

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΠΜΣ: ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ,
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Επίδραση AMF και *Trichoderma* στην ανάπτυξη του ριζικού
συστήματος και στην απόδοση της βιομηχανικής κάνναβης
(*Cannabis sativa* var. *Uso*)»

Δημήτριος Μ. Τσιρογιάννης



Επιβλέπων Καθηγητής
Μπιλάλης Δημήτριος

Αθήνα
2020

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Επίδραση AMF και Trichoderma στην ανάπτυξη του ριζικού
συστήματος και στην απόδοση της βιομηχανικής κάνναβης
(*Cannabis sativa* var. *Uso*)»

“Effect of AMF and Trichoderma on growth of root system and
on yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* var. *Uso*)”

Δημήτριος Μ. Τσιρογιάννης

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

ΜΠΙΛΛΑΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ-ΘΗΡΕΣΙΑ, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ

ΤΡΑΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Περίληψη

Η *Cannabis sativa* είναι ένα ετήσιο ποώδες φυτό γνωστό παγκοσμίως για χιλιάδες χρόνια. Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση του συνεμβολιασμού των *Trichoderma harzianum* και arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και στην απόδοση στα φυτά της βιομηχανικής ποικιλίας κάνναβης "Uso". Ένα πείραμα θερμοκηπίου πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το πείραμα σχεδιάστηκε σύμφωνα με τον τυχαίο σχεδιασμό μπλοκ με δύο μεταχειρίσεις, εφαρμογή AMF & *Trichoderma* (AMF & TRCH) και *Trichoderma* χωρίς εφαρμογή AMF (TRCH) και τρεις επαναλήψεις. Τα είδη *Trichoderma* έχουν την ικανότητα να αποικίζουν τη ριζόσφαιρα των φυτών, βελτιώνοντας έτσι την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Οι μυκορριζικοί μύκητες μπορούν να σχηματίσουν συμβιωτικές σχέσεις με τα περισσότερα φυτά, συμπεριλαμβανομένων ειδών μεγάλου οικονομικού ενδιαφέροντος όπως η βιομηχανική κάνναβη. Η συνδυασμένη χρήση *Trichoderma harzianum* και AMF προκάλεσε συνεργιστικό αποτέλεσμα αυξάνοντας την πυκνότητα ριζικής μάζας, το μήκος ταξιανθίας και την απόδοση CBD ανά φυτό. Στη μεταχείριση με AMF & TRCH ο αριθμός των ταξιανθιών, η ξηρή ουσία των ταξιανθιών και η απόδοση ήταν υψηλότερα από τη μεταχείριση με TRCH. Αντίθετα, ο αποικισμός AMF και ο όγκος της ρίζας μειώθηκαν στη μεταχείριση με TRCH. Συμπερασματικά, ο εφοδιασμός των AMF & *Trichoderma* είχε θετική επίδραση στο ποσοστό της AMF, σε ρίζα και αγρονομικά χαρακτηριστικά.

Επιστημονική περιοχή: Βιομηχανική κάνναβη

Λέξεις-κλειδιά: Αγρονομικά χαρακτηριστικά, Ενδομυκορριζικοί μύκητες, Κάνναβη κοινή, Ριζικό σύστημα, Τριχόδερμα

Abstract

Cannabis sativa is an annual herbaceous plant known worldwide for thousands of years. The propose of this study was to evaluate the effect co-inoculation of *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on growth of root system and the yield on plants of industrial cannabis variety “Uso”. A greenhouse experiment established in Laboratory of Agronomy at Agricultural University of Athens. The experiment was designed according to randomized block design with 2 treatments AMF & *Trichoderma* (AMF&TRCH) application and *Trichoderma* with no AMF application (TRCH) and 3 replications. *Trichoderma* species have the ability to colonize the rhizosphere of plants, thereby improving the development of the root system. Arbuscular mycorrhizal fungi can form symbiotic relationships with most plants, including species of great economic interest such as industrial hemp. The combined use of *Trichoderma harzianum* and AMF provoked a synergistic effect increasing the root mass density, bud length and CBD yield per plant. In AMF&TRCH treatment the number of flowers, flower dry matter and yield was higher than the TRCH treatment. On the contrary AMF colonization and root volume decreased in TRCH treatment. In conclusion the supply of AMF & *Trichoderma* had positive effect in percentage of AMF, in root and agronomic characteristics.

Scientific area: Industrial hemp

Keywords: Agronomic characteristics, Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), *Cannabis sativa*, Root system, *Trichoderma*

Ευχαριστίες

Πριν την παρουσίαση της μεταπτυχιακής μου μελέτης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που στήριξαν αυτή την προσπάθεια.

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Δημήτρη Μπιλάλη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την ευκαιρία που μου έδωσε να καθίσω ξανά στα φοιτητικά έδρανα. Άοκνος, πάντα με καλή διάθεση και χιούμορ καθοδηγούσε και έδινε λύσεις σε όποιο πρόβλημα προέκυπτε. Χωρίς την συμβολή του η ολοκλήρωση της μελέτης αυτής θα ήταν αδύνατη.

Εν συνεχεία θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους διδάσκοντες ήτοι, την Καθηγήτρια Γαρυφαλλιά Οικονόμου, την αναπληρώτρια καθηγήτρια Παναγιώτα Παπαστυλιανού και τον επίκουρο καθηγητή Ηλία Τραυλό για το ενδιαφέρον που έδειξαν, τις πολύτιμες συμβουλές τους καθώς και για την ωφέλιμη συνεργασία μας.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω επίσης στους υποψήφιους διδάκτορες στο εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για τη σημαντική βοήθειά τους καθώς και στους συμφοιτητές μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών για την γόνιμη και αρμονική συνεργασία μας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την κατανόηση, την ανοχή και την αγάπη της τα οποία με βοήθησαν να πραγματοποιήσω το στόχο μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	03
Ευχαριστίες	05
1.Εισαγωγή.....	09
1.1. Ιστορική αναδρομή	09
1.2. Ιστορία της κάνναβης στην Ελλάδα	11
1.3. Προϊόντα και χρήσεις βιομηχανικής κάνναβης	13
1.4. Οικονομική σημασία καλλιέργειας	17
1.4.1. Παγκόσμια παραγωγή	17
1.4.2. Ευρωπαϊκή Ένωση	19
1.5. Νομοθεσία	21
1.6. Συστηματική ταξινόμηση.....	26
1.7. Μορφολογικά και βοτανικά χαρακτηριστικά	28
1.8. Βιολογικός κύκλος	34
1.9. Ποικιλίες	35
1.10. Οικολογικές απαιτήσεις	37
1.10.1 Κλίμα... ..	37
1.10.2 Έδαφος.....	38
1.11. Καλλιεργητικές τεχνικές.....	39
1.11.1. Αμειψισπορά.....	39
1.11.2. Σπορά	39
1.11.3. Πυκνότητα φύτευσης	40
1.11.4. Διαχείριση ζιζανίων	41
1.11.5. Συγκομιδή	42

1.12. Λίπανση	43
1.12.1 Αζωτο	43
1.12.2 Κάλιο	43
1.12.3 Φώσφορος	44
1.12.4 Λοιπά θρεπτικά στοιχεία	44
1.12.5 Άρδευση	45
1.13. Εχθροί και ασθένειες, Ζιζάνια	45
1.13.1 Εχθροί	45
1.13.2 Ασθένειες	46
1.13.3 Ζιζάνια	46
1.14. Μυκόρριζες	47
1.15. Τριχόδερμα	49
2. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	51
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	52
3.1. Περιοχή εγκατάστασης του πειράματος	52
3.2. Φυτικό υλικό	52
3.3. Πειραματικό σχέδιο	54
3.4. Καλλιεργητικές πρακτικές	54
3.5. Προσδιορισμοί- Μετρήσεις	57
3.5.1. Ριζικό σύστημα	57
• Πυκνότητα ριζικής μάζας	57
• Διάμετρος ρίζας	57
• Όγκος ριζικού συστήματος	57

• Αποικισμός από μυκόρριζα	57
3.5.2. Ύψος φυτών	58
3.5.3. Ξηρό βάρος φυτών	59
3.5.4. Δείκτης ρυθμού ανάπτυξης	59
3.5.5. Χαρακτηριστικά των αποδόσεων	59
• Αριθμός ταξιανθιών	59
• Ξηρό βάρος ταξιανθιών	59
• Μήκος ταξιανθιών	59
• Συμπάγεια ταξιανθιών	59
• Περιεκτικότητα σε CDB	59
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	61
4.1. Ριζικό σύστημα	61
4.2. Ύψος φυτών	63
4.3. Ξηρό βάρος φυτών	64
4.4. Δείκτης ρυθμού αύξησης	65
4.5. Χαρακτηριστικά των αποδόσεων	66
4.6. Περιεκτικότητα σε CBD	68
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70

1.Εισαγωγή

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η *Cannabis sativa* L. είναι ένα φυτό ευρέως διαδεδομένο σε όλο τον κόσμο (Hartsel et al., 2016). Η κάνναβη ανήκει στα ελαιούχα - κλωστικά φυτά και το είδος *Cannabis sativa* L. χρησιμοποιήθηκε από τη Νεολιθική περίοδο για την παραγωγή πολλών προϊόντων και υποπροϊόντων αποτελώντας έτσι ένα από τα παλαιότερα ετήσια καλλιεργούμενα φυτά από τον άνθρωπο (Ethan B. Russo, 2007).

Το γένος *Cannabis* εξαπλώθηκε 100.000 χρόνια πριν τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες στις περιοχές της Ασίας και της Ευρώπης. Το γένος είχε εξαπλωθεί πέρα από την Κίνα εξαιτίας των τελευταίων παγετώνων που οδήγησαν το φυτό να καταφύγει σε θερμότερα μικροκλίματα για να επιβιώσει. Από τα σημεία αυτά που κατάφερε να επιβιώσει το φυτό, η ανθρωπογενής δραστηριότητα ήταν η αιτία για την περαιτέρω εξάπλωση του φυτού (Clarke & Merlin, 2013). Υπάρχει αναφορά σε αντίγραφα κινέζικου βοτανολόγιου γραμμένα την 3η χιλιετία π.Χ. που μαρτυρά την γνώση και την χρήση των φαρμακευτικών ιδιοτήτων της κάνναβης (Mechoulam, 1986).

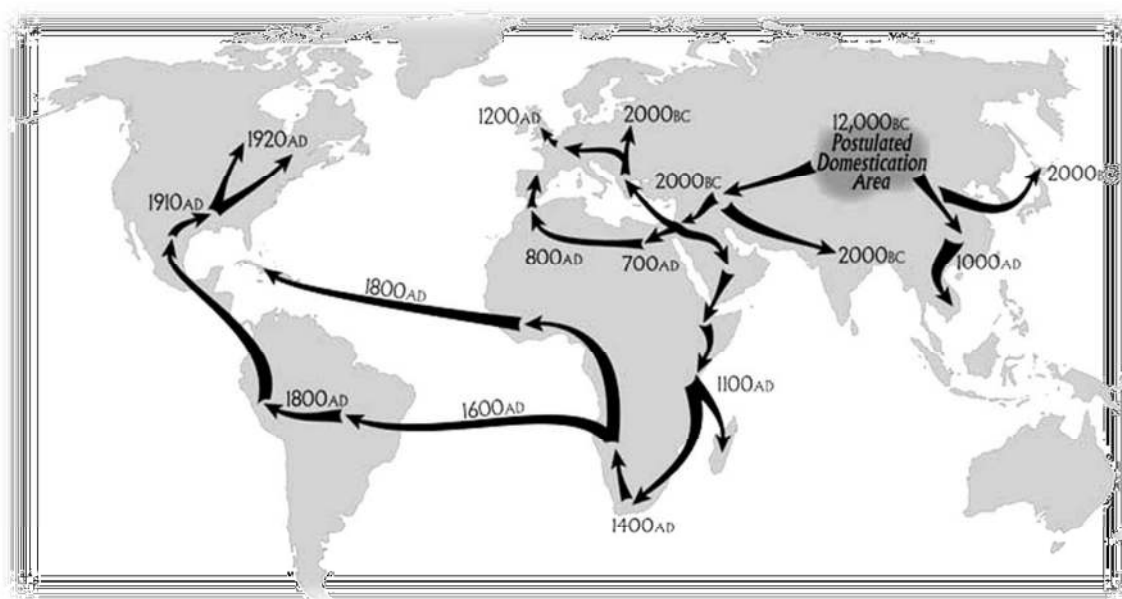
Τουλάχιστον 10.000 χρόνια πριν εκτιμάται η εμφάνιση της καλλιέργειας κλωστικής κάνναβης (Schultes et al, 1974) στην Κίνα και την Κεντρική Ασία χωρίς να είναι γνωστή η ακριβής χρήση της. Από αρχαιολογικά ευρήματα πιστεύεται ότι χρησιμοποιούνταν στην Κίνα για την κατασκευή υφασμάτων από τον 28ο αιώνα π.Χ. ενώ υπάρχουν αναφορές ότι το 1.400 π.Χ. την χρησιμοποιούσαν στην Περσία ως φάρμακο.

Λόγω της μακράιωνης εκμετάλλευσης της κάνναβης από τον άνθρωπο, είναι πιθανόν οι άγριοι πληθυσμοί να έχουν εξαφανιστεί και όσοι πληθυσμοί χαρακτηρίζονται ως άγριοι ενδεχομένως να προήλθαν είτε από εξημερωμένους πληθυσμούς που εξαπλώθηκαν μέσω του ανθρώπου και εγκαταστάθηκαν πέρα από τον τόπο προέλευσης τους, είτε από μακροχρόνια ανταλλαγή γονιδίων μεταξύ καλλιεργούμενων και άγριων πληθυσμών. Το αποτέλεσμα αυτών είναι να καθίσταται αδύνατος ο προσδιορισμός ύπαρξης ή μη πρωτόγονων πληθυσμών και να καθίσταται δύσκολη η διάκριση και η βοτανική ταξινόμηση των διαφόρων οικότυπων, ποικιλιών και βιοτύπων που έχουν προκύψει από φυσική και τεχνητή επιλογή (Small, 2015). Μια ακόμα αιτία που ενισχύει την δυσκολία εντοπισμού των γηγενών πληθυσμών οφείλεται στην μεταβολή της έκτασης που αυτοί οι πληθυσμοί απαντώνται, εξαιτίας της περιόδου των παγετώνων (Clarke & Merlin, 2013).

Παρόλη την δυσκολία εντοπισμού της προέλευσης της κάνναβης, θεωρείται ότι είναι γηγενής σε περιοχές εύκρατου κλίματος, της δυτικής, κεντρικής και ενδεχομένως της ανατολικής Ασίας (Li, 1974). Τελευταία, ενισχύεται η άποψη ότι η κάνναβη έχει προέλευση από την κεντρική Ασία και ενδεχομένως από τους πρόποδες των Ιμαλαΐων (Vavilov, 1931 & Piomelli & Russo, 2016). Η εξάπλωση του φυτού στην Ασία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των νομάδων κατά την εποχή του χαλκού. Δεδομένα της παλαιολιθικής εποχής αποδεικνύουν ότι κάτοικοι της Ευρώπης και Ασίας είχαν ανακαλύψει τις ιδιότητες της κάνναβης.

Η εξάπλωση και διάδοση της κάνναβης στην Ευρώπη αποδίδεται επίσης στους νομάδες αρχικά στα βαλκανικά κράτη και καλλιεργείτο από την αρχαιότητα μέχρι το τέλος του 18ου αιώνα σε μεγάλη σχετική έκταση, γιατί αποτελούσε τη μοναδική ύλη για την κατασκευή σχοινιών.

Η κάνναβη φαίνεται να κινείται παράλληλα με τον άνθρωπο σε όλες τις γεωγραφικές περιοχές που μπορούσε να καλλιεργηθεί δεδομένου των ιδιοτεροτήτων της.



Εικόνα 1. Παγκόσμια εξάπλωση της καλλιέργειας της κλωστικής κάνναβης.

1.2 Ιστορία της κάνναβης στην Ελλάδα

Η καλλιέργεια και η χρήση της κάνναβης σε διάφορους τομείς ήταν αρκετά διαδεδομένη στην Ελλάδα κατά την αρχαιότητα. Την συναντάμε στη ναυτιλία, την υφαντουργία αλλά και ως φαρμακευτική αγωγή για πολλές ασθένειες. Πολλές αναφορές για την χρήση της κάνναβης εμφανίζονται ξεκινώντας από τον 1ο αιώνα μ.Χ. στο βιβλίο του Διοσκουρίδη του Πεδάνιου «Περί ύλης της ιατρικής». Στο βιβλίο αυτό γίνεται αναφορά στις θεραπευτικές ιδιότητες της κάνναβης καθώς και οι διαφορές της ήμερης από την άγρια κάνναβη. Μια άλλη αναφορά βρίσκουμε και στο βιβλίο τα «Γεωπονικά», έργο το οποίο συντάχθηκε υπό την επίβλεψη του βυζαντινού αυτοκράτορα Κωνσταντίνου Ζ' Πορφυρογέννητου τον 10ο αιώνα, στο οποίο μάλιστα παρέχονται και συμβουλές για την καλλιέργεια της κάνναβης. Ο Ηρόδοτος επίσης κάνει εκτενή αναφορά σε τελετουργικό από τους Σκύθες μεταξύ του 450 και 420 π.Χ. ενώ και ο ιατρός Διοσκουρίδης το 70μ.Χ. κατέταξε την κάνναβη στα φυτά με ποικίλες θεραπευτικές ιδιότητες. Καλλιέργεια κάνναβης καταγράφεται και στο βιβλίο του Πausανία «Ηλιακά» περί τον 2ο αιώνα μ.Χ. ενώ και στο Εθνικό αρχαιολογικό μουσείο συναντάμε τμήμα υφάσματος κάνναβης από ανασκαφή στους Τράχωνες Αλίου τη δεκαετία του '60.

Γύρω στο 1870 εκδηλώθηκε ουσιαστικά η πρώτη σοβαρή προσπάθεια οργανωμένης καλλιέργειας κλωστικής κάνναβης, η οποία και διαδόθηκε σημαντικά στα χρόνια που ακολούθησαν. Ο νομός Αρκαδίας ήταν ο πρώτος σε εμπορία και καλλιέργεια κάνναβης και ιδιαίτερα η περιοχή της Μαντινείας. Οι εξαγωγές γινόντουσαν κυρίως στην Αίγυπτο και τη Μέση Ανατολή από τους οποίους όπως αναφέρεται διδαχτήκαμε τα μυστικά της παρασκευής και καλλιέργειας της κάνναβης. Αυτό σταμάτησε στις αρχές του 1900 και όταν οι Βρετανοί στην ουσία έβαλαν βέτο στην ελληνική κυβέρνηση απειλώντας ότι θα σταματήσουν να προμηθεύονται σταφίδα αν δεν απαγορευτεί η καλλιέργεια και εμπορία της κάνναβης. Οι αντιδράσεις του κόσμου και κυρίως των αγροτών ήταν πολλές, παρ' όλα αυτά ύστερα από την υψηλή φορολόγηση που επέβαλλαν σχεδόν εκβιαστικά και την απαγόρευση εξαγωγής της στην Αίγυπτο έκλεινε ο κύκλος μιας κερδοφόρας βιομηχανίας στη χώρα μας. Με τα δεδομένα αυτά άρχισε να μειώνεται η παραγωγή με αποτέλεσμα το Νοέμβριο του 1925 να ψηφιστεί η απαγόρευση του εμπορίου κάνναβης και η εξαγωγή της από τη χώρα μας.

Την περίοδο αυτή υπήρχαν στην Ελλάδα δέκα εργοστάσια, τα «κανναβουργεία», τα οποία επεξεργάζονταν την ίνα κυρίως για τη δημιουργία σκοινιών τα οποία έκλεισαν. Η καλλιέργεια κάνναβης εμφανίζεται ξανά αρκετά χρόνια αργότερα και γύρω στο 1945 στη λίμνη των Γιαννιτσών. Την περίοδο αυτή λόγω του ότι η λίμνη είχε αποξηρανθεί καλλιεργήθηκε το φυτό

της κάνναβης για να καταστραφούν ορισμένα ζιζάνια. Τότε ήταν γνωστή η ιδιότητα της κάνναβης σαν αποπνικτικό ζιζανίων. Αργότερα και μέχρι την δεκαετία του 1970 καλλιέργειες κάνναβης εμφανίστηκαν και στην περιοχή της Κωπαΐδας, η παραγωγή της οποίας χρησιμοποιούνταν ως οικοδομικά υλικά που φτιάχνονταν από τις φυτικές ίνες του φυτού από την εταιρία Πανομπελ. Η παραγωγή σταμάτησε με το κλείσιμο του εργοστασίου. Έως και την δεκαετία του 1980 πολλά ήταν τα κανναβουργεία στην Ελλάδα για τα οποία υπάρχουν αναφορές. Στην Κέρκυρα ήταν γνωστό το κανναβουργείο του Δεσύλλα όπως ονομαζόταν, αλλά και στη Έδεσσα το οποίο μετά το κλείσιμό του διατηρήθηκε ως μνημείο. Στη Θεσσαλονίκη ένα ακόμη κανναβουργείο με την ονομασία ‘ΒΙΛΚΑ’ (βιομηχανία λινού κάνναβης) δραστηριοποιούνταν μέχρι την δεκαετία του ‘80 όπως και στην Αθήνα στο Φάληρο το οποίο και κατεδαφίστηκε το 2000.

Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε ίνα και σπόρο στην Ελλάδα (1936-1956)			
Έτη	Καλλιεργούμενη έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)	
		Ίνα	Καρπός
1936	80	2,5	0
1937	700	60	0
1938	4.580	370	0
1939	2.820	220	0
1940	2.950	250	0
1945	2.110	42	15
1946	6.207	535	133
1947	5.943	453	157
1948	2.765	295	72
1949	3.540	344	116
1950	2.704	256	116
1951	4.225	412	40
1952	7.005	512	64
1953	6.065	800	277
1954	2.350	125	24
1955	1.242	63	38
1956	126	6,5	0,5

Πίνακας 1. Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε ίνα και σπόρο στην Ελλάδα κατά τα έτη 1936-1956 (Διεθνές Ινστιτούτο Γεωργίας της Ρώμης).

1.3 Προϊόντα και χρήσεις βιομηχανικής κάνναβης

Η κάνναβη χρησιμοποιείται για την παραγωγή μιας ποικιλίας εμπορικών και βιομηχανικών προϊόντων, όπως σχοινί, υφάσματα, ρούχα, παπούτσια, τρόφιμα, χαρτί, βιοπλαστικά, μόνωση και βιοκαύσιμα. Οι ίνες της μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή υφασμάτων 100% κάνναβης, αλλά συνήθως αναμιγνύονται με άλλες ίνες, όπως λινάρι, βαμβάκι ή μετάξι, καθώς και παρθένο και ανακυκλωμένο πολυεστέρα, για την κατασκευή υφασμένων υφασμάτων για ενδύματα και έπιπλα. Οι δύο εσωτερικές ίνες του φυτού είναι πιο ξυλώδεις και συνήθως έχουν βιομηχανικές εφαρμογές όπως στρώματα, στρωμένη ζών και απορρίμματα. Όταν οξειδώνεται το έλαιο που παράγεται από τους σπόρους γίνεται στερεό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή χρωμάτων με βάση το λάδι, σε κρέμες ως ενυδατικό μέσο, για μαγείρεμα και σε πλαστικά. Σπόροι κάνναβης έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης στο μείγμα ζωοτροφών πουλιών. Μια έρευνα το 2003 έδειξε ότι περισσότερο από το 95% των σπόρων κάνναβης που πωλήθηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση χρησιμοποιήθηκε σε ζωοτροφές και πουλιά (Michael Karus, 2004).

Οι ίνες κάνναβης έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς σε όλη την ιστορία, με την παραγωγή να κορυφώνεται αμέσως μετά την εισαγωγή του στον Νέο Κόσμο. Για αιώνες, αντικείμενα που κυμαίνονται από σχοινί, υφάσματα, βιομηχανικά υλικά κατασκευάζονται από ίνες κάνναβης. Η κάνναβη χρησιμοποιείται επίσης συνήθως για την κατασκευή καμβά πανιού. Τα υφάσματα από κάνναβη έχει υφή παρόμοια με το λινό και όπως και τα σχοινιά είναι πολύ πιο ανθεκτικά από τα βαμβακερά ενώ έχουν αντιβακτηριδιακές και αντιμυκητιακές ιδιότητες. Οι λέξεις "κανναβάτσο" και "καμβάς" προέρχονται από τη λέξη 'κάνναβης'.

Οι σπόροι κάνναβης μπορούν να καταναλωθούν ωμοί, αλεσμένοι, βλαστημένοι ή σε ξηρή σκόνη. Σπέρματα κάνναβης μπορεί επίσης να μετατραπούν σε υγρό που χρησιμοποιείται για το ψήσιμο ή για ποτά όπως γάλα κάνναβης και αφεψήματα. Το έλαιο κάνναβης είναι ψυχρής πίεσης από το σπόρο και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα φύλλα του φυτού, αν και όχι τόσο θρεπτικά όσο οι σπόροι, είναι βρώσιμα και μπορούν να καταναλωθούν ωμά όπως φυλλώδη λαχανικά σε σαλάτες ή για παρασκευή χυμών.

Οι σπόροι και το λάδι από σπόρους κάνναβης είναι από τα πιο πλούσια σε διατροφική αξία τρόφιμα στον κόσμο, αφού περιέχουν πρωτεΐνες, αμινοξέα, ωμέγα 3- ωμέγα 6, βιταμίνες, μέταλλα και αντιοξειδωτικά. Μια μερίδα 100 γραμμαρίων σπόρων κάνναβης παρέχει 586 θερμίδες. Περιέχουν 5% νερό, 5% υδατάνθρακες, 49% ολικό λίπος και 31% πρωτεΐνες.

	100 γρ. σπόρων κάνναβης	100 γρ. λάδι κάνναβης	100 γρ. αλεύρι κάνναβης*	100 γρ. σκόνης πρωτεΐνης **
Ενέργεια	1768 kJ/433Kcal	3700 kJ/900Kcal	1215 kJ/Kcal	1445 kJ/Kcal
Λίπη	30,2g	100g	7,7g	9,7g
από τα οποία				
κορεσμένα λιπαρά οξέα	2,9g	9,9g	1,0 g	1,4g
μονοακόρεστα	4,2g	15,1g	1,2g	1,2g
πολυακόρεστα	23,1g	75g	5,5g	7,1g
Υδατάνθρακες	3,4g	0g	3,4g	4,7g
από τους οποίους σάκχαρα	1,6g	0g	2,4g	2,9g
Ίνες	33,9g	0g	46,3g	19,7g
Πρωτεΐνη	20,0 g	0g	29,6g	50,0g
Αλάτι	<0,1g	0g	0,17g	0,2g
Βιταμίνη Ε	2,7mg	60mg		6,1 mg
Φολικό οξύ	180μg		100μg	120μg
Φώσφορος			1000 mg	
Κάλιο	714mg			
Σίδηρος	13,25mg		20mg	22,4mg
Ψευδάργυρος	6,52mg		7mg	13,8 mg
ω-3 λιπαρά οξέα	5,2 g	58g	1,2g	1,6g
ω-6 λιπαρά οξέα	17,9g	17g	4,3g	5,5g

Πίνακας 2. Θρεπτική αξία προϊόντων από σπόρους κάνναβης

Η κάνναβη από την αρχαιότητα ήταν από τα βότανα με θεραπευτική δράση. Πλούσια σε κανναβινοειδή, τερπένια και φλαβονοειδή σίγουρα έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον της παγκόσμιας ιατρικής κοινότητας. Έχει παρατηρηθεί ότι έχει αντιφλεγμονώδη δράση, έτσι αποτελεί τον καλύτερο φυσικό σύμμαχο για την πρόληψη αλλά και θεραπεία διαφόρων δερματικών παθήσεων.

Σκυρόδεμα μπλοκ κατασκευασμένα με κάνναβη και ασβέστη έχουν χρησιμοποιηθεί ως μονωτικό υλικό για την κατασκευή κτισμάτων (M.L. Ryder et al.,1987). Τα τούβλα από κάνναβη αποτελούν ένα εξαιρετικό υλικό ως οικοδομική ύλη αφού είναι ανακυκλώσιμα, αντισεισμικά ενώ είναι ένα εξαιρετικό πυρίμαχο υλικό. Το πρώτο παράδειγμα χρήσης της κάνναβης ήταν το 1986 στη Γαλλία με την ανακαίνιση του Maison de la Turquie στο Nogent-sur-Seine από τον καινοτόμο Charles Rasetti. Το Renewable House που ολοκληρώθηκε το 2009 στο Ηνωμένο Βασίλειο, είναι ένα από τα πιο προηγμένα τεχνολογικά κατασκευασμένα από υλικά με βάση την κάνναβη. Το πρώτο σπίτι των ΗΠΑ από υλικά με βάση την κάνναβη ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο του 2010 στο Asheville της Βόρειας Καρολίνας.

Το χαρτί από κάνναβη δεν είναι καινούργια ανακάλυψη αν αναλογιστούμε ότι η πρώτη Βίβλος του Γουτεμβέργιου τυπώθηκε σε χαρτί κάνναβης. Ως τα τέλη του 19ου αιώνα το 70% του χαρτιού που παραγόταν παγκοσμίως προερχόταν από ίνες κάνναβης. Σε τέτοιο χαρτί τυπώθηκε και η πρώτη Βίβλος και γράφτηκε επίσης και η Διακήρυξη Ανεξαρτησίας των ΗΠΑ. Τα προϊόντα είναι κυρίως χαρτιά ειδικότητας, όπως τσιγάρα, τραπεζογραμμάτια και

τεχνικά χαρτιά φίλτρου. Σε σύγκριση με τον ξυλοπολτό, ο πολτός κάνναβης προσφέρει τέσσερις έως πέντε φορές μεγαλύτερες ίνες, σημαντικά χαμηλότερο κλάσμα λιγνίνης, καθώς και υψηλότερη αντοχή στο σχίσιμο και αντοχή σε εφελκυσμό. Επιπλέον η κάνναβη μεγαλώνει πολύ γρηγορότερα σε σχέση με ένα δέντρο οπότε εύλογα αποτελεί πολύ καλύτερη και συμφέρουσα για το περιβάλλον λύση.

Κατασκευές από ίνες κάνναβης χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, ως μονωτικό και στεγανωτικό επίστρωμα των αυτοκινήτων. Το πλαστικό από κάνναβη σίγουρα είναι προτιμότερη λύση από το πλαστικό του πετρελαίου, αφού είναι 100% βιοδιασπώμενο.

Ενώ οι φυτικές ίνες και οι σπόροι είναι τα κύρια προϊόντα της καλλιέργειας, υπάρχει ένα όλο και αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των δευτερογενών μεταβολιτών της κάνναβης. Οι ταξιανθίες και τα φύλλα είναι πλούσια σε διάφορους βιοενεργούς δευτερογενείς μεταβολίτες, δηλαδή κανναβινοειδή, τερπενοειδή και φλαβονοειδή (Hazekamp et al., 2010).

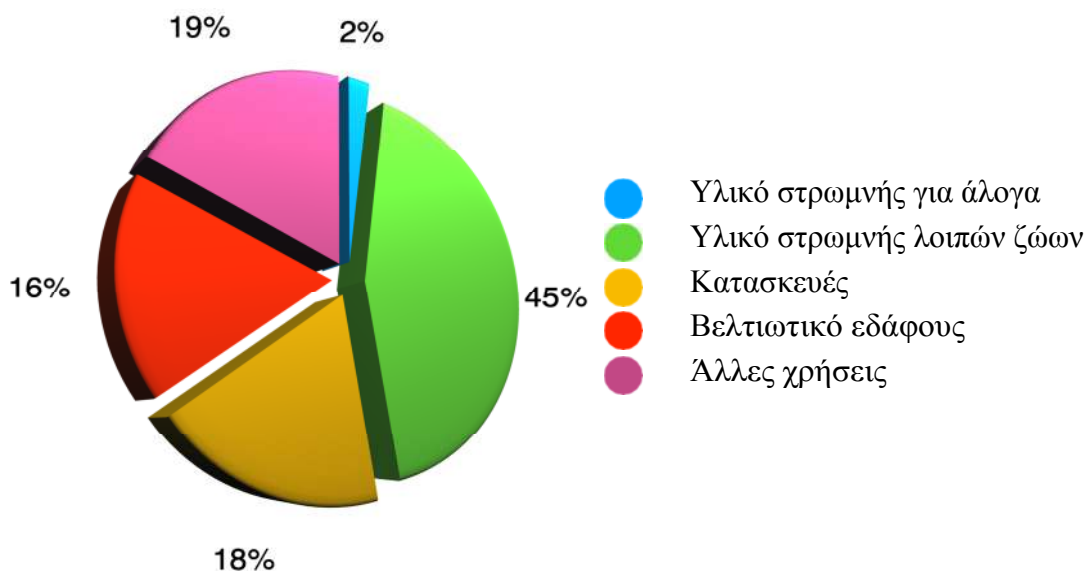
Τα τελευταία χρόνια προωθείται η καλλιέργεια της κάνναβης ως ενεργειακό φυτό λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε κυτταρίνη (περίπου 60%) και τη χαμηλή περιεκτικότητα σε λιγνίνη (περίπου 7-8%) (Xiaozhai Lu et al, 1995). Οι υδρογονάνθρακες που βρίσκονται στην κάνναβη μπορούν να μετατραπούν σε ένα ευρύ φάσμα πηγών ενέργειας από βιομάζα μέχρι υγρό καύσιμο. Η παραγωγή καυσίμου οχήματος από κάνναβη είναι πολύ μικρή. Το εμπορικό βιοντίζελ και το βιοαέριο παράγονται συνήθως από άλλα ενεργειακά φυτά, δημητριακά, καρύδες, φοίνικες και φθηνότερες πρώτες ύλες όπως σκουπίδια, λύματα, νεκρά φυτικά και ζωικά υλικά, ζωικά κόπρανα και οικιακά απορρίμματα.

Η εντεριώνη των στελεχών της κάνναβης χρησιμοποιείται ως υλικό στρωμνής ζώων και ιδιαίτερα των αλόγων ιππασίας, γιατί είναι δώδεκα φορές περισσότερο απορροφητική από το άχυρο του σιταριού, απαλή, καθόλου ερεθιστική (Fleming and Clarke, 1998), έχει μεγάλη διάρκεια χρησιμοποίησης, δεσμεύει την υγρασία και τις οσμές, και δεν ελκύει έντομα και τρωκτικά (John M. McPartland, 1997).

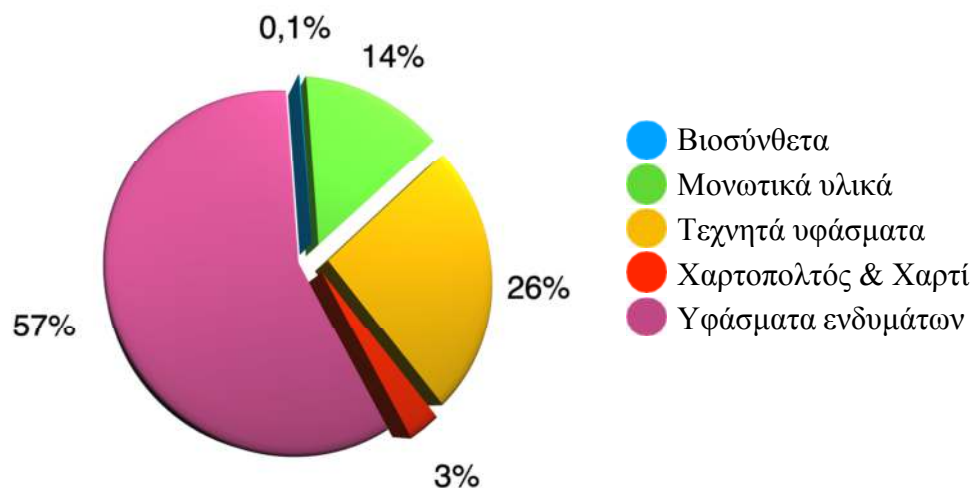
Αποτελεί ένα άριστο χουμικό-βελτιωτικό του εδάφους για ανθοκομικά φυτά και κηπευτικές καλλιέργειες. Αναπτύσσεται ταχύτατα και λόγω της υψηλής βιομάζας που παράγει και αφήνει ύστερα από την συγκομιδή εφοδιάζει το έδαφος, βελτιώνει τη δομή του εδάφους, μπορεί να αποτελέσει μονωτικό άλλων καλλιεργειών έναντι των ζιζανίων και του κρύου (Pořša L. et al, 2009).



Γράφημα 1: Οι κυριότερες χρήσεις του σπόρου της κάνναβης στην Ε.Ε. το 2013. (Πηγή: ΕΙΗΑ 2017)



Γράφημα 2: Οι κυριότερες χρήσεις της εντεριώνης της κάνναβης στην Ε.Ε. το 2013. (Πηγή ΕΙΗΑ 2017)



Γράφημα 3: Οι κυριότερες χρήσεις της ίνας της κάνναβης στην Ε.Ε. το 2013. (Πηγή ΕΙΗΑ 2017)

1.4 Οικονομική σημασία καλλιέργειας

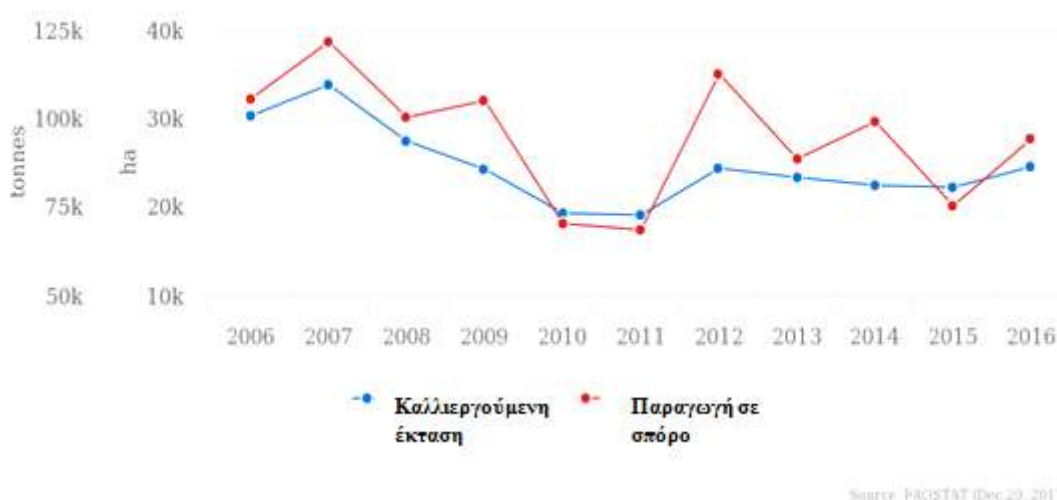
1.4.1 Παγκόσμια παραγωγή

Από 10,9 εκατ. στρέμματα, μέση ετήσια έκταση παγκοσμίως, την πενταετία 1948 - 1952, υποχώρησε στα 1,5 εκατ. στρέμματα την πενταετία 1987 - 1991, με κυριότερες χώρες καλλιέργειας την Κίνα, τον Καναδά, τις Ινδίες, την Αυστραλία, τη Ρωσία και την Ουγγαρία.

Πλέον είναι ευρέως διαδεδομένη η καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης παγκοσμίως. Σε περίπου 30 χώρες στην Ευρώπη, στην Ασία, στη Β. & Ν. Αμερική επιτρέπεται η καλλιέργεια καθώς ο ρυθμός αύξησης των εκτάσεων καλλιέργειας αυξάνεται χρόνο με το χρόνο ενώ βαδίζει παράλληλα με το εκάστοτε θεσμικό πλαίσιο που καθορίζει τους όρους καλλιέργειας.

Το 2010 και 2011 παρουσιάστηκε μείωση στην παγκόσμια παραγωγή σπόρου κάνναβης, όμως τα επόμενα έτη ακολούθησε ανοδική πορεία, όπου το 2016 η συνολική παγκόσμια έκταση για παραγωγή σπόρου ανέρχεται στα 24.430 εκτάρια και παραγωγή 93.950 τόνους. Η Κίνα είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός σε παγκόσμιο επίπεδο και καλύπτει σχεδόν το 80% της παγκόσμιας παραγωγής στην οποία συμμετέχουν περισσότερες από 30 χώρες.

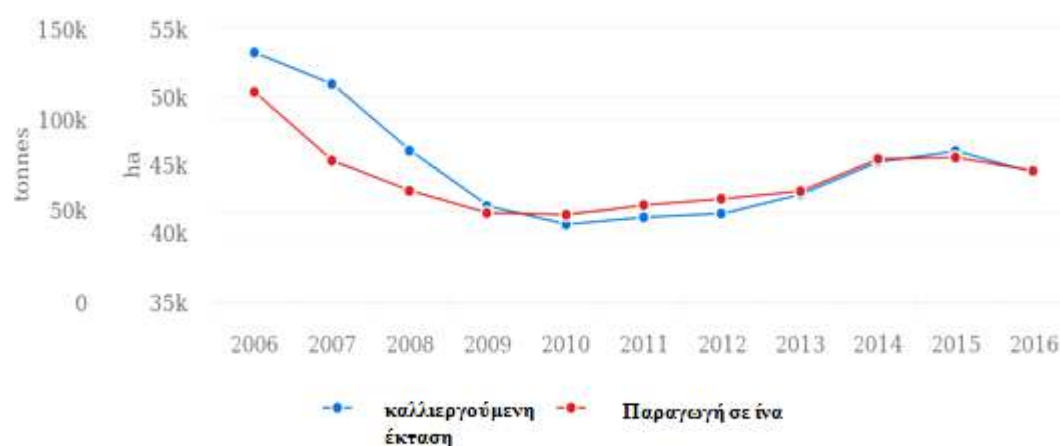
Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε σπόρο (2006-2016)



Διάγραμμα 1. Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε σπόρο κατά τα έτη 2006- 2016 (FAOSTAT 2017).

Εντός της δεκαετίας 2006-2016, η παγκόσμια παραγωγή ίνας παρότι ήταν πτωτική, σταδιακά εμφανίζει μια άνοδο. Έτσι, το 2016 η παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση για παραγωγή ίνας υπολογίζεται στα 44.400 εκτάρια και η παραγωγή ίνας στους 71.475 τόνους. Όσον αφορά στην παραγωγή ίνας, το 2016 η Ευρώπη φαίνεται να πρωτοστατεί με ποσοστό της τάξης του 48,3% ακολουθούμενη από την Ασία με 45,8% και την Αμερική με 5,9%.

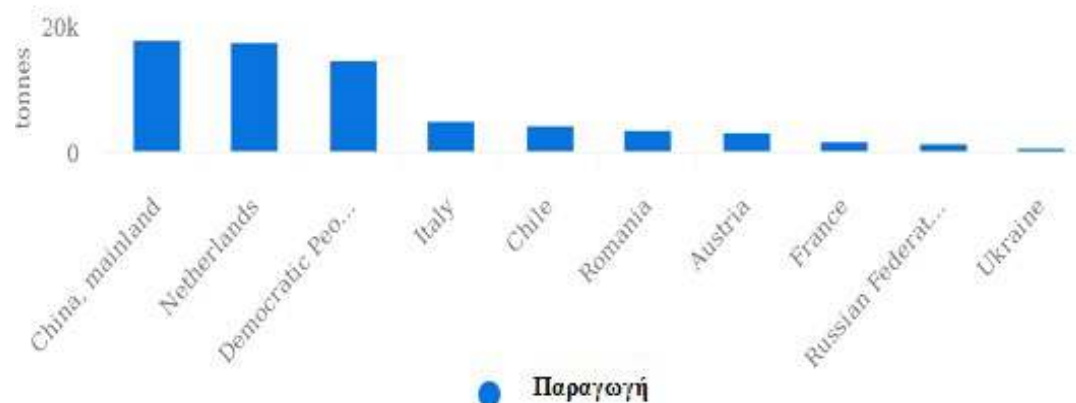
Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε ίνα (2006-2016)



Source: FAOSTAT (Dec 21, 2017)

Διάγραμμα 2. Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε ίνα κατά τα έτη 2006-2016 (FAOSTAT 2017).

Παραγωγή ίνας: 10 μεγαλύτερες παραγωγικές χώρες (2016)



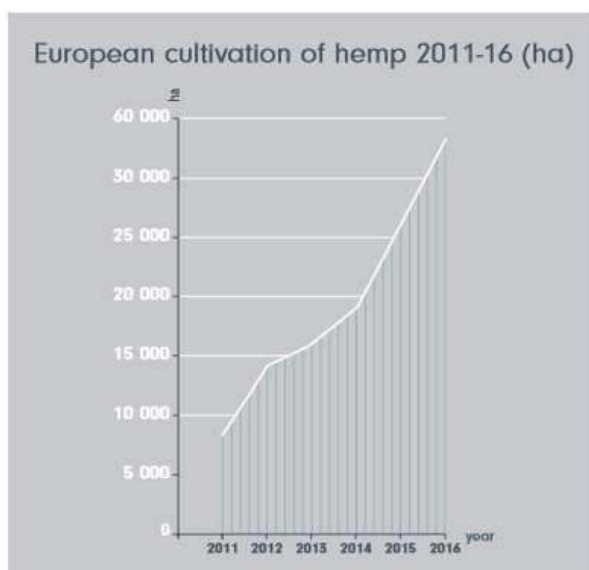
Source: FAOSTAT (Dec 20, 2017)

Γράφημα 4. Οι δέκα μεγαλύτερες χώρες παραγωγής ίνας κάνναβης για το έτος 2016 (FAOSTAT 2017).

1.4.2 Ευρωπαϊκή Ένωση

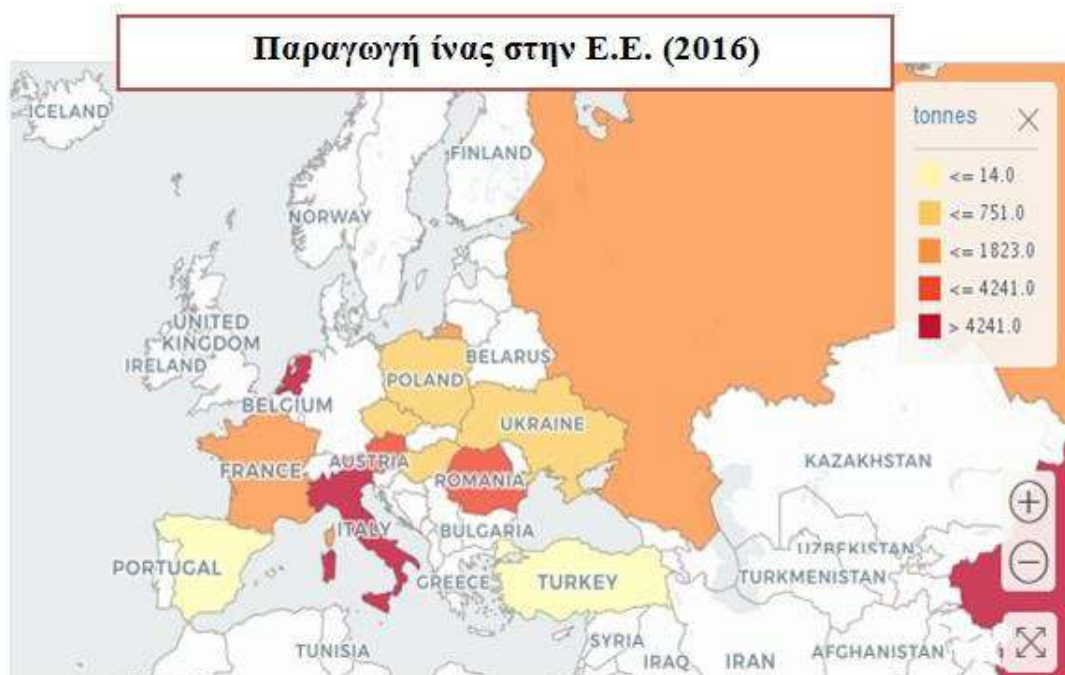
Το 2011 η συνολική καλλιεργούμενη έκταση κλωστικής κάνναβης στην Ευρώπη ήταν 8.000 εκτάρια, το 2014 ήταν 17.523 εκτάρια ενώ το 2015 έφτασε τα 25.224 εκτάρια με κύρια χώρα καλλιέργειας τη Γαλλία στην οποία καλλιεργείται σχεδόν το 50% της προαναφερόμενης έκτασης. Την τελευταία πενταετία παρατηρήθηκε τριπλασιασμός της έκτασης καλλιέργειας της σε όλη την Ευρώπη (ΕΙΗΑ). Ενδεικτικό της ανάπτυξης του τομέα είναι ότι το 2016 στην Ευρώπη η συνολική καλλιεργούμενη έκταση κλωστικής κάνναβης έφτασε τα 33.000 εκτάρια (Carus et al., 2017). Το 2016 η Ευρώπη αποτελεί την κυρίαρχη δύναμη για παραγωγή σπόρου κάνναβης με 87.7%, ενώ ακολουθεί η Ασία με 10% και ύστερα η Αμερική.

Σήμερα, κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος με την παραγωγή ίνας για το 2016 να ανέρχεται στους 34.520 τόνους και για παραγωγή σπόρου στους 82.400 τόνους. Πλέον, έχει αναπτυχθεί μια ενεργός αγορά προϊόντων κλωστικής κάνναβης με παραγωγή σχεδόν σε όλα τα κράτη μέλη της.



Διάγραμμα 3. Καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης από το 2011 μέχρι το 2016 στην Ευρώπη

Τα μέλη κράτη που καταλαμβάνουν τις μεγαλύτερες εκτάσεις είναι η Γαλλία με μια σχετικά σταθερή αγορά για τα προϊόντα της κάνναβης και η Ολλανδία. Η Γαλλία πρωτοστατεί στην παραγωγή σπόρου, ενώ η Ολλανδία στην παραγωγή ίνας. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες ξεκινούν ή επεκτείνουν τις καλλιεργούμενες εκτάσεις τους σε βιομηχανική κάνναβη, κυρίως για την παραγωγή σπόρου.



Εικόνα 2. Παραγωγή ίνας κάνναβης στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2016 (FAOSTAT 2017).



Εικόνα 3. Παραγωγή σπόρου κάνναβης στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2016 (FAOSTAT 2017).

1.5 Νομοθεσία

Αν και η κάνναβη ως φάρμακο και η βιομηχανική κάνναβη προέρχονται και από το είδος *Cannabis sativa* και περιέχουν το ψυχοδραστικό συστατικό τετραϋδροκανναβινόλη (THC), είναι διαφορετικά στελέχη με μοναδικές φυτοχημικές συνθέσεις και χρήσεις. Η βιομηχανική κάνναβη έχει χαμηλότερες συγκεντρώσεις THC και υψηλότερες συγκεντρώσεις κανναβιδιόλης (CBD), η οποία μειώνει ή εξαλείφει τα ψυχοδραστικά της αποτελέσματα. Η νομιμότητα της βιομηχανικής κάνναβης ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των χωρών. Ορισμένες κυβερνήσεις ρυθμίζουν τη συγκέντρωση THC και επιτρέπουν μόνο καλλιέργειας κάνναβης με ιδιαίτερα χαμηλή περιεκτικότητα σε THC (Talbot, Geoff, 2015, Crime, United Nations Office on Drugs, 2009).

Η νομοθεσία για την φαρμακευτική κάνναβη κάθε χώρας, στην Ευρωπαϊκή ήπειρο, ορίζει διαφορετικές συνθήκες για ότι επιτρέπεται ως προς την παραγωγή και την πώλησή της για ιατρικούς σκοπούς. Στις χώρες που επιτρέπεται η παραγωγή και η καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης ορίζεται κάτω από αυστηρά νομοθετικά πλαίσια τόσο για την ποιότητα του τελικού προϊόντος όσο και την ασφάλεια της παραγωγής ενώ σε κάποιες άλλες δεν επιτρέπεται καμία ανάπτυξη επιχειρησιακής δραστηριότητας γύρω από την παραγωγή-καλλιέργεια κάνναβης για φαρμακευτικούς σκοπούς. (www.talkingdrugs.org).

Στις περισσότερες χώρες η νομοθεσία δίνει στην ιατρική κοινότητα την δυνατότητα συνταγογράφησης φαρμάκων που ως δραστική ουσία έχουν τετραϋδροκανναβινόλη-Δ9-THC. Η καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης για παραγωγή φαρμάκων επιτρέπεται στην Ελλάδα, στην Τσεχία, στην Ουγγαρία και στην Ρουμάνια. Η συνταγογράφηση φαρμάκων επιτρέπεται σε Πολωνία, Τσεχία, Αυστρία, Ουγγαρία, Κροατία, Ιταλία, Ρουμανία, Κύπρο, Ελλάδα, Πορτογαλία, Γερμανία, Ολλανδία, Βέλγιο, Γαλλία, Λουξεμβούργο και Σλοβενία.

Στην Ελλάδα, μέχρι το έτος 2013 ίσχυε ο νόμος 3459/2006 περί ναρκωτικών ουσιών, ο οποίος απαγόρευε την καλλιέργεια της κάνναβης ανεξαρτήτου περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC), ακόμα και της βιομηχανική κάνναβης. Πιο συγκεκριμένα, στο νόμο 4139/2013 περί «εξαρτησιογόνων ουσιών και άλλες διατάξεις», γίνεται αναφορά στη δυνατότητα καλλιέργειας ποικιλιών κάνναβης του είδους *Cannabis sativa* L. με περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) κάτω του 0,2%. Η χαμηλή αυτή περιεκτικότητα σε THC είναι η προβλεπόμενη από το σχετικό Ενωσιακό κανονιστικό πλαίσιο (καν. 73/2009 άρθρο 39 που έχει αντικατασταθεί με τον καν. 1307/2013). Τα ακατέργαστα προϊόντα, που προκύπτουν από την καλλιέργεια τέτοιων ποικιλιών, δεν

περιλαμβάνονται στις ναρκωτικές ουσίες. Προκειμένου, να εφαρμοστεί ο νόμος του 2013 και να εναρμονιστεί η χώρα μας με το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο απαιτούνταν η έκδοση Υπουργικής Απόφασης, στην οποία θα ορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις καλλιέργειας των παραπάνω ποικιλιών βιομηχανική κάνναβης.

Με την ΚΥΑ 1750/39224/31-3-2016 που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ αρ. 929B/6-4-2016, η Ελλάδα εντάσσεται, πλέον, στις χώρες όπου είναι νόμιμη η καλλιέργεια του φυτού *Cannabis sativa* L. Οι ποικιλίες βιομηχανική κάνναβης, που επιτρέπεται η καλλιέργεια τους, πρέπει να είναι εγγεγραμμένες στον Κοινοτικό κατάλογο ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών, καθώς και να έχουν περιεκτικότητα τετραϋδροκανναβινόλης (THC) μικρότερη του 0,2%. Η απόφαση αυτή περιλαμβάνει τους όρους και τις προϋποθέσεις καλλιέργειας και καθιερώνει ένα σύστημα προέγκρισης της καλλιέργειας.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Ν. 4235/2014, αρμόδια αρχή για την εποπτεία και το συντονισμό των λοιπών αρμοδίων αρχών για την εφαρμογή των διατάξεων για την καλλιέργεια βιομηχανική κάνναβης ορίζεται η Διεύθυνση Συστημάτων Καλλιέργειας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Σύμφωνα με το άρθρο 3, η καλλιέργεια ποικιλιών για ερευνητικούς και πειραματικούς σκοπούς επιτρέπεται αποκλειστικά και μόνο στον ΕΛ.Γ.Ο. – ΔΗΜΗΤΡΑ και στα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα της χώρας σε έκταση πέντε (5) στρεμμάτων το ανώτερο, ανά ποικιλία και καλλιεργητική περίοδο. Στην περίπτωση αυτή, δηλώνεται στη Διεύθυνση Συστημάτων Καλλιέργειας και στη Διεύθυνση Δημόσιας Ασφάλειας του Αρχηγείου Ελληνικής Αστυνομίας του Υπουργείου Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης, η διενέργεια πειραματικών καλλιεργειών βιομηχανικής κάνναβης (ιδίως τοποθεσία, ποικιλίες) και γνωστοποιούνται τα αποτελέσματα των πειραμάτων αυτών στη Διεύθυνση Συστημάτων Καλλιέργειας. Για την απόκτηση, από τρίτες χώρες, των σπόρων προς σπορά ποικιλιών βιομηχανικής κάνναβης για ερευνητικούς και πειραματικούς σκοπούς χορηγείται σχετική έγκριση από τη Διεύθυνση Φυτογενετικών Πόρων και Πολλαπλασιαστικού Υλικού Καλλιεργούμενων Φυτικών Ειδών.

Σύμφωνα με το άρθρο 4 για την προέγκριση καλλιέργειας, ο ενδιαφερόμενος γεωργός, φυσικό ή νομικό πρόσωπο υποβάλλει ηλεκτρονικά ή εγγράφως αίτηση προέγκρισης στα οικεία Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης, σύμφωνα με το Παράρτημα Ι του άρθρου 10, συνοδευόμενη από: α)το αποδεικτικό για την ακριβή θέση και έκταση την οποία πρόκειται να καλλιεργήσει και β)την άδεια χρήσης νερού, σύμφωνα με την αριθ. Οικ. 146896/17.10.2014 απόφαση (Β'2878/27.10.2014).

Για την πληρότητα του φακέλου απαιτείται αντίγραφο του ποινικού μητρώου γενικής χρήσης, το οποίο αναζητείται αυτεπάγγελτα, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία. Τα οικεία Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης μετά την ολοκλήρωση του διοικητικού ελέγχου των δικαιολογητικών των περ. α' και β' της παρ.1 χορηγούν εντός δέκα εργάσιμων ημερών από την υποβολή της αίτησης την προέγκριση και ενημερώνουν το μητρώο του άρθρου 5 ή απορρίπτουν την αίτηση του ενδιαφερόμενου. Μετά την χορήγηση της προέγκρισης και εφόσον διαπιστωθεί από το ποινικό μητρώο του αιτούντος ότι αυτός έχει καταδικαστεί αμετάκλητα σε βαθμό κακουργήματος για αδίκημα που προβλέπεται στη νομοθεσία περί ναρκωτικών, η προέγκριση ανακαλείται άμεσα από το οικείο Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης και ενημερώνεται σχετικά και ο ενδιαφερόμενος. Η προέγκριση δεν εκχωρείται, ούτε μεταβιβάζεται. Στην περίπτωση θανάτου του κατόχου της προέγκρισης, η προέγκριση κληρονομείται από τους νόμιμους κληρονόμους, οι οποίοι θα πρέπει να πληρούν τις υποχρεώσεις του άρθρου 6.

Σύμφωνα με το άρθρο 5 για το μητρώο καλλιεργητών βιομηχανική κάνναβης, αυτό δημιουργείται και συντηρείται από τη Διεύθυνση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης της Γενικής Διεύθυνσης Διοικητικών Υπηρεσιών και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης του ΥΠΑΑΤ. Το μητρώο τηρείται και ανανεώνεται από τα οικεία Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης. Το αρχείο, ανά ποικιλία της παρ. 2 του άρθρου 45 του Καν. 809/2014 τηρείται από τη Διεύθυνση Φυτογενετικών Πόρων και Πολλαπλασιαστικού Υλικού Καλλιεργούμενων Φυτικών Ειδών. Το μητρώο της παρ. 1 και το αρχείο της παρ. 2 αποτελούν ενιαίο μητρώο στο οποίο έχουν πρόσβαση η Διεύθυνση Συστημάτων Καλλιέργειας και η Διεύθυνση Φυτογενετικών Πόρων και Πολλαπλασιαστικού Υλικού Καλλιεργούμενων Φυτικών Ειδών, ο Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. και η Διεύθυνση Δημόσιας Ασφάλειας του Αρχηγείου Ελληνικής Αστυνομίας του Υπουργείου Εσωτερικών και Διοίκησης Ανασυγκρότησης.

Στο άρθρο 6 συμπεριλαμβάνονται οι υποχρεώσεις των καλλιεργητών βιομηχανική κάνναβης. Οι παραγωγοί ποικιλιών βιομηχανικής κάνναβης υποχρεούνται:

- α) Να διαθέτουν την προέγκριση καλλιέργειας βιομηχανικής κάνναβης του άρθρου 4.
- β) Να υποβάλλουν την ενιαία αίτηση ενίσχυσης (ΕΑΕ) της παρ. 7 του άρθρου 17 του Κανονισμού 809/2014.
- γ) Να προμηθεύονται και να χρησιμοποιούν σπόρους προς σπορά των ποικιλιών που περιλαμβάνονται στον Κοινοτικό Κατάλογο ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών, σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κανονισμού 639/2014. Έως την 30η Ιουνίου κάθε έτους, ο

παραγωγός θα πρέπει να υποβάλλει, συμπληρωματικά στην ΕΑΕ στοιχεία σχετικά με τις χρησιμοποιηθείσες ποσότητες σπόρων καθώς και τις επίσημες ετικέτες που είχαν επικολληθεί στις συσκευασίες των σπόρων σύμφωνα με την οδηγία 2002/57/ΕΚ του Συμβουλίου ή το σχετικό τιμολόγιο στο οποίο αναφέρονται τα ως άνω στοιχεία.

δ) Να συνεργάζονται με τα ενωσιακά και τα εθνικά ελεγκτικά όργανα κατά τη διενέργεια των προβλεπόμενων ελέγχων και να παρέχουν τα απαιτούμενα στοιχεία.

ε) Να δηλώνουν στα οικεία Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης, τον χρόνο συγκομιδής, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 7.

στ) Να γνωστοποιούν, στα οικεία Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης:

αα) την αλλαγή των προσωπικών στοιχείων και των στοιχείων επικοινωνίας τους, εντός δέκα ημερών,

ββ) την αλλαγή της ποικιλίας που χρησιμοποιήθηκε στην σπορά,

γγ) την αποτυχία φυτρώματος της καλλιέργειας και την καλλιέργεια άλλου είδους φυτού,

δδ) την καταστροφή της καλλιέργειας της βιομηχανικής κάνναβης.

Για τις υποπεριπτώσεις ββ, και δδ, η γνωστοποίηση θα πρέπει να λαμβάνει χώρα πριν την αντίστοιχη ενέργεια και αυτή να πραγματοποιείται παρουσία αρμόδιου υπαλλήλου του οικείου Τμήματος Αγροτικής Ανάπτυξης από τον οποίο συντάσσεται σχετική έκθεση. Για την υποπερίπτωση γγ, η γνωστοποίηση θα πρέπει να λαμβάνει χώρα πριν την καλλιέργεια άλλου είδους φυτού.

ζ) Να διατηρεί έντυπο ενημέρωσης περί καλλιέργειας βιομηχανικής κάνναβης στο οποίο θα αναγράφεται ο αριθμός προέγκρισης που έχει λάβει.

η) Να προκαταβάλουν το κόστος των αναλύσεων των δειγμάτων που λαμβάνονται από τους ελεγκτές των Τμημάτων Αγροτικής Ανάπτυξης, ανά αγροτεμάχιο και ανά ποικιλία. Τα αποτελέσματα αποστέλλονται από τα εργαστήρια στο οικείο Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης.

Σύμφωνα με το άρθρο 7 σχετικά με την συγκομιδή και την αποθήκευση, οι γεωργοί υποχρεούνται να δηλώνουν στα οικεία Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης, τον χρόνο συγκομιδής, τουλάχιστον δέκα ημέρες πριν την πραγματοποίησή της. Μετά τη συγκομιδή της, αν η βιομηχανική κάνναβη πρόκειται να αποθηκευτεί, στη δήλωση του προηγούμενου εδαφίου περιλαμβάνεται ο σχετικός αποθηκευτικός χώρος. Η συγκομιδή των ποικιλιών βιομηχανική κάνναβης πραγματοποιείται τουλάχιστον δέκα ημέρες από το τέλος της ανθοφορίας, σύμφωνα με το πρώτο εδάφιο της παρ. 4 του άρθρου 45 του Κανονισμού 809/2014. Οι παραγωγοί δύνανται εάν το επιθυμούν να συγκομίζουν ποικιλίες βιομηχανικής κάνναβης μετά την έναρξη της ανθοφορίας, αλλά πριν την λήξη της δεκαήμερης περιόδου από το τέλος της ανθοφορίας. Στην περίπτωση αυτή, τα οικεία Τμήματα Αγροτικής

Ανάπτυξης υποδεικνύουν ποια αντιπροσωπευτικά τμήματα κάθε αγροτεμαχίου πρέπει να εξακολουθήσουν να καλλιεργούνται επί τουλάχιστον δέκα ημέρες μετά το τέλος της ανθοφορίας για λόγους ελέγχου, σύμφωνα με τη μέθοδο που καθορίζεται στο Παράρτημα του ιδίου Κανονισμού. Η αποθήκευση της βιομηχανική κάνναβης γίνεται αποκλειστικά στους αποθηκευτικούς χώρους που έχει δηλώσει ο καλλιεργητής στη δήλωση της περ.α΄ της παρ. 1. Σήμερα, που η καλλιέργεια αρχίζει να επιτρέπεται πάλι υπάρχει η υποχρέωση καλλιέργειας μόνο των ποικιλιών που ο καλλιεργητής μπορεί να αντλήσει από τον κοινοτικό κατάλογο.

Ποικιλίες κλωστικής κάνναβης εγγεγραμμένες στον Κοινοτικό Κατάλογο		
α/α	Ποικιλία Cannabis sativa L	Χώρα
1	Antal	Τσεχία
2	Armanca	Ρουμανία
3	Beniko	Αυστρία, Ελβετία, Τσεχία, Ολλανδία, Πολωνία
4	Bialobrzescie	Αυστρία, Τσεχία, Πολωνία
5	Białobrzescie	Αυστρία, Τσεχία, Πολωνία
6	CS	Ιταλία
7	Cannakomp	Ουγγαρία
8	Carma	Ιταλία
9	Carmagnola	Ιταλία
10	Chamaeleon	Ολλανδία
11	Codimono	Ιταλία
12	Dacia Secuieni	Ρουμανία
13	Delta-405	Ισπανία
14	Delta-Ilosa	Ισπανία
15	Denise	Ρουμανία
16	Diana	Ρουμανία
17	Dioica 88	Γαλλία
18	Epsilon 68	Γαλλία
19	Fedora 17	Ελβετία, Γαλλία
20	Felina 32	Γαλλία
21	Ferimon	Γαλλία, Γερμανία
22	Fibranova	Ιταλία
23	Fibrol	Ουγγαρία
24	Finola	Φιλανδία
25	Futura 75	Γαλλία
26	Férimon	Γερμανία, Γαλλία
27	Ivory	Ολλανδία
28	KC Dora	Ουγγαρία
29	KC Virtus	Ουγγαρία
30	KC Zuzana	Ουγγαρία
31	Kompolti	Αυστρία, Ελβετία, Γερμανία, Ουγγαρία, Ολλανδία
32	Kompolti hibrid TC	Ουγγαρία
33	Lipko	Ουγγαρία
34	Lovrin 110	Ελβετία, Γερμανία, Ολλανδία

35	Marcello	Ολλανδία
36	Markant	Ολλανδία
37	Monoica	Τσεχία, Ουγγαρία
38	Rajan	Πολωνία
39	Santhica 23	Γαλλία
40	Santhica 27	Γαλλία
41	Santhica 70	Γαλλία
42	Secuieni Jubileu	Ρουμανία
43	Silvana	Ρουμανία
44	Szarvasi	Ουγγαρία
45	Tiborszallasi	Ουγγαρία, Ιταλία
46	Tisza	Ιταλία
47	Tygra	Πολωνία
48	Uniko B	Τσεχία, Ουγγαρία
49	Uso-31	Τσεχία, Ολλανδία
50	Wielkopolskie	Πολωνία
51	Wojko	Πολωνία
52	Zenit	Ρουμανία

Πίνακας 3. Ποικιλίες κλωστικής κάνναβης εγγεγραμμένες στον Κοινοτικό Κατάλογο ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών

(<http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/catalogues/database/public/index.cfm>).

1.6 Συστηματική ταξινόμηση

Το όνομα *Cannabis sativa* L., έχει δημοσιευθεί από τον Carl Linnaeus (1753) και αποτελεί το διεθνώς αποδεκτό σημείο εκκίνησης για τη σύγχρονη βοτανική ονοματολογία, είναι η πρώτη νόμιμη επιστημονική ονομασία για την κάνναβη που καλλιεργήθηκε στην Ευρώπη τον 18^ο αιώνα (William T. Stearn, 1974).

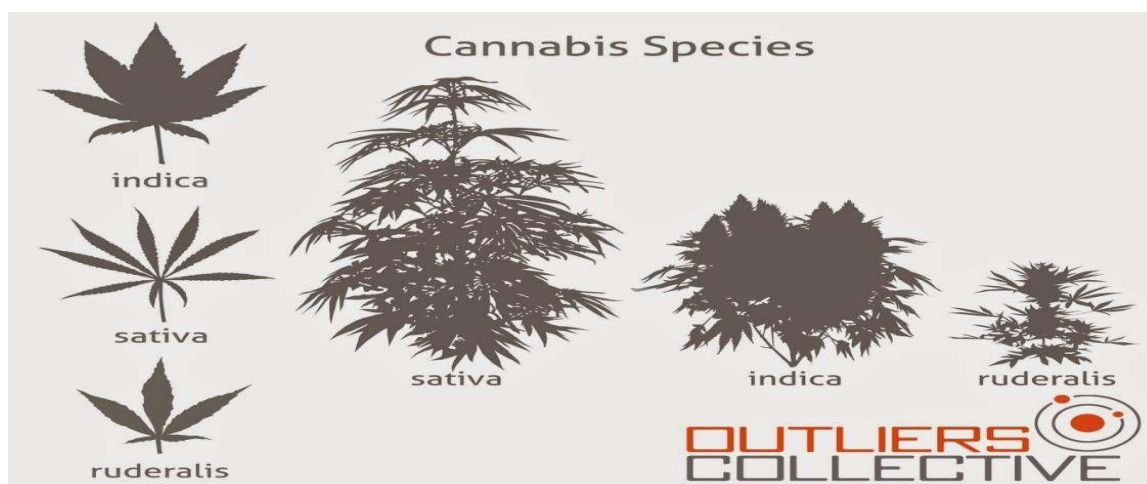
Η συστηματική ταξινόμηση της κλωστικής κάνναβης είναι η ακόλουθη:

Βασίλειο	Plantae - Plants
Υποβασίλειο	Tracheobionta - Vascular plants
Υπερομοταξία	Spermatophyta - Seed plants
Συνομοταξία	Magnoliophyta - Flowering plants
Ομοταξία	Magnoliopsida - Dicotyledons
Υφομοταξία	Hamamelididae
Τάξη	Urticales
Οικογένεια	Cannabaceae - Hemp family
Γένος	Cannabis
Είδος	<i>Cannabis sativa</i>

Πίνακας 4. Βοτανική ταξινόμηση κλωστικής κάνναβης (Natural Resources Conservation Service - USDA)

Το γεγονός της ελεύθερης ανταλλαγής γονιδίων μεταξύ φυτικών ειδών, που είναι γεωγραφικά και χρονικά απομονωμένα, όπως αυτό της κάνναβης δυσχεραίνει τον ακριβή καθορισμό των φυτών σε ταξινομικές κατηγορίες (Emboden, 1981). Σύμφωνα με μορφολογικές και μικροσκοπικές έρευνες στις διαφορές των ειδών, προέκυψε ότι το γένος *Cannabis* περιλαμβάνει τρία βασικά είδη (Schultes and Hoffman, 1980). Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται δύο είδη υψηλής χρηστικής και οικονομικής αξίας, η φαρμακευτική κάνναβη (*Cannabis indica*) και η κλωστική κάνναβη (*Cannabis sativa*), καθώς και ένα άγριο είδος (*Cannabis ruderalis*) (Anderson 1974; Emboden, 1974; Schultes et al, 1974).

Τα είδη της κάνναβης, αν και μοιάζουν μορφολογικά μεταξύ τους, παρουσιάζουν και σημαντικές διαφορές με κυριότερη την διαφορετική περιεκτικότητα του κάθε είδους σε ορισμένες δραστικές ουσίες, όπως είναι τετραϋδροκανναβινόλη (THC) – η ψυχοδραστική ουσία της κάνναβης.



Εικόνα 4. Τρία διακριτά είδη κάνναβης

Για τη διευκόλυνση της ταξινόμησης του είδους χρησιμοποιείται ο όρος χημειότυπος. Ένας χημειότυπος περιγράφει τα υποείδη ενός φυτού που έχουν τα ίδια μορφολογικά χαρακτηριστικά (που σχετίζονται με τη μορφή και τη δομή) αλλά παράγουν διαφορετικές ποσότητες χημικών συστατικών στα αιθέρια έλαια.

Η κατηγοριοποίηση της κάνναβης σε χημειότυπους γίνεται από το γραφείο των Ηνωμένων Εθνών υπεύθυνο για τα Ναρκωτικά και το Έγκλημα με βάση την αναλογία THC και CBN σε σχέση με το CBD (Adam R. Winstock, 2013). Οι τρεις τύποι είναι ο ναρκωτικός τύπος (chemotype I), ο ενδιάμεσος (chemotype II) και ο κλωστικός (chemotype III). Ο ναρκωτικός τύπος έχει υψηλά επίπεδα Δ^9 -THC (Τετραϋδροκανναβινόλη), σε αντίθεση με τον III χημειότυπο που χαρακτηρίζεται από την

χαμηλή περιεκτικότητα σε Δ⁹-THC και υψηλή CBD. Ο ενδιάμεσος χημειότυπος χαρακτηρίζεται από ίση περιεκτικότητα των δυο ενώσεων (Hillig and Mahlberg, 2004).

Η περιεκτικότητα των ταξιανθιών σε δευτερογενείς μεταβολίτες, όπως τα κανναβινοειδή, αποτελεί έναν πολλά υποσχόμενο τομέα τελικών χρήσεων της κλωστικής κάνναβης. Έχουν αναγνωρισθεί και απομονωθεί από την κάνναβη περίπου 60 κανναβινοειδείς ενώσεις, από τις οποίες οι περισσότερες βρίσκονται σε ελάχιστη συγκέντρωση. Το κανναβινοειδές που εμφανίζει ψυχοτρόπες ιδιότητες και έχει μελετηθεί ευρέως, είναι η THC, η περιεκτικότητα της οποίας στις καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση πρέπει να είναι <0.2%. Η κανναβιδιόλη (Cannabidiol, CBD) συναντάται σε ποσοστό 0,5 - 2 % στο πάνω 1/3 του φυτού της βιομηχανικής κάνναβης και μελετάται τα τελευταία χρόνια για τη θεραπευτική της δράση σε καρκίνο, διαβήτη, Αλτσχάιμερ, επιληψία κ.λπ. (Michal Tzadok et al., 2016).

1.7 Μορφολογικά και βοτανικά χαρακτηριστικά

Η κάνναβη έχει διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=20$ (Small, 2015). Είναι ετήσια πόα (Chandra et al., 2017) και θεωρητικά, σε περίπτωση που επιβιώσει κατά την χειμερινή περίοδο, το θηλυκό φυτό μπορεί να ζήσει για αρκετά χρόνια, χάνοντας σταδιακά τη ζωτικότητά του. Το αρσενικό φυτό ξηραίνεται αμέσως μετά την άνθηση, ενώ το θηλυκό φθίνει σταδιακά μετά την ωρίμανση των καρπών. Είναι φυτό, ως επί το πλείστο, δίοικο και σπανιότερα μόνοικο. Η ανθρώπινη δραστηριότητα οδήγησε στην δημιουργία καλλιεργήσιμων ποικιλιών οι οποίες είναι μόνοικες με κυριαρχία των υπεροφόρων ανθέων (Small, 2015). Ο κύριος βλαστός είναι συνήθως κοίλος και το ύψος του μπορεί να κυμανθεί από 0,2μ. έως 6μ. συναρτήσει του γονότυπου και των περιβαλλοντικών συνθηκών. Τα αρσενικά φυτά τείνουν να είναι 10-15% ψηλότερα από τα θηλυκά, είναι λιγότερο εύρωστα, με λεπτότερους βλαστούς, λιγότερο διακλαδισμένα και έχουν μικρότερα φύλλα. Η κάνναβη είναι πολυμορφικό φυτό και τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά ποικίλουν ανάλογα με τον γονότυπο και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες όπως ο τύπος, η υγρασιακή και θρεπτική του κατάσταση του εδάφους, η διαθεσιμότητα των στοιχείων, το φως και η πυκνότητα φύτευσης (Chandra et al., 2017) ενώ η ανάπτυξή του έχει ισχυρή εξάρτηση από την φωτοπερίοδο και την θερμοκρασία (Tang et al., 2016) και είναι ταχύτατη (www.gov.mb.ca).

1.7.1 Φύλλα

Οι κοτυληδόνες είναι άνισες και τα πρώτα πραγματικά φύλλα είναι απλά ενώ τα επόμενα είναι σύνθετα (Small, 2017). Τα ανώτερα φύλλα εκφύονται στον βλαστό αντίθετα και σταυρωτά μεταξύ των κόμβων και τα κατώτερα αντίθετα· είναι σύνθετα παλαμοειδή με 3-13 φυλλάρια στην βάση και

με 1-3 οδοντωτά φυλλάρια στην κορυφή. Τα φυλλάρια είναι συνήθως λογχοειδή και περιστασιακά αντιλογχοειδή έως και γραμμικά με το κεντρικό φυλλάριο μεγαλύτερο. Τα φυλλάρια είναι πρασινόχρωμα με διάσπαρτα λευκά έως φαιά ρητινώδη στίγματα στην κάτω επιφάνεια και στην άνω επιφάνεια σκούρα πράσινα με κυστολιθικά τριχίδια. Τα φύλλα στην κάτω επιφάνεια εμφανίζουν αραιή έως πυκνή χνόωση (Chandra et al., 2017).

1.7.2 Άνθη

Πολλές ποικιλίες έχουν θηλυκά, αρσενικά και ενδιάμεσους τύπους ερμαφρόδιτων ανθέων στο ίδιο φυτό. Τα στημονοφόρα άνθη εμφανίζονται πρώτα συνήθως στο ανώτερο σημείο των δευτερευόντων ανθοφόρων βλαστών, τα υπεροφόρα στο κατώτερο σημείο και εν τω μεταξύ, οι ενδιάμεσες μορφές ερμαφρόδιτων ανθέων που μερικές φορές είναι στείρα. Η μονοικία συνδέεται με μικρότερους ανομοιογενείς και χαμηλότερης ζωτικότητας γυρεόκοκκους σε σχέση με τις δίοικες ποικιλίες (Small, 2015).

Η αλλαγή στην φυλλοταξία από αντίθετη σε κατ'εναλλαγή και η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης σηματοδοτούν την έναρξη της άνθισης. Στα μόνονικα, ως άνθιση προσδιορίζεται το στάδιο εμφάνισης των θηλυκών ανθέων. Οι ανθικές καταβολές σχηματίζονται συνήθως το καλοκαίρι και η άνθιση εξελίσσεται ακροπεταλικά κατά μήκος της ανθοταξίας. Τα άνθη είναι μικρά και πολυάριθμα. Οι άρρενες ταξιανθίες είναι χαλαρές και με πολλές διακλαδώσεις, τύπου φόβης με μήκος μέχρι 30εκ. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Κάθε μίσχος φέρει 1 ή 3 στημονοφόρα άνθη. Τα αρσενικά άνθη είναι μεγαλύτερα, διαθέτουν 5 κιτρινωπά ή λευκοπράσινα τέπαλα και φέρουν 5 στήμονες με ανθήρες πράσινου χρώματος. Η εξωτερική επιφάνεια των τεπάλων φέρει μη αδενώδη τριχίδια. Τα αρσενικά άνθη αποπίπτουν με το πέρας της άνθησης και το άρρεν φυτό ξηραίνεται (αν το φυτό είναι μόνονικο όμως τα θηλυκά άνθη αποτρέπουν την ξήρανση του φυτού) (Small, 2015). Αντιθέτως, οι θηλυκές ταξιανθίες είναι μασχαλιαίες, είναι όρθιες και συμπαγείς, τύπου στάχου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013). Τα θηλυκά άνθη είναι σχεδόν άμισχα, εμφανίζονται κατά ζεύγη, είναι μικρότερα, πυκνά τοποθετημένα στην ανθοταξία, υπόγυνα, διαθέτουν σύγκαρπο γυναικωνίτη και η οωθήκη περιβάλλεται από το διαφανές μεμβρανώδες περιάνθιο (Chandra et al., 2017), (Small, 2015), (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013) & (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Το περιάνθιο αυτό δεν αναγνωρίζεται ως τέπαλο (Chandra et. al., 2017). Το άνθος περιβάλλεται από βράκτια φύλλα πράσινου χρώματος (που φέρουν αδενώδη τριχίδια που εκκρίνουν κανναβινοειδή). Ο στύλος, είναι βραχύς και φέρει δύο επιμήκη νηματοειδή στίγματα, προεξέχοντα από το περιάνθιο και τα βράκτια, μήκους 2-6χιλ. (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013).

Η κάνναβη είναι φυτό ανεμόγαμο, αυτεπικονιάζεται αλλά και σταυρεπικονιάζεται. Έχει παρατηρηθεί σταυρεπικονίαση σε απόσταση πάνω από 300χλμ. Ένα φυτό κάνναβης μπορεί να φέρει εκατοντάδες άνθη και είναι γνωστό ότι η γύρη της κάνναβης είναι αλλεργιογόνος. Κατά προσέγγιση, μόνο ένα στημονοφόρο άνθος μπορεί να παραγάγει περίπου 350.000 γυρεόκοκκους οι οποίοι διασπείρονται σε μεγάλες αποστάσεις και για την αποφυγή τυχόν σταυρεπικονίασης, απόσταση 5χλμ μεταξύ των καλλιεργειών θεωρείται επαρκής. Τα στημονοφόρα άνθη τείνουν να ανθίζουν 1-3 εβδομάδες πριν τα στίγματα των υπεροφόρων γίνουν επιδεκτικά γύρης και τα πρώτα προσελκύουν έντομα όπως *Bombus sp.* & *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) διότι θεωρείται μελισσοτροφικό φυτό, αλλά και κάποια της τάξης Diptera. Όμως τα έντομα αυτά δεν επισκέπτονται τα υπεροφόρα άνθη, συνεπώς δεν συμμετέχουν στην επικονίαση (Small, 2015).



Εικόνα 5. Αρσενική και θηλυκή ταξιανθία βιομηχανικής κάνναβης

1.7.3 Καρπός- σπόρος

Ο τύπος του καρπού είναι αχαίνιο σχήματος ωοειδούς ή ελλειψοειδούς μήκους περίπου 4-6 χιλιοστά και διαμέτρου 3-4 εκατοστά χρώματος καφέ-γκρι με κατά τόπους σκούρες κηλίδες. Το αχαίνιο περιβάλλεται συνήθως από τα βράκτια φύλλα και εμπεριέχει ένα σπόρο με σκληρό περίβλημα ενώ το περικάρπιο είναι εύθραυστο. Το βάρος 1000 σπόρων μπορεί να ποικίλει από 3-60γρ. ενώ ο μέσος όρος είναι στα 20γρ. Το μεγαλύτερο μέρος του σπόρου αποτελούν οι δύο πλούσιες σε έλαια κοτυληδόνες και δευτερευόντως η ύπαρξη στοιχειώδους ενδοσπερμίου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013 & Small, 2015).

Όσον αφορά τον λήθαργο, στις εξημερωμένες ποικιλίες ο λήθαργος έχει περιοριστεί ώστε οι σπόροι να βλαστάνουν αμέσως και ομοιόμορφα (Small, 2015). Οι σπόροι των εξημερωμένων ποικιλιών ουσιαστικά δεν ληθαργούν για αυτό και επιτυγχάνεται ομοιόμορφη βλάστηση και ομοιόμορφη ανάδυση για τους σπόρους που έχουν σπαρθεί στο ίδιο βάθος. Υπάρχει αναφορά ότι το φως παρεμποδίζει μερικώς την βλάστηση των σπόρων (Haney & Kutscheid, 1975). Σπόροι αποθηκευμένοι στους 22°C εμφανίζουν την μέγιστη βλαστικότητα 3 μήνες μετά την ωρίμανση τους (στο μητρικό φυτό) ενώ όσοι αποθηκεύονται στους 3°C εμφανίζουν μέγιστη βλαστικότητα 5 μήνες μετά την ωρίμανσή τους. (Haney & Kutscheid, 1975).

Για την βλάστηση του σπόρου απαιτούνται 3 έως 7 ημέρες για την έκπτυξη του ριζιδίου και εν συνεχεία των άνισων κοτυληδόνων. Επιπλέον η άριστη θερμοκρασία βλάστησης είναι στους 24°C. Η ζωτικότητα των σπόρων υποβαθμίζεται ταχύτατα και φθάνει τα 70-80% σε μη ελεγχόμενες συνθήκες μετά από δύο χρόνια. Παράγοντες που συμβάλλουν στην μακροζωία των σπόρων είναι οι: χαμηλές θερμοκρασίες πλησίον του 0°C και μέχρι 8,6°C, σε συνδυασμό με χαμηλή σχετική υγρασία (Small,2017).



Εικόνα 6. Σπόροι βιομηχανικής κάνναβης

1.7.4 Στέλεχος

Το μήκος του βλαστού μπορεί να κυμαίνεται από 0.2 έως 6 μέτρα, αν και συνήθως δε ξεπερνά τα 3 μέτρα. Είναι σημαντικό να είναι σταθερό, ώστε να υποστηρίζει το βάρος του φυτού και να μεταφέρει τα θρεπτικά στοιχεία. Έχει διάμετρο από 6mm- 6.0cm και τα μεσογονάτια διαστήματα είναι μεγαλύτερα των 25cm. Όταν πρόκειται για καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης το φυτό δεν διακλαδίζεται, σε αντίθεση με την καλλιέργεια για παραγωγή σπόρου, όπου ο αριθμός των διακλαδώσεων εξαρτάται από την ποικιλία, την πυκνότητα και τις καλλιεργητικές τεχνικές. Σο στέλεχος έχει μελετηθεί πολύ εξαιτίας των ινών του, λόγω του ότι είναι κυλινδρικό, γωνιώδες και φέρει τριχίδια (Stearnn,1970). Με εγκάρσια τομή του στελέχους διακρίνονται από την περιφέρεια προς το κέντρο 3 δακτύλιοι: ο φλοιός, το ξύλο, και η εντεριώνη. Ο φλοιός αποτελείται από 3 στρώματα -επίσης από έξω προς τα μέσα: την επιδερμίδα, το περικύκλιο και την βίβλο. Οι ίνες είναι μονοκύτταρες και βρίσκονται στο περικύκλιο που αποτελεί το μισό πάχος του φλοιού. Η εξαγωγή των ινών και η σύνθλιψη του στελέχους διευκολύνεται με την ύπαρξη κενού κυλινδρικού χώρου στον κενό άξονα του στελέχους (Παπαδόπουλος,1959).



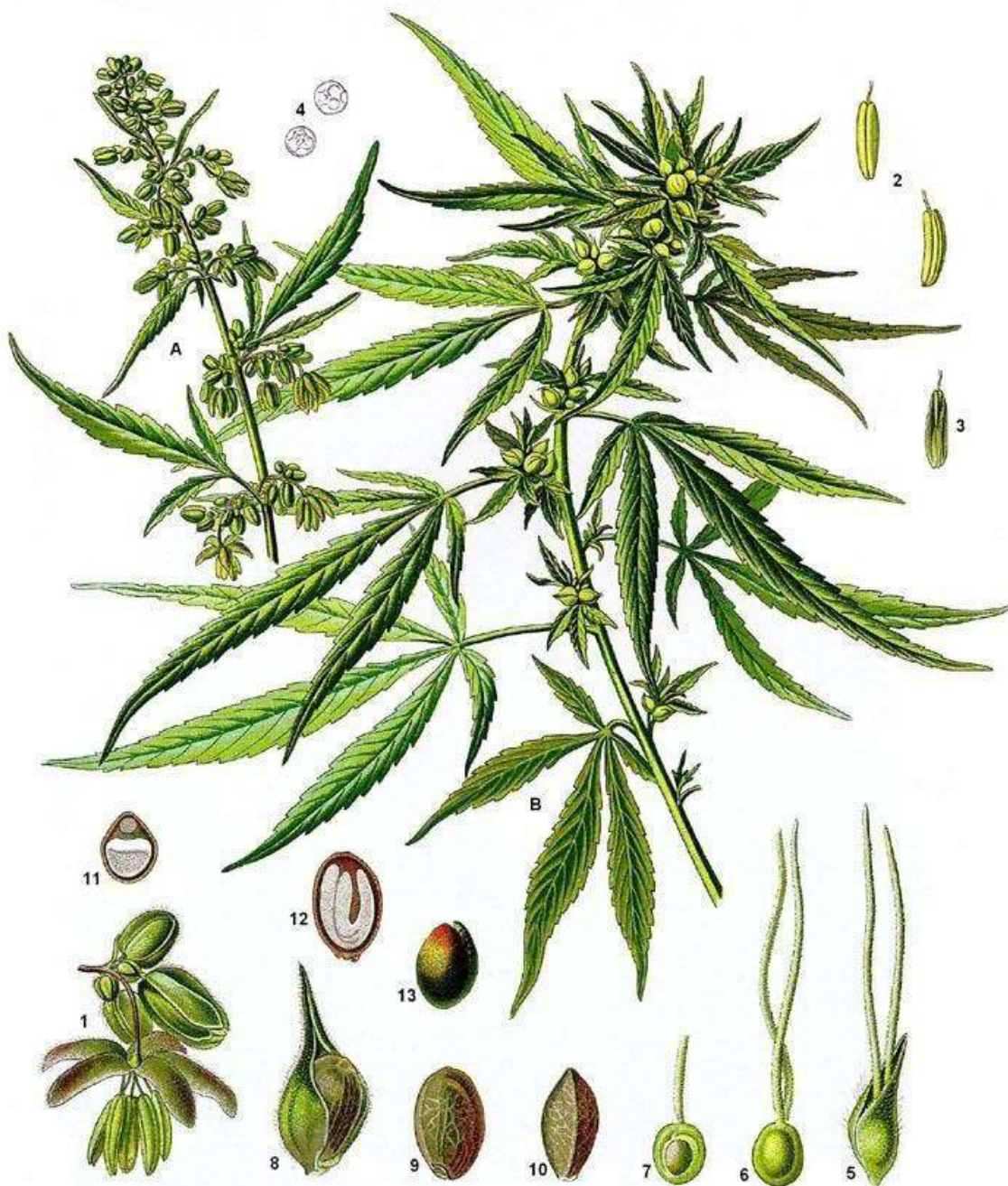
Εικόνα 7. Εγκάρσια τομή βλαστού κλωστικής κάνναβης

1.7.5 Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα του σπορόφυτου αναπτύσσεται ταχύτατα και ο τρόπος ανάπτυξής του καθορίζεται από την μηχανική σύσταση του εδάφους, την δομή του εδάφους και την υδατοπεριεκτικότητα. Σε βαθιά εδάφη μέσης σύστασης και καλώς στραγγιζόμενα το ριζικό σύστημα είναι πασσαλώδες και έντονα διακλαδιζόμενο με μήκος που φθάνει τα 2μ. Σε συμπαγή ή/και αργιλώδη εδάφη, πλημμελώς στραγγιζόμενα, το ριζικό σύστημα παραμένει κοντό ενώ αναπτύσσονται πολλές πλευρικές ρίζες (hempuniversity.com) & (Haney & Kutscheid, 1975). Σε ευνοϊκές συνθήκες, το ριζικό σύστημα μπορεί να αξιοποιήσει θρεπτικά στοιχεία που βρίσκονται σε βαθύτερα στρώματα στο έδαφος, βελτιώνοντας την ποιότητα του εδάφους, εμπλουτίζοντάς το με οργανική ύλη και προστατεύοντάς το από την διάβρωση (Haney & Kutscheid, 1975).



Εικόνα 8. Ριζικό σύστημα κλωστικής κάνναβης



Εικόνα 9. Μορφολογικά χαρακτηριστικά κάνναβης: Μορφολογικά χαρακτηριστικά κάνναβης: Α. Αρσενικό άνθος, Β. Θηλυκό άνθος, 1. Αρσενική ανθοταξία, 2. Αρσενικό άνθος (ανθήρας και στύλοι), 3. Αρσενικό άνθος, 4. Κόκκοι γύρης, 5. Θηλυκό άνθος με βράκτιο φύλλο, 6. Θηλυκό άνθος χωρίς βράκτιο φύλλο, 7. Θηλυκό άνθος με εμφανή την ωοθήκη (διαμήκης τομή), 8. Σπόρος: αχάινιο με βράκτιο φύλλο, 9. Σπόρος χωρίς βράκτιο φύλλο, 10. Σπόρος (πλάγια όψη), 11. Σπόρος (διατομή), 12. Σπόρος (διαμήκης τομή), 13. Σπόρος χωρίς περικάρπιο.

1.8. Βιολογικός κύκλος

Για το βιολογικό κύκλο της κάνναβης προτάθηκε από τους Mediavilla et al. (1998) μια τυποποιημένη κλίμακα. Κατά συνέπεια, ο βιολογικός κύκλος χωρίστηκε σε τέσσερις αναπτυξιακές φάσεις: 1) βλάστηση των σπόρων και εμφάνιση σποροφύτων, 2) βλαστική ανάπτυξη, 3) ανθοφορία και ωρίμανση σπόρων, 4) γηρασμός. Σύμφωνα με τους Lisson et al. (2000) και Amaducci et al. (2008), η βλαστική ανάπτυξη διαιρείται σε τρεις επιμέρους φάσεις: νεανική φάση (BVP), φωτοευαίσθητη φάση (PIP) και φάση ανάπτυξης ανθέων (FDP). Κάθε φάση χρειάζεται διαφορετική φροντίδα. Η διάρκεια εξαρτάται από την ποικιλία.

Η βιομηχανική κάνναβη παρουσιάζει υπέργεια αύξηση με επιμήκυνση του υποκοτυλίου και συνεχή ανάπτυξη. Οι σπόροι βλαστάνουν εντός 3-7 ημερών από τη σπορά υπό ευνοϊκές συνθήκες (Clarke, 1997). Βέλτιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση είναι 24 °C (Cearoïu, 1958), οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καθυστερούν την εμφάνιση του σπορόφυτου ενώ ελάχιστη αποδεκτή 0 °C (Van der Werf et al., 1995). Ύστερα από την πρόσληψη νερού, εμφανίζεται η ρίζα, αναδύεται το υποκοτύλιο και οι κοτυληδόνες εμφανίζονται πάνω από το χώμα.

Το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης ορίζεται ως το στάδιο μεταξύ εμφάνισης και γενετικής ανάπτυξης και χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη του στελέχους και των φύλλων. Στην αρχή του βλαστικού σταδίου το φυτό μεγαλώνει αργά. Τα σπορόφυτα σχηματίζουν μέχρι πέντε πραγματικά φύλλα, τα οποία είναι απλά και κόντους εσωτερικούς κόμβους. Στη συνέχεια, τα φύλλα καθίστανται σύνθετα με περισσότερα φυλλάρια ανά φύλλο, πεπλατυσμένα και σπειροειδώς διατεταγμένα και οι εσωτερικοί κόμβοι είναι μεγαλύτεροι (Ceroïu, 1958; Bócsa and Karus, 1997). Η επιμήκυνση του στελέχους επιταχύνεται με αποτέλεσμα το ύψος του φυτού να μπορεί να αυξάνεται κατά 7 cm ημερησίως (Clarke, 1981).

Κατά τη διάρκεια ολόκληρου του βλαστικού σταδίου συνήθως επτά με δώδεκα ζευγάρια φύλλων σχηματίζονται. Το πρώτο ζεύγος φύλλων αποτελείται από ένα μόνο φύλλο. Το δεύτερο ζεύγος φύλλων έχει τρία φυλλάρια, το τρίτο φύλλο φύλλων έχει πέντε φυλλάρια και ούτω καθεξής, συνήθως μέχρι ένδεκα φυλλάρια (Clarke 1997). Θεωρούμε ότι ένα φύλλο ξεδιπλώνεται όταν τα φυλλάρια του έχουν μήκος τουλάχιστον ενός cm.

Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται για την παραγωγή ινών έχουν βιολογικό κύκλο 4-5 μήνες (Cherniak, 1982). Σε υποτροπικές περιοχές η καλλιέργεια μπορεί να είναι πολυετής.

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Σε

θερμές και λιγότερο υγρές συνθήκες, ο βιολογικός κύκλος μικραίνει ενώ σε αυξημένες συνθήκες υγρασίας μεγαλώνει. Επίσης η διάρκεια του βιολογικού κύκλου εξαρτάται και από την ποικιλία καθώς οι ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή ινών έχουν μικρότερο κύκλο από αυτές που καλλιεργούνται για σπόρο.

Κατά το στάδιο ανθοφορίας, εμφανίζονται αλλαγές στην φυλλοταξία, όπου από αντίθετη τροποποιείται σε σπειροειδής ενώ η επιμήκυνση του μίσχου μειώνεται δείχνοντας την επαγωγή της ανθοφορίας (Bócsa and Karus, 1997). Παρουσιάζονται κλειστά, εύκολα διακριτά, αρσενικά άνθη και οι στύλοι των θηλυκών ανθέων. Κατά την πλήρη άνθηση τα αρσενικά άνθη ανοίγουν, γίνεται διασπορά μεγάλων ποσοτήτων γύρης στα θηλυκά άνθη με αποτέλεσμα να συνυπάρχουν θηλυκά άνθη γονιμοποιημένα (διογκωμένα) και άνθη που θα παραμείνουν αγονιμοποίητα με λευκούς στύλους (Sengbusch, 1952).

Ο χρόνος ωρίμανσης για την κάνναβη κυμαίνεται από δύο έως δέκα μήνες (Anon, 1972). Ολοκληρώνεται στο τέλος της θερμής περιόδου και η συγκομιδή πραγματοποιείται από τα μέσα του Σεπτεμβρίου έως τα μέσα Οκτωβρίου (Haney and Bazzaz, 1970; Bloomquist, 1971).

1.9. Ποικιλίες

Η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας βιομηχανικής κάνναβης είναι άμεσα συνυφασμένη με τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε γεωγραφικής ζώνης και του κλίματος του περιβάλλοντος καλλιέργειας καθώς και με το επιθυμητό τελικό προϊόν που επιδιώκεται από την καλλιέργεια.

Ποικιλίες, που καλλιεργούνται σε βόρεια περιβάλλοντα, εκτίθενται σε μικρή φωτοπερίοδο με αποτέλεσμα να επιτείνεται η διάρκεια της βλαστικής περιόδου, ο ρυθμός άνθησης να είναι αργός και να επιτυγχάνεται υψηλή παραγωγή βιομάζας (Guo et al., 2013 ; Cosentino et al., 2012 ; Amaducci et al., 2008 ; Yao et al., 2007; Barbieri, 1952). Αντίθετα, σε νοτιότερα περιβάλλοντα η μικρή βλαστική περίοδος σε συνδυασμό με την πρόωρη άνθηση οδηγεί σε μικρότερη παραγωγή βιομάζας (Guo et al., 2010 ; Hu et al., 2012; Pahkala et al., 2008; Sankari, 2000). Επομένως, εάν ο σκοπός τελικής χρήσης είναι η παραγωγή βιομάζας για βιοενέργεια (Kreuger et al., 2011, Prade et al., 2011) ή για χαρτοπολτό και χαρτί (Kamat et al., 2002), τότε θα πρέπει να επιλεχθεί μία ποικιλία με μεγάλο βλαστικό κύκλο και καθυστερημένη εμφάνιση ανθοφορίας.

Εάν ο σκοπός τελικής χρήσης είναι η παραγωγή ίνας αλλά και σπόρου, τότε καθίσταται αναγκαία η επιλογή ποικιλίας που να καλύπτει εξίσου και τις δύο ανάγκες. Η σύγχρονη βελτίωση, ήδη από τον

20^ο αιώνα, έχει δώσει λύση σ' αυτή την ανάγκη με την δημιουργία μόνοικων ποικιλιών για καλλιέργειες διπλού σκοπού (Berenji et al., 2013, Bócsa et Karus, 1998, Van der Werf et al., 1994). Κύριοι στόχοι της βελτίωσης στη κλωστική κάνναβη είναι η δημιουργία πρώιμων, μόνοικων ποικιλιών με χαμηλή περιεκτικότητα σε THC και υψηλή απόδοση σε ίνες, χωρίς να παραβλέπεται η αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες (Salentijn et al., 2015).

Στην Ευρώπη, καλλιεργούνται ποικιλίες μόνοικες και δίοικες με τον αριθμό των εγγεγραμμένων στον ευρωπαϊκό κατάλογο ποικιλιών να ανέρχεται στις 57, αντανακλώντας το αυξημένο ενδιαφέρον προς την καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης. Στην Ελλάδα, προτιμάται κυρίως η καλλιέργεια μόνοικων ποικιλιών για την παραγωγή σπόρου και ίνας.

Οι ποικιλίες αυτές πρέπει να περιέχουν το αλκαλοειδές Δ-9 τετραϋδροκανναβινόλη (THC) σε περιεκτικότητα χαμηλότερη του 0,2%, ώστε να αποκλείει την εφοριακή- ψυχαγωγική του χρήση, σύμφωνα με διεθνείς συμβάσεις του ΟΗΕ.

Ποικιλία	Χώρα Προέλευσης	Βλαστικός κύκλος	Υψος στην ωριμότητα (εκ)	Απόδοση σε σπόρο (kg/ha)	Περιεκτικότητα σπόρου σε λάδι (%)	Απόδοση σε ξηρή βιομάζα (t/ha)	Περιεκτικότητα βλαστών σε ίνες (%)	Περιεκτικότητα σε THC (%)	Περιεκτικότητα σε CBD (%)	Προτεινόμενη χρήση
Tygra	Πολωνία	Μέσος <135 ημέρες	200-250	1000-1200	30-32	10-12	26-30	<0,04	0,5-1,0	Σπόρος, ίνα
Bialobrzeskie	Πολωνία	Μέσος <135 ημέρες	200-250	800-1000	30-32	10-12	26-30	<0,04	0,5-1,0	Σπόρος, ίνα
Santhica 27	Γαλλία	Μέσος <135 ημέρες	200-250	1000-1200	<26	10-12	>35%	<0,01	<0,5%	Σπόρος, ίνα
Felina 32	Γαλλία	Μέσος <135 ημέρες	200-250	>1200	30-32	10-12	30-35	<0,07	1,0-2,0	Σπόρος, ίνα
Fedora 17	Γαλλία	Μέσος <135 ημέρες	200-250	>1200	30-32	10-12	30-35	<0,07	1,0-2,0	Σπόρος, ίνα
Futura 75	Γαλλία	Μέσος <150 ημέρες	250-350	1000-1200	28-30	12-15	30-35	<0,07	1,0-2,0	Σπόρος, ίνα

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά των υπό αξιολόγηση ποικιλιών βιομηχανικής κάνναβης το 2016 στο Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ.

1.10. Οικολογικές απαιτήσεις

1.10.1. Κλίμα

Η κάνναβη θεωρείται ότι είναι ποσοτικά μικρής ημέρας φυτό. Για την επιτάχυνση της άνθησης χρειάζονται λιγότερο από περίπου 12-14 ώρες φωτοπερίοδου (Amaducci et al., 2008b, 2012) & (Lisson et al., 2000b). Η οριακή τιμή δεν ποικίλει μόνο ανάλογα με την ποικιλία αλλά μπορεί να είναι μεγαλύτερη για τα αρσενικά φυτά σε σχέση με τα θηλυκά αυτό είναι συνυφασμένο με το γεγονός ότι τα αρσενικά ανθίζουν 1-3 εβδομάδες νωρίτερα από τα θηλυκά. Η άνθηση (αργά) την άνοιξη ή το καλοκαίρι προάγεται κυρίως από την μείωση της φωτοπερίοδου και την αυξημένη θερμοκρασία και εξαρτάται σε έναν βαθμό από γενετικούς παράγοντες (Amaducci et al., 2008b).

Σε κάποιες περιπτώσεις η άνθηση μπορεί να επιτευχθεί ανεξάρτητα της φωτοπερίοδου. Κάποιες ποικιλίες μπορούν να σχηματίσουν άνθη υπό συνεχείς συνθήκες φωτός, όμως πριν αυτά ανοίξουν χρειάζονται μέρες μικρής φωτοπερίοδου, σε αντίθεση με άλλες ποικιλίες που χρειάζονται μια μεγάλη περίοδο ανάπτυξης. Τέτοιες ποικιλίες ανθίζουν όταν το φυτό είναι στην κατάλληλη αναπτυξιακή φάση και μέγεθος. Αναπτύσσονται φυσικά, σε περιοχές του βορρά με ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες και παρατηρείται ότι ανθίζουν αρκετά νωρίς, ανεξάρτητα της φωτοπερίοδου διότι έχουν προσαρμοστεί σε μικρές καλλιεργητικές περιόδους.

Προτιμάται να εκτίθεται σε απευθείας ηλιακή ακτινοβολία. Σε πειράματα που έγιναν επιτεύχθηκε ανάπτυξη του φυτού σε συνθήκες έντασης τεχνητού φωτισμού 600 lux, ενώ τα 150 lux δεν επαρκούν για την ανάπτυξη της κάνναβης (Mc partland et al., 2000). Όσον αφορά την βλάστηση του σπόρου το φως την παρεμποδίζει μερικώς (Small & Brookes 2012).

Ο χρόνος άνθησης εκτός από την φωτοπερίοδο και την ποικιλία είναι συνάρτηση και της θερμοκρασίας απαιτώντας σχετικά λίγες βαθμοημέρες (εξαρτάται από τον γονότυπο). Συνεπώς η κάνναβη ανθίζει ταχύτερα σε μικρότερα γεωγραφικά πλάτη με θερμό κλίμα (Tang et al., 2016). Σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας σε συνδυασμό με ξηρασία η αντίδραση του φυτού μπορεί να ποικίλει αναλόγως της έντασης των φαινομένων αυτών (Clarkson & Russel, 1976) & (Mahalakshmi & Bideinger, 2008) μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτερη ανάπτυξη ανθοταξιών (Amaducci et al., 2008b), καθυστερώντας την ανάπτυξη του φυτού και την ωρίμανση της ίνας (Abot et al., 2013) είτε σε επιβράδυνση της ανάπτυξης των ανθοταξιών.

Το βέλτιστο θερμοκρασιακό εύρος ανάπτυξης είναι 19-25°C αλλά αναπτύσσεται σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 14-27°C (Bengtsson, 2009). Για την παραγωγή ινών το κατάλληλο εύρος μέσων

θερμοκρασιών είναι 13 έως 22°C (Παπακώστα - Τασοπούλου, 2013). Θερμοκρασίες μικρότερες από 11-12°C τις 40 πρώτες ημέρες της ανάπτυξης του φυτού δρουν δυσμενώς στην ανάπτυξή του. Το φυτό δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στο ψύχος, για αυτό οι ποικιλίες για ίνα είναι ανθεκτικές για μικρές περιόδους έκθεσης σε ελαφρύ ψύχος που αποδεικνύει την προέλευσή και βελτίωσή τους σε εύκρατα κλίματα (Chandra et al., 2017). Μετά την εκβλάστηση του τρίτου ζεύγους φύλλων, το φυτό μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες έως και -0,5°C για 4-5 ημέρες (hempuniversity.com) αλλού αναφέρεται ότι τα νεαρά φυτάρια μπορούν να αντέξουν έως τους -6°C με συνέπεια την επιβραδυνόμενη, μετέπειτα, ανάπτυξη.

Η ιδανική θερμοκρασία βλάστησης του σπόρου είναι περίπου οι 24°C (Small &Brookes 2012). Το ελάχιστο εύρος θερμοκρασιών για την καλή βλάστηση των σπόρων κυμαίνεται στους 8-10°C αλλά αρχίζουν να βλαστάνουν και από τους 1-2°C (Baxter, 2000).

1.10.2. Έδαφος

Όσον αφορά τα εδάφη στα οποία καλλιεργείται, η κλωστική κάνναβη έχει την ιδιαιτερότητα να προσαρμόζεται οπουδήποτε, αρκεί να λαμβάνει τον απαραίτητο αερισμό το ριζικό της σύστημα (Haney and Kutscheid,1975).

Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητο πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, να αξιολογηθεί το έδαφος με εδαφολογική ανάλυση ώστε να παρθούν πληροφορίες για τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του προς φύτευση εδάφους.

Σα ευνοϊκότερα για την ανάπτυξη της θεωρούνται εδάφη βαθιά, γόνιμα, μέσης σύστασης, που στραγγίζουν καλά και έχουν ουδέτερη ή ελαφρά αλκαλική αντίδραση, με άριστο pH 7.0-7.5. Σε αντίθεση, δεν ευδοκίμει σε εδάφη φτωχά, ξηρά ή αλατούχα. Εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο θεωρούνται ακατάλληλα για καλλιέργεια και όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα σε άργιλο, τόσο μικρότερη είναι η παραγωγή σε ίνες. Κατάλληλα εδάφη θεωρούνται πρωτίστως τα αργιλοαμμώδη και δευτερευόντως τα αργιλώδη (Παπαδόπουλος, 1959). Επαρκείς ποσότητες οργανικής ουσίας διατηρούν την απαιτούμενη υγρασία του εδάφους αυξάνοντας σημαντικά τις αποδόσεις (Dewey, 1914). Αμμώδη εδάφη με πολύ χαμηλά επίπεδα αζώτου επιτρέπουν την καλλιέργεια αλλά τα φυτά είναι περιορισμένης ανάπτυξης (Haney and Bazzaz, 1970). Η παρουσία συμπιεσμένου στρώματος μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και να περιορίσει την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων και νερού από την καλλιέργεια (Desanlis et al, 2013).

1.11. Καλλιεργητικές τεχνικές

1.11.1. Αμειψισπορά

Η καλλιέργεια κάνναβης είναι καλό να εντάσσεται γενικά σε τεταρτοετείς συστήματα αμειψισποράς (Van der Werf et al., 1987) δηλαδή να επαναληφθεί για 3 έως 4 χρόνια στον ίδιο αγρό χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα, παρόλα αυτά μπορεί να επωφεληθεί της εναλλαγής καλλιεργειών και ιδιαίτερα με φυτά χλωρής λίπανσης (Παπακώστα-Τασοπούλου 2013) όπως τα πολυετή ψυχανθή και συγκεκριμένα την μηδική. Όταν προηγείται καλλιέργεια κάνναβης και έπεται καλλιέργεια σόγιας τότε ευνοείται η τελευταία (Liu et al., 2012). Η κάνναβη δεν πρέπει να καλλιεργείται όταν έχουν προηγηθεί καλλιέργειες: ελαιοκράμβης, φασολιού, σόγιας και ηλιοτροπίου (Baxter, 2000). Επιπλέον, σύμφωνα με τους Gorchs et. al. (2017) & Bocsa & Karus (1998) οι αποδόσεις σιταριού ευνοούνται όταν έχει προηγηθεί καλλιέργεια κάνναβης.

1.11.2. Σπορά

Η ημερομηνία σποράς καθορίζεται από δύο παράγοντες, την εδαφική θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα του νερού, που εξασφαλίζουν μια επιτυχημένη βλάστηση και γρήγορη εγκατάσταση της καλλιέργειας (Desanlis et al., 2013; Lisson et al., 2000). Υψίστης σημασίας για τον καθορισμό της ημερομηνίας σποράς είναι και η διάρκεια της φωτοπερίόδου που καθορίζει την βλαστική ανάπτυξη και κατ' επέκταση τη συνολική απόδοση σε ίνα και σπόρο (Amaducci et al., 2008, 2012 ; Cosentino et al., 2012).

Γενικά, η πρώιμη σπορά στοχεύει σε μεγαλύτερου μήκους στελέχη και παραγωγή σπόρου (Faux et al., 2013; Lu et al., 1963; Fang, 2010). Ωστόσο, η διαπίστωση αυτή δέχεται μεταβολές επηρεαζόμενη από τον παράγοντα της γεωγραφικής ζώνης, όπου εντοπίζεται η καλλιέργεια. Έτσι, σε νοτιότερα περιβάλλοντα, όπου η φωτοπερίοδος είναι μικρότερη από την κρίσιμη, η διάρκεια της βλαστικής φάσης είναι πιο σύντομη (Amaducci et al., 2008, 2012; Cosentino et al., 2012). Η πρώιμη σπορά βρίσκει εφαρμογή και σε βορειότερα γεωγραφικά πλάτη με τον κίνδυνο, βέβαια να πληγεί το φυτό λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (Van der Werf et al., 1996).

Η βέλτιστη ημερομηνία σποράς είναι αυτή που επιτυγχάνει παράλληλα υψηλές αποδόσεις στελεχών και εξοικονόμηση εισροών. Στα μεσογειακά κλίματα, αυτό εξασφαλίζεται με τις πρώιμες σπορές (Φεβρουάριο ή Μάρτιο) για υψηλότερες αποδόσεις στελεχών μέσω επιμήκυνσης της βλαστικής διάρκειας και ταυτόχρονα εξοικονόμηση νερού άρδευσης (Di Bari et al., 2004).

1.11.3. Πυκνότητα φύτευσης

Κατά τη σπορά, όταν η καλλιέργεια προορίζεται για παραγωγή ίνας χρησιμοποιούνται 5 Kg/στρ σε βάθος 2 cm. Η σπορά πραγματοποιείται με τη χρήση μηχανών σποράς σιτηρών σε αποστάσεις γραμμών από 14 έως 16 cm. Η παραγωγή ίνας απαιτεί πυκνή σπορά, προκειμένου να δημιουργηθούν μονοστέλεχα φυτά. Ο επιδιωκόμενος αριθμός φυτών ανέρχεται στα 200.000 - 250.000 φυτά ανά στρέμμα. Σε περίπτωση που η καλλιέργεια προορίζεται για παραγωγή σπόρου, τότε χρησιμοποιείται λιγότερη ποσότητα σπόρου, περίπου 3 Kg/στρ. Οι αποστάσεις των γραμμών σποράς είναι αρκετά μεγαλύτερες περίπου στα 50 cm και ο προσδοκώμενος αριθμός φυτών στον αγρό υπολογίζεται στα 100.000 – 150.000 φυτά ανά στρέμμα. (Amaducci et al., 2014).

Η συμπεριφορά των φυτών έναντι της πυκνότητας φύτευσης εξαρτάται από την ποικιλία και την ικανότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε καλλιεργητικές τεχνικές (Amaducci, 2014). Έχει παρατηρηθεί ότι η απόδοση σε ίνα είναι αρκετά περιορισμένη σε καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης με μεγάλη πυκνότητα φύτευσης (Westerhuis et al., 2009; Amaducci et al., 2012, 2008).

Κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης, τα φυτά εκμεταλλεύονται στο μέγιστο το φως με επακόλουθο πλεονέκτημα τον γρήγορο σχηματισμό βιομάζας. Υπό αυτές τις συνθήκες, η μεγάλη πυκνότητα φύτευσης καθιστά την καλλιέργεια έντονα ανταγωνιστική έναντι των ζιζανίων. Στη συνέχεια, όμως, το πλεονέκτημα αυτό χάνεται, γιατί οι συνθήκες σκίασης λειτουργούν αρνητικά στην περαιτέρω ανάπτυξη της βιομάζας (Amaducci et al., 2002; Grabowska and Koziara, 2005; Van der Werf et al., 1995). Τα φυτά, αμέσως μετά την εμφάνισή τους, ανταγωνίζονται για το διαθέσιμο φως, θρεπτικά στοιχεία και νερό με αποτέλεσμα να σχηματίζουν περιορισμένη βλαστική ανάπτυξη. Προκύπτουν φυτά, που προκειμένου να αξιοποιήσουν το διαθέσιμο φως, σχηματίζουν μεγαλύτερου μήκους στελέχη με μικρότερη διάμετρο και λιγότερους κόμβους (Amaducci et al., 2002).

Ορισμένοι ερευνητές, υποστηρίζουν ότι η μεγάλη πυκνότητα φυτών επιδρά στην περιεκτικότητα των στελεχών σε ίνα και στην ποιότητα αυτής οδηγώντας στην ανάπτυξη φυτών με υψηλότερες αποδόσεις σε ίνα και μικρότερο ποσοστό δευτερογενών ινών στα στελέχη (Vander Werf et al., 1995 ; Jakobey, 1965). Άλλοι ερευνητές, υποστηρίζουν ότι η πυκνότητα δεν επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα των στελεχών σε ίνες (Amaducci et al., 2008; Grabowska and Koziara, 2005; Höppner and Menge- Hartmann, 1995). Σε πρόσφατη έρευνα, παρατηρήθηκε ότι η περιεκτικότητα των στελεχών σε ίνες καθορίζεται αποκλειστικά από το βάρος και τη θέση των στελεχών. Έτσι, αφού το βάρος αυξάνεται έως και το τέλος της άνθισης, η συνολική απόδοση σε ίνα και το μήκος αυτής μεγιστοποιούνται έως τη συγκομιδή. Επομένως, η μεγάλη πυκνότητα φύτευσης δεν επηρεάζει την απόδοση της ίνας παρά μόνο στην περίπτωση που πραγματοποιηθούν πρώιμες συγκομιδές (Westerhuis et al., 2009).

Η βέλτιστη πυκνότητα φύτευσης για την παραγωγή ινών κυμαίνεται από 50 έως 750 φυτά m^{-2} (Dempsey, 1975) με την μεγαλύτερη πυκνότητα να αφορά καλλιέργειες, που προορίζονται για παραγωγή κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων 150-200 φυτά m^{-2} (Jaranowska, 1966) 250-350 φυτά m^{-2} (Starcevic, 1996) και την χαμηλότερη για άλλες χρήσεις π.χ. χαρτοπολτό (Martinov et al., 1996). Στην Ιταλία, οι δίοικες ποικιλίες που καλλιεργούνται για κλωστοϋφαντουργικούς σκοπούς ακολουθούν πυκνότητα φύτευσης 90-100 φυτά m^{-2} (Bruna, 1955; Venturi, 1967; Venturi and Amaducci, 1999).

1.11.4 Διαχείριση ζιζανίων

Η βιομηχανική κάνναβη θεωρείται ένα από τα αποτελεσματικότερα φυτά καταστολής ζιζανίων (Willis, 2007). Υπό ευνοϊκές συνθήκες, η ταχεία ανάπτυξη και το πλούσιο φύλλωμα επισκιάζουν το έδαφος μετά την αρχική φάση ανάπτυξης ζιζανίων (Heuser, 1927 ; Ranalli, 1999 ; Rehman et al., 2013). Έτσι, η κάνναβη καθίσταται ιδιαίτερα ανταγωνιστική ως προς την πρόσληψη νερού, θρεπτικών στοιχείων και φωτός (Ranalli, 1999). Επιπλέον, η κυριαρχία και επιθετικότητα έναντι των ζιζανίων μπορεί να αποδοθεί και στην αλληλοπαθητική δραστηριότητα της κάνναβης (Stupnicka-Rodzynkiewicz, 1970, Bárdi, 2002). Αξιοποιώντας τις ιδιότητες αυτές και σε συνδυασμό με τις κατάλληλες καλλιεργητικές πρακτικές μπορεί να περιορισθεί ή να αποφευχθεί η χρήση χημικών μέσων (Mamolos and Kalburtji, 2001).

Κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, ιδιαίτερα σημαντική για τη διαχείριση των ζιζανίων αποδεικνύεται ότι είναι η επιλογή πυκνότητας φύτευσης. Η υψηλή πυκνότητα φύτευσης οδηγεί σε ταχύτερη κάλυψη του εδάφους με αποτέλεσμα χαμηλότερες απαιτήσεις σε ζιζανιοκτόνα. Η κατάλληλη πυκνότητα φύτευσης για τον επαρκή ανταγωνισμό έναντι των ζιζανίων δεν απαιτεί εφαρμογές ζιζανιοκτόνων (Prade et. al, 2011) και είναι τα 200-250 φυτά/ m^2 . Σε περίπτωση που η σπορά γίνει αραιότερα, εμφανίζεται σημαντικός αριθμός ζιζανίων ανάλογα βέβαια και με τις προϋπάρχουσες καλλιέργειες.

Κατά την αρχική φάση ανάπτυξης, η κάνναβη παρουσιάζει ευαισθησία στην παρουσία ζιζανίων, καθώς δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς για να τα ανταγωνιστεί. Η διαχείριση των ζιζανίων σε αυτή τη φάση γίνεται μηχανικά ή με την εφαρμογή χημικών όταν αυτό καταστεί απαραίτητο. Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων προσπαρτικά έχει αποδειχτεί ότι οδηγεί σε χαμηλότερους πληθυσμούς ζιζανίων (Johnson and Holm, 2009). Ο χρόνος εφαρμογής ποικίλει ανάλογα με την περιοχή και τις συνθήκες καλλιέργειας. Στην νότια Κίνα, τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται μετά τη σπορά και πριν την εμφάνιση

των σποροφύτων (Liu et al., 2010). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της, η καλλιέργεια της κλωστικής κάνναβης δεν εμφανίζει ανθεκτικότητα στα χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα (Piotrowski and Carus, 2011).

Ωστόσο, η καλλιέργεια αποδείχθηκε ότι παρουσιάζει ευαισθησία σε υπολείμματα ζιζανιοκτόνων. Επομένως, θα πρέπει να αποφεύγεται η καλλιέργεια σε εδάφη που έχει εφαρμοστεί ζιζανιοκτόνα με δραστική ουσία ατραζίνη, σιμαζίνη ή ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται σε καλλιέργειες της οικογένειας Solanaceae (Amaducci et al., 2008).

1.11.5. Συγκομιδή

Η ολοκλήρωση την καλλιέργειας του φυτού της κάνναβης σηματοδοτείται με την συγκομιδή της. Η ημερομηνία συγκομιδής είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης των κλιματικών συνθηκών, της περιοχής καλλιέργειας και τον σκοπό της καλλιέργειας. Οι καλλιέργειες που προορίζονται για παραγωγή ινών συγκομίζονται περίπου 100 ημέρες μετά την σπορά τους σε αντίθεση με αυτές που προορίζονται για σπόρο, που καθυστερούν λίγο παραπάνω, πιο συγκεκριμένα περίπου 130-150 ημέρες μετά την σπορά. Η καλλιέργεια που προορίζεται για ίνες, συγκομίζεται κατά την πλήρη άνθιση διότι τότε η παραγωγή τους βρίσκεται στο μέγιστο, και πριν το σχηματισμό σπόρου. Αν η συγκομιδή γίνει πρόωρα, οι ίνες που παραλαμβάνονται είναι λεπτότερες, αλλά με μικρή αντοχή. Καθυστερημένη συγκομιδή αυξάνει την απόδοση σε βιομάζα και του στελέχους, αλλά μειώνει την απόδοση σε εξωτερικό φλοιό που εμπεριέχει τις ίνες. Οι ίνες που λαμβάνονται από καθυστερημένη συγκομιδή είναι σκληρές και με σκοτεινό χρώμα. Χρησιμοποιούνται ειδικές χορτοκοπτικές μηχανές, τα θερισμένα στελέχη παραμένουν σε δεμάτια ή μπάλες μερικές μέρες στο χωράφι για να αποβληθεί η περίσσεια της υγρασίας.

Η καλλιέργεια που προορίζεται για σπόρο συγκομίζεται όταν έχει ωριμάσει περισσότερο από το 60% του συνολικού σπόρου. Στον αγρό τα φύλλα και οι βλαστοί κιτρινίζουν ενώ ο σπόρος αρχίζει να σκληραίνει, στην περίπτωση αυτή η συγκομιδή γίνεται είτε με θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Όταν η καλλιέργεια είναι διπλού σκοπού τότε η συγκομιδή πραγματοποιείται σε δύο στάδια. Το πρώτο είναι η προσεκτική κοπή του πάνω μέρους του φυτού μήκους 30cm, δηλαδή της ταξιανθίας, ώστε να μην τινάζει ο σπόρος και στην συνέχεια κόβονται τα στελέχη (Jonaitien et al., 2016). Στις καλλιέργειες διπλού σκοπού, η παραμονή του χρόνου συγκομιδής μέχρι την ωρίμανση των σπόρων οδηγεί σε υψηλότερο ποσοστό λιγνινοποιημένων ινών, ωστόσο έχει σαν αποτέλεσμα την ευκολότερη αποφλοίωση του στελέχους (Keller et al., 2001).

1.12. Λίπανση και άρδευση

Ο καθορισμός της λίπανσης εξαρτάται από τις πολλές παραμέτρους που εμπεριέχει ο όρος “γονιμότητα” του εδάφους. Ενδεικτικά, όταν το έδαφος είναι πλούσιο σε διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία τότε ενδέχεται η λίπανση που θα εφαρμοστεί να μην προσφέρει στατιστικά σημαντική αύξηση στην παραγωγή (Amaducci et al., 2015).

Για την επιλογή του κατάλληλου λιπάσματος, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο τύπος και η ποσότητα θρεπτικών ουσιών, η διαθεσιμότητα των ήδη υπαρχόντων στο έδαφος, η ποικιλία, η αμειψισπορά και η επίδραση της προσφοράς θρεπτικών ουσιών στην απόδοση και την ποιότητα των φυτών (Van der Werf et al., 1991).

Τα κυριότερα θρεπτικά που επιδρούν θετικά στις αποδόσεις και την αντοχή του φυτού είναι τα μακροστοιχεία άζωτο, κάλιο, φωσφόρος και τα ιχνοστοιχεία μαγνήσιο, μαγγάνιο, σίδηρος, ασβέστιο και ψευδάργυρος.

1.12.1 Άζωτο

Η αζωτούχος λίπανση, συμβάλλει θετικά στο μέγεθος και στην μακροζωία των φύλλων, στην αύξηση του φυλλώματος, στην αύξηση της ξηρής βιομάζας, στο ύψος και αποδόσεις του φυτού σε σπόρο και η αναλογία N/K επηρεάζει την ποιότητα της ίνας (Ion Fruja, 1995).

Μολονότι η κάνναβη θεωρείται νιτρόφιλη, έχει αξιοσημείωτη ικανότητα να αναπτύσσεται και σε εδάφη φτωχά αζώτου (Small, 2015). Η αζωτούχος λίπανση συνήθως εφαρμόζεται εφάπαξ κατά την σπορά της καλλιέργειας. Η εφαρμογή συμπληρωματικής λίπανσης μετά την σπορά έως και νωρίς την καλλιεργητική περίοδο δεν είχε αντίκτυπο στις αποδόσεις της καλλιέργειας σε βιομάζα. Το μέγιστο της απαίτησης σε άζωτο παρατηρήθηκε ένα μήνα μετά την σπορά και διήρκεσε περίπου ένα μήνα. Τα βιολογικά λιπάσματα εφαρμόζονται εφάπαξ κατά την σπορά (Finnan & Burke, 2013).

1.12.2 Κάλιο

Η κάνναβη έχει λιγότερες απαιτήσεις από άλλα φυτά σε κάλιο. Η συγκέντρωση του καλίου στην φυτική μάζα είναι συνάρτηση της ποικιλίας (οι πρώιμες ποικιλίες έχουν λιγότερο από τις όψιμες) και της διαθεσιμότητας του εδάφους σε κάλιο (Finnan, J. & Burke, B. 2013; Iványi & Izsáki, 1996). Μελέτες που έγιναν παλαιότερα υποστήριζαν ότι χρειαζόνταν 175kg/ha (Neenan, 1969) ενώ αλλού αναφέρεται: 234Kg/ha (Iványi & Izsáki, 1996). Σε εδάφη μέτριας περιεκτικότητας σε κάλιο (70mg/L) λίπανση 65Kg/ha καλίου θεωρείται επαρκής εάν τα υπολείμματα της καλλιέργειας, πλην του βλαστού, παραμείνουν στο έδαφος (δεδομένου ότι το 70-75% του καλίου συγκεντρώνεται στον βλαστό). Για εδάφη με μέτρια έως υψηλή περιεκτικότητα καλίου >70mg/L, δεν υπήρξε στατιστικά

σημαντική διαφορά ως προς την βιομάζα και την μάζα των ταξιανθιών, μεταξύ των λιπάνσεων 0, 60, 90, 120, 150kg/ha σε κάλιο (Finnan & Burke, 2013). Σε άλλη μελέτη αναφέρεται ότι απαιτείται 40-90kg/ha λίπανση καλίου για την παραγωγή ίνας. Μολονότι η επίδραση του αζώτου στην παραγωγή είναι σημαντική, αυτό δεν συμβαίνει με το κάλιο και τον φώσφορο όπου δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στην παραγωγή καρπού και βιομάζας για συγκεκριμένες ποικιλίες που μελετήθηκαν (Aubin, 2015).

1.12.3. Φώσφορος

Η ανταπόκριση του φυτού στην λίπανση φωσφόρου ποικίλει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Vera et al., 2004). Σε πείραμα ο φώσφορος δεν επηρέασε την απόδοση σε βλαστό και η πρόσληψη φωσφόρου από την καλλιέργεια κυμάνθηκε μεταξύ 52-67Kg/ha (Ivonyi et al., 1997). Σε άλλο πείραμα, τα φυτά δεν είχαν ιδιαίτερη ανταπόκριση όσον αφορά την βιομάζα και τον καρπό. Πιθανή εξήγηση ήταν ότι τα επίπεδα φωσφόρου στο έδαφος ήταν από την αρχή υψηλά και η περαιτέρω αύξηση των επιπέδων φωσφόρου στο έδαφος δεν είχε ιδιαίτερο όφελος για την καλλιέργεια (Aubin et. al., 2015). Ο φώσφορος συγκεντρώθηκε σε μεγαλύτερο ποσοστό στον καρπό σε αντίθεση με τα άλλα στοιχεία που είχαν διαφορετική κατανομή στο φυτό (www.gov.mb.ca). Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του στελέχους, η μη εφαρμογή φωσφορούχου ή/και αζωτούχου λιπάσματος ευνοεί τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κύριας φλοιώδους ίνας (Forrest & Young, 2006). Η επίδραση της φωσφορούχου λίπανσης δεν παρατηρήθηκε να επιδρά στατιστικώς σημαντικά στην αύξηση των αποδόσεων σε καρπό και βιομάζα για συγκεκριμένες ποικιλίες που μελετήθηκαν (Aubin, 2015).

1.12.4. Λοιπά θρεπτικά στοιχεία

Οι απαιτήσεις του φυτού σε λοιπά θρεπτικά στοιχεία :

Ασβέστιο (Ca)	2,4-3%
Μαγγάνιο (Mn)	85-130mg/kg
Μαγνήσιο (Mg)	0,6-0,8%
Σίδηρος (Fe)	65-100mg/kg
Χαλκός (Cu)	2-5 mg/Kg
Ψευδάργυρος (Zn)	25-40mg/kg

Πίνακας 6: Φυλλοδιαγνωστική ανάλυση: Ικανοποιητική περιεκτικότητα στοιχείων στην κάνναβη κατά την φάση ανάπτυξης 5-7 φύλλων

1.12.5 Άρδευση

Η βέλτιστη συνολική εδαφική υγρασία είναι 500-700 χλστ. εκ των οποίων τα 250-300 χλστ. πρέπει να διατίθενται κατά την βλαστική περίοδο ανάπτυξης. Για το μεσογειακό κλίμα συνιστάται τουλάχιστον 250mm για μόνοικες πρώιμες ποικιλίες και 450 χλστ. για δίοικες όψιμες ενώ η κατανάλωση ποικίλει συναρτήσει της εξατμισοδιαπνοής (Amaducci et al., 2015). Σε πείραμα στην Ιταλία αξιολογήθηκε ως επαρκής, άρδευση 120 χλστ. +227 χλστ. ύψους βροχής κατά την καλλιεργητική περίοδο (Tang et al., 2016).

Μετρήσεις που έγιναν στο Ridgetown College κατέδειξαν ότι η καλλιέργεια κάνναβης χρειάστηκε 300-400 χλστ. υγρασίας. Όσον αφορά την κατανομή της εδαφικής υγρασίας μεταξύ των σταδίων ανάπτυξης του φυτού, στην άνθηση απαιτούνται σχεδόν τα μισά της συνολικής απαιτούμενης ποσότητας νερού, για να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση σε σπόρο (www.omafra.gov.on.ca). Ως εκ τούτου το βέλτιστο είναι να εγκατασταθεί η καλλιέργεια νωρίς πριν τα μέγιστα της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας, ώστε να είναι περιορισμένη η εξατμισοδιαπνοή αλλά και η ανάπτυξη ανταγωνιστικών ζιζανίων (hempuniversity.com).

1.13 Εχθροί και Ασθένειες, Ζιζάνια

1.13.1 Εχθροί

Έντομα

(Hemiptera: Pentatomoidea): *Nezara viridula*, *Calocoris norvegicus*) & *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) (Τσαλίκη et al., 2016), *Grapholita delineana* (Lepidoptera: Oleuthreutidae) (www.royalqueenseeds.com), *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crampidae) (Small, 2015), *Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Phorodon cannabidis* & *P. humilis* (Hemiptera: Aphididae), *Lygus* sp. (Hemiptera: Miridae), *Empoasca flavescens* (Hemiptera: Cicadellidae), *Iceya purchase* (Hemiptera: Margarodidae), *Pseudococcus adonidum* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae), *Pseudaulocaspis pentagona* (Hemiptera: Coccidae), *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae), *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) (Ceapoiu, 1958), *Cossus cossus* (Lepidoptera: Cossidae), *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), *Psylliodes attenuata* (Coleoptera: Chrysomelidae) (McPartland, 1998), *Ceutorhynchus rapae* (Coleoptera: Curculionidae), *Melolontha* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae), *Gryllotalpa gryllotalpa* (Orthoptera: Gryllotalpidae)

Νηματώδεις

Meloidogyne incognita & *M. javanica*, *Heterodera schachtii*, *Ditylenchus dipsaci*, *Pratylenchus penetrans* & *Paralongidorus maximus* (McPartland et al., 2000)

1.13.2 Ασθένειες

Μύκητες

Alternaria alternata & *A. solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Schiffnerula cannabis*, *Botryosphaeria* sp., *Botryotinia fuckeliana*, *Trichotecium roseum*, *Mycosphaerella tulasnei*, *Verticillium dahliae*, *Uromyces inconspicuus*, *Athelia epiphylla*, *Pythium* sp. & *Fusarium* sp. (McPartland et al., 2000)

Βακτήρια

Xanthomonas campestris pv. *cannabis*, *Pseudomonas syringae* p.v. *tabaci*, *Agrobacterium tumefaciens* & *Erwinia tracheiphila* (McPartland et al., 2000)

Ιοί

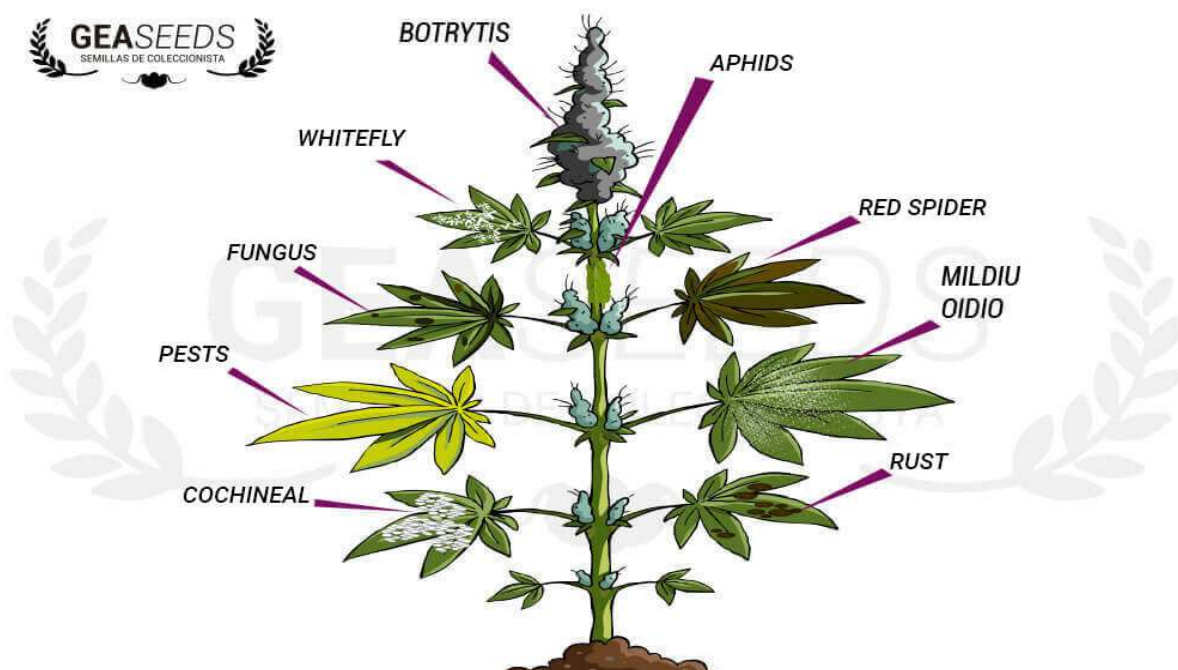
Hemp streak virus, *Hemp mosaic virus*, *Hemp leaf chlorosis virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Hemp mottle virus*, *Alfalfa mosaic virus* (McPartland et al., 2000)

1.13.3 Ζιζάνια

Convolvulus arvensis, *Polygonum convolvulus* (Ζιζάνια με αλληλοπαθητικές ιδιότητες)

Παρασιτικά φυτά:

Cuscuta sp., *Orobanchce ramosa*, *Orobanchce aegyptiaca* & *Orobanche cernua* (Haney & Bazzaz 1970)



Εικόνα 10: Ασθένειες και εχθροί σε φυτό βιομηχανικής κάνναβης

1.14. Μυκόρριζα

Η mycorrhiza προέρχεται από τις Ελληνικές λέξεις μύκης, *mýkēs* δηλ. μύκητας και ρίζα, *rhiza* και είναι μια συμβιωτική σχέση μεταξύ ενός (ή περισσότερων) μυκήτων και ενός φυτού: ο μύκητας αποικίζει το ριζικό σύστημα του φυτού και προμηθεύεται από αυτό υδατάνθρακες ενώ προσφέρει στο φυτό θρεπτικά στοιχεία και νερό, τα οποία μπορεί να προσροφά από το έδαφος με μεγάλη ευκολία.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η υφή που προκύπτει από τα σπόρια του μύκητα θα νεκρωθεί σε διάστημα μιας περίπου εβδομάδας αν δεν υπάρξει κάποια ρίζα φυτού η οποία θα της προσφέρει τα απαραίτητα για την επιβίωσή της (Marschner & Dell, 1994).

Μέσω της σχέσης αμοιβαιότητας, παρέχεται στον μύκητα η δυνατότητα άμεσης πρόσβασής του στα οργανικά οξέα του φυτού, στους υδατάνθρακες όπως η γλυκόζη και η σουκρόζη οι οποίοι παράγονται κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, σε άλλα προϊόντα φωτοσύνθεσης που εκκρίνονται από τα ριζίδια του φυτού αλλά και σε αυξητικούς παράγοντες όπως οι βιταμίνες. Οι ουσίες αυτές μετακινούνται μέσα στο φυτό από τα σημεία που παράγονται, δηλαδή τα φύλλα, πηγαίνουν στο ριζικό σύστημα και μέσω αυτού καταλήγουν στον μύκητα. Σε ανταπόδοση, το φυτό εκμεταλλεύεται το μυκήλιο του μύκητα αυξάνοντας την ενεργό επιφάνεια του ριζικού συστήματός του αλλά και με αποτελεσματικότερη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων και νερού (Αγγελής, 2007).

Για τις ευεργετικές ιδιότητες που το φυτό επωφελείται από τις μυκόρριζες, πρέπει να υποστεί την απώλεια ποσοστού 10- 20% των προϊόντων της φωτοσύνθεσης τα οποία θα καταναλωθούν για τις ανάγκες του σχηματισμού, διατήρησης και λειτουργίας των υφών του μύκητα (Marschner & Dell, 1994).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μυκόρριζας από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι οι ενδομυκόρριζες ή ενδοτροφικές μυκόρριζες και οι εξωμυκόρριζες, οι οποίες έχουν μεγάλη οικονομική και οικολογική σημασία. Αυτοί οι δυο τύποι μυκόρριζας έχουν αξιοσημείωτες λειτουργικές ομοιότητες παρά τις διαφορές τους στο είδος των φυτών που αποικούν και στις δομές που αναπτύσσουν μέσα στα φυτά αυτά (Miyasaka & Habte, 2001).

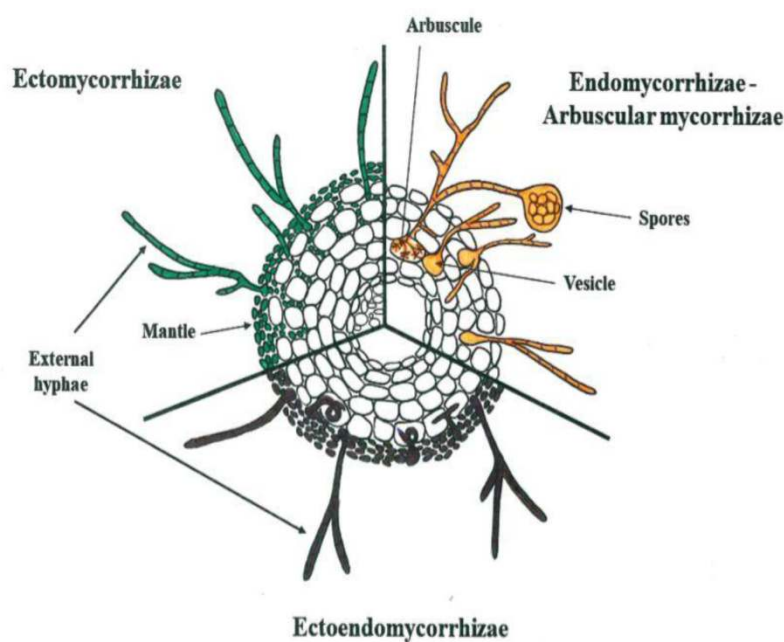
Οι ενδομυκόρριζες ανήκουν στο φύλο Glomeromycota και από αναλύσεις DNA και μελέτες σε απολιθώματα έχει βρεθεί ότι αυτή η συμβιωτική σχέση έχει παρουσιαστεί πριν 400-600 εκατομμύρια έτη. Οι ενδομυκόρριζες έχουν εντοπιστεί σε πάνω από το 85% όλων των οικογενειών φυτών του πλανήτη. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza>).

Οι ενδομυκόρριζες τύπου AMF σχηματίζουν μυκηλιακές υφές, τόσο στη μάζα του εδάφους, όσο και μέσα στη ρίζας που αποικίζουν. Οι υφές αυτές μπορούν και διεισδύουν μέσα στα κύτταρα της ρίζας και δημιουργούν εκεί θυσάνους (arbuscules). Οι θύσανοι είναι οι σχηματισμοί όπου γίνεται

η ανταλλαγή των θρεπτικών στοιχείων και των υδατανθράκων μεταξύ του μύκητα και του φυτού. Σε κάποιες περιπτώσεις μέσα στη ρίζα οι μύκητες δημιουργούν κύστες (vesicles), που λειτουργούν σαν αποθηκευτικά μέρη. Όλα τα είδη μυκήτων που σχηματίζουν μυκόρριζες AMF αναπαράγονται με σπόρια.

Σύμφωνα με τους Clark & Zeto (2000), αν όλοι οι παράγοντες που αφορούν την ανάπτυξη των φυτών παραμένουν σταθεροί και δεν είναι περιοριστικοί, τότε οι μυκόρριζες μπορεί να είναι καθοριστικής σημασίας όχι μόνο για την επιβίωση των φυτών αλλά και όσον αφορά την ικανότητά τους να προσλαμβάνουν τα απαιτούμενα θρεπτικά στοιχεία για την διατήρησή τους καθώς μεταφέρουν τα θρεπτικά στοιχεία σε μεγάλες αποστάσεις σε σχέση με τις ρίζες. Τα πιο αξιοσημείωτα αποτελέσματα για το φυτό από την παρουσία της μυκόρριζας παρουσιάζονται σε συνθήκες αδυναμίας του φυτού να εξασφαλίσει κυρίως φώσφορο (Miyasaka & Habte, 2001).

Τα φυτά που συμβιώνουν με μύκητες δημιουργούν μυκόρριζες οι οποίες διαφοροποιούν τις συνθήκες της ριζόσφαιρας και δημιουργούν μια νέα μορφή ριζόσφαιρας, που ονομάζεται *μυκορριζόσφαιρα*). Ο όρος μυκορριζόσφαιρα αναφέρεται στην ζώνη του εδάφους που βρίσκεται υπό την επίδραση τόσο των ριζών όσο και των υφών που σχηματίζονται από τις μυκόρριζες. Η μυκορριζόσφαιρα αποτελείται από α) τη ριζόσφαιρα και β) την υφόσφαιρα, περιοχή γύρω από τις υφές των μυκόρριζων.



Εικόνα 11: Είδη μυκόρριζας σε εγκάρσια τομή ριζιδίου

1.15. Τριχοδερμα

Trichoderma spp. είναι μύκητες που υπάρχουν σχεδόν σε όλα τα εδάφη και σε άλλους διαφορετικούς οικοτόπους. Στο έδαφος, είναι συχνά οι πιο διαδεδομένοι καλλιεργήσιμοι μύκητες. Ευνοούνται από την παρουσία υψηλών επιπέδων φυτικών ριζών, τις οποίες αποικίζουν εύκολα. Μερικά στελέχη έχουν υψηλή ικανότητα ριζόσφαιρας, δηλαδή ικανά να αποικίσουν και να αναπτυχθούν στις ρίζες καθώς αναπτύσσονται. Τα πιο ισχυρά στελέχη ριζόσφαιρας μπορούν να προστεθούν στο έδαφος ή στους σπόρους με οποιαδήποτε μέθοδο. Μόλις έρθουν σε επαφή με τις ρίζες, αποικίζουν την επιφάνεια της ρίζας ή τον φλοιό, ανάλογα με το στέλεχος.

Είναι πολύ γνωστό ότι τα είδη *Trichoderma* έχουν την ικανότητα να αποικίζουν τη ριζόσφαιρα των φυτών, βελτιώνοντας έτσι την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος καθώς και τις συστημικές άμυνες. Είναι γνωστό εδώ και περίπου 70 χρόνια ότι *Trichoderma* spp. είναι σε θέση να προσβάλει άλλους μύκητες, να παράγει αντιβιοτικά και να δρα ως βιολογικό έλεγχο μικρόβιων (Weindling and Fawcett, 1936). Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτοί οι μύκητες αυξάνουν συχνά την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών (Lindsey and Bake, 1967) είτε παρουσία (Chang et al., 1986) είτε απουσία (Lindsey and Bake, 1967) άλλων μικροοργανισμών και ότι μπορούν να προκαλούν καταστολή των ασθενειών στα εδάφη (Chet and Bake, 1981).

Είδη *Trichoderma* παράγουν ένα μείγμα αντιμυκητιασικών ενζύμων συμπεριλαμβανομένων των κιτινασών και των β-1,3 γλυκανώνων, τα οποία λειτουργούν συνεργικά για να διαλύσουν τα κυτταρικά τοιχώματα άλλων μυκήτων, καθιστώντας τα αποτελεσματικά για όλους τους φυσικούς μύκητες. Οι *Trichoderma* spp. μεγαλώνουν και πολλαπλασιάζονται καλύτερα όταν υπάρχουν άφθονες υγιείς ρίζες, έχουν αναπτύξει πολλούς μηχανισμούς τόσο για την επίθεση άλλων μυκήτων όσο και για την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών και των ριζών. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη τριχοδερμάτων που χρησιμοποιούνται συνήθως ως βιολογικοί έλεγχοι.

Το *T. harzianum* είναι ένα είδος που χρησιμοποιείται για εφαρμογή φυλλώματος, επεξεργασία σπόρων και επεξεργασία εδάφους για καταστολή διαφόρων ασθενειών που προκαλούν μυκητιακά παθογόνα. Επειδή είναι ένας ζωντανός οργανