρωσης της κοπριάς αλόγου, ενώ στους 28°C η βλαστική ικανότητα παρατηρήθηκε σημαντικά μεγαλύτερη σε σύγκριση με τις αντίστοιχες στους 24°C (Εικ.12).



**Εικ. 12:** Επίδραση της κοπριάς αλόγου στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί.

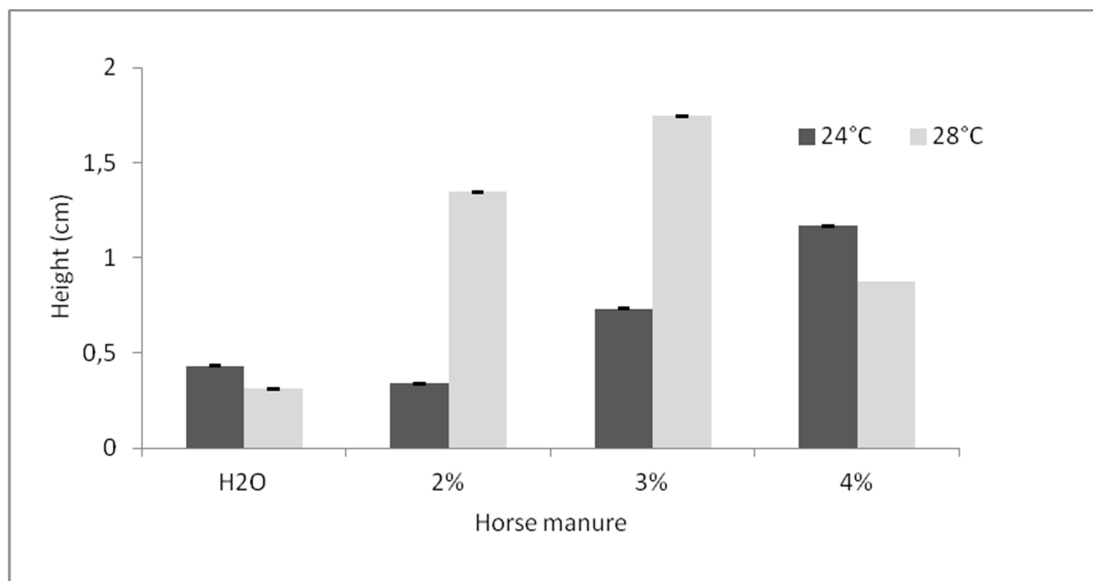
Σε όλα υποστρώματα της κοπριάς πρόβατου (2%, 3%, 4%) και στις δυο θερμοκρασίες παρατηρήθηκε μια μείωση της βλαστικής ικανότητας των σπόρων σε σχέση με τους μάρτυρες. Στους 28°C στο θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενων συνθηκών η βλαστική ικανότητα των σπόρων της πιπεριάς τουρσί στα υποστρώματα 2%, 3%, 4% ήταν χαμηλότερη σε σχέση με τη αντίστοιχη βλαστική ικανότητα στους 24°C (Εικ.13).





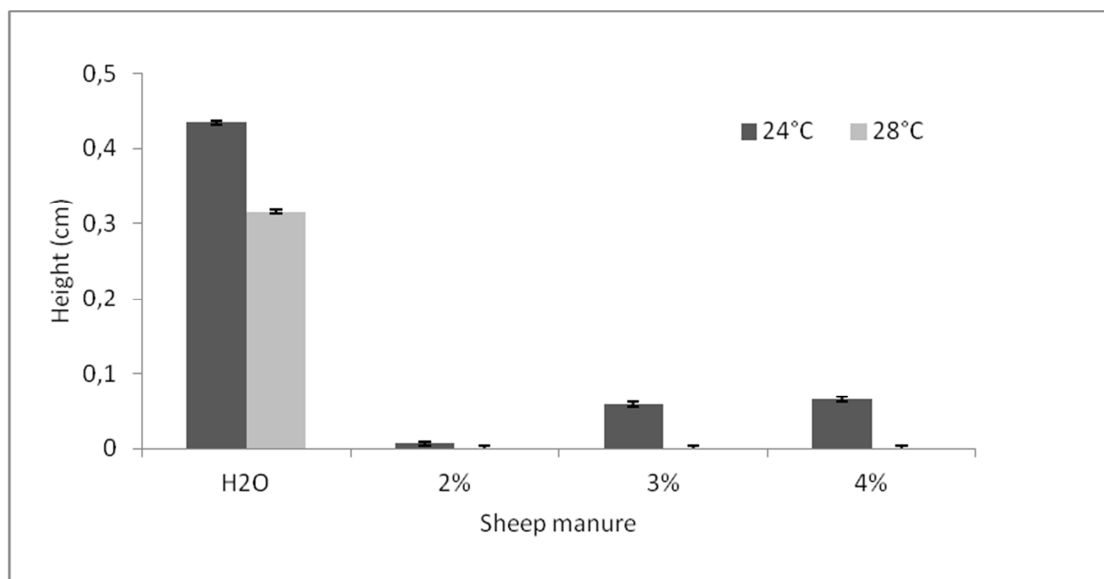
**Εικ. 13:** Επίδραση της κοπριάς προβάτου στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί.

Στους 24°C το ύψος των φυταρίων της πιπεριάς τουρσί στα υποστρώματα με κοπριά αλόγου αυξανόταν αυξανόμενης της συγκέντρωσης της κοπριάς. Στους 28°C το ύψος των φυταρίων ήταν μεγαλύτερο στις συγκεντρώσεις 2% και 3%, ενώ ήταν μικρότερο στο υπόστρωμα συγκέντρωσης 4% (Εικ. 14).



**Εικ. 14:** Επίδραση της κοπριάς αλόγου στο ύψος των φυταρίων πιπεριάς τουρσί.

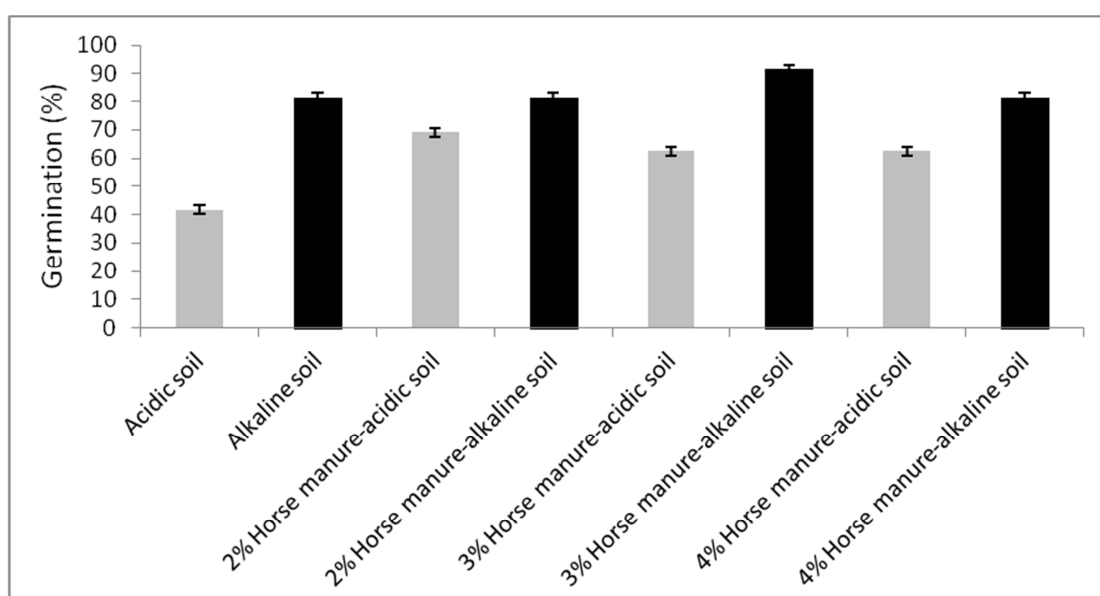
Το ύψος των φυταρίων της πιπεριάς τουρσί στα υποστρώματα με κοπριά προβάτου 2%, 3% και 4% στους 24°C ήταν σημαντικά μικρότερο σε σχέση με το αντίστοιχο ύψος του μάρτυρα. Επιπλέον, στη θερμοκρασία 28°C οι σπόροι βλάστησαν αλλά το ύψος των φυταρίων δεν κατέστη μετρήσιμο (Εικ. 15).



**Εικ. 15:** Επίδραση κοπριάς προβάτου στο ύψος των φυταρίων πιπεριάς τουρσί.

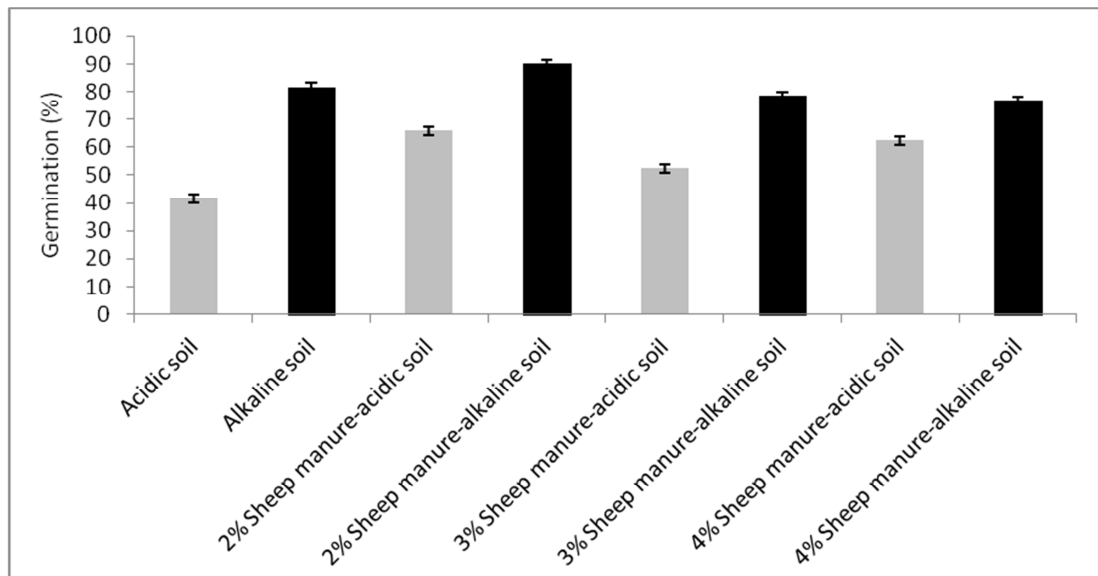
## 2.4.2 Βλαστικότητα σπόρων και αύξηση φυταρίων με προσθήκη ζωικής κοπριάς σε δυο τύπους εδαφών

Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα χωρίς προσθήκη κοπριάς ήταν 42% ενώ στο αλκαλικό ήταν 82%. Η προσθήκη της κοπριάς αλόγου σε όξινο εδαφικό υπόστρωμα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της βλαστικής ικανότητας κατά 69% στο υπόστρωμα συγκέντρωσης 2%, και 63% στα υποστρώματα συγκέντρωσης 3% και 4% αντίστοιχα, ενώ στο αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα δεν επηρεάστηκε σε σχέση με τον μαρτυρα (Εικ.16).



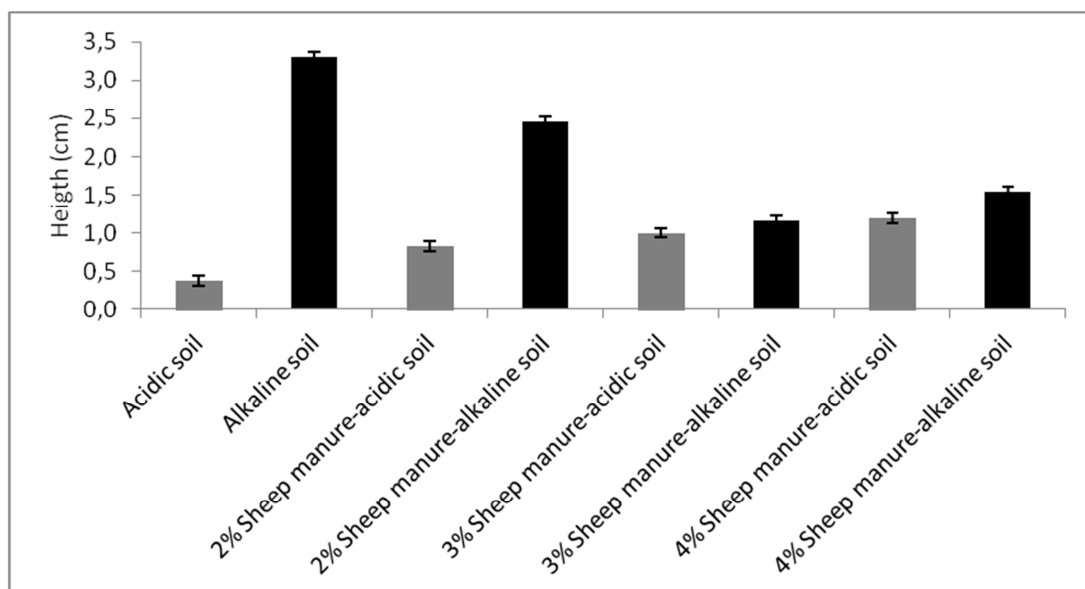
**Εικ. 16:** Επίδραση της κοπριάς αλόγου στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα.

Η προσθήκη της κοπριάς προβάτου σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα αύξησε σημαντικά την βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί σε σχέση με την βλαστική ικανότητα των μαρτύρων όξινου και αλκαλικού υποστρώματος (Εικ.17).



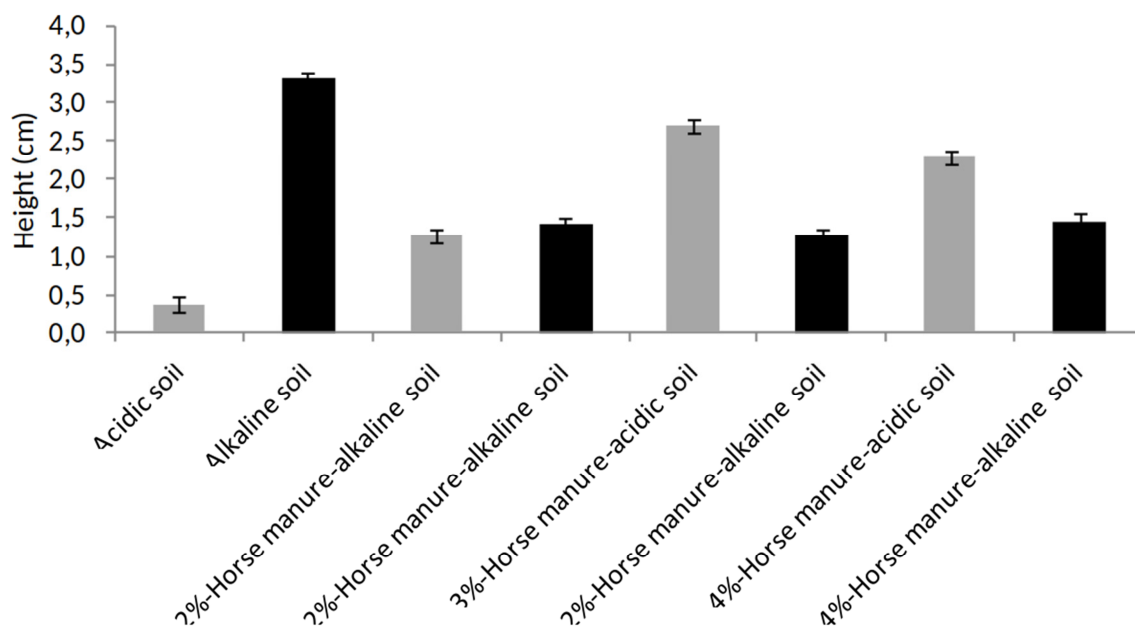
**Εικ. 17:** Επίδραση της κοπριάς προβάτου στη βλαστική ικανότητα σπόρων πιπεριάς τουρσί σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα.

Το τελικό ύψος των φυταρίων στο αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα ήταν 3.31cm και στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα 0.37 cm. Η προσθήκη της κοπριάς προβάτου σε όξινο εδαφικό υπόστρωμα προκάλεσε μικρή αύξηση του ύψους των φυταρίων ενώ αντίθετα, σε αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα το ύψος των φυταρίων μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με τους μάρτυρες (Εικ.18).



**Εικ. 18:** Επίδραση της κοπριάς προβάτου στο ύψος των φυταρίων πιπεριάς τουρσί σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα. Η προσθήκη της κοπριάς αλόγου σε όξινο

εδαφικό υπόστρωμα αύξησε σημαντικά το ύψος των φυταρίων, ενώ στο αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα μείωσε το ύψος των φυταρίων σε σχέση με τους μάρτυρες (Εικ.19).



**Εικ. 19:** Επίδραση της κοπριάς αλόγου στο ύψος των φυταρίων πιπεριάς τουρσί σε όξινο και αλκαλικό εδαφικό υπόστρωμα.

## 2.5 Συμπεράσματα

- **Βιοάνθρακας**

Ο βιοάνθρακας και στις δυο θερμοκρασίες αύξησε τη βλαστική ικανότητα και το ύψος των φυταρίων της πιπεριάς τουρσί

Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στο όξινο έδαφος ήταν 26%, και στο αλκαλικό έδαφος 49%.

Το ύψος των φυταρίων στο όξινο έδαφος ήταν πολύ μικρό και η προσθήκη του βιοάνθρακα αύξησε σημαντικά το μήκος σε όλα τα υποστρώματα.

Το ύψος των φυταρίων στο αλκαλικό έδαφος ήταν μεγαλύτερο του όξινου και η παρουσία του βιοάνθρακα μείωσε το ύψος των φυταρίων.

- **Χιτίνη**

Η χιτίνη και στις δυο θερμοκρασίες μείωσε την βλαστική ικανότητα των σπόρων και το ύψος των φυταρίων.

Η βλαστική ικανότητα της πιπεριάς τουρσί στο όξινο εδαφικό υπόστρωμα ήταν 42% και στο αλκαλικό ήταν 82%.

- **Ζωική κοπριά**

Η ζωική κοπριά (αλόγου ή προβάτου) και στις δυο θερμοκρασίες μείωσε την βλαστική ικανότητα των σπόρων.

Η παρουσία της κοπριάς αλόγου και στις δυο θερμοκρασίες αύξησε το ύψος των φυταρίων.

Η κοπριά προβάτου μείωσε σημαντικά το ύψος των φυταρίων στους 24 °C σε σύγκριση με το μάρτυρα και στους 28 °C τα φυτάρια δεν αναπτύχθηκαν.

## Βιβλιογραφία

- Apahidean, A. S., Apahidean, M., & Pacurar, F. (2004). Experimental results on the possibilities of vegetable growing in the area of western Carpathian Mountains from Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 32, 30.
- Atkinson, C., Fitzgerald, J., & Higgs, N. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil*, 337(1-2), 1-18.
- Bradford KJ, Bewley JD (2002). Seeds: biology, technology and role in agriculture. In MJ Chrispeels and DE Sadava, *Plants, Genes and Crop Biotechnology*, 2nd Edition. Jones and Bartlett, Boston, MA, 210-239
- Buss, W., Kammann, C., & Koyro, H. W. (2012). Biochar reduces copper toxicity in *Chenopodium quinoa* Willd. in a sandy soil. *Journal of environmental quality*, 41(4), 1157-1165.
- Carter, S., Shackley, S., Sohi, S., Suy, T. B., & Haefele, S. (2013). The impact of biochar application on soil properties and plant growth of pot grown lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica chinensis*). *Agronomy*, 3(2), 404-418.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Aust. J. Soil Res.*, 45, 629–634.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. (2008). Using poultry litter biochars as soil amendments. *Aust. J. Soil Res.*, 46, 437–444.
- Graber E.R., Harel Y.M., Kolton M., Cytryn E., Silber A., David D.R., Tschansky L., Borenstein M., and Elad Y. 2010. Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. *Plant Soil* 337, 481-496
- Heiskanen, J., Tammeorg, P., & Dumroese, R. K. (2013). Growth of Norway spruce seedlings after transplanting into silty soil amended with biochar: a bioassay in a growth chamber–Short Communication. *J. For. Sci*, 59(3), 125-129.
- ISTA. (2015). International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, 27: Supplement.

- Khodashenas, M., Keramat, B., & Emamipoor, Y. (2015). Callus induction and plbs production from *levisticum officinale* Koch (a wild medicinal plant). J. Appl. Environ. Biol. Sci, 5(10), 172-180.
- Kondrlova, E., Horak, J., & Igaz, D. 2018 Effect of biochar and nutrient amendment on vegetative growth of spring barley (*Hordeum vulgare* L. var. Malz).
- Solaiman ZM, Murphy DV, Abbott LK (2012) Biochars influence seed germination and early growth of seedlings. Plant Soil. 353: 273-287
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van der Velde, M., & Diafas, I. (2010). Biochar application to soils. A critical scientific review of effects on soil properties, processes, and functions. EUR 24099 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Αγραφιώτη, Ε. (2014). Παραγωγή εξανθρακώματος από βιομάζα για περιβαλλοντικές εφαρμογές (Doctoral dissertation, Πολυτεχνείο Κρήτης. Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος).
- Κουτσομπή Μ. Ε. (2015) Μελέτη επίδρασης της προσθήκης βιο εξανθρακώματος (biochar) σε έδαφος τεχνητά ρυπασμένο με ψευδάργυρο. Χανιά.
- Ράκκας, Ι. (2016). Χρήσεις εξανθρακώματος (biochar) παραγόμενου από στερεά αγροτικά απόβλητα ως βελτιωτικό εδάφους.
- [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=343669&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=343669&size=medium)
- [http://euromed.luomus.fi/euromed\\_map.php?taxon=344426&size=medium](http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=344426&size=medium)
- <http://project-biochar.weebly.com/>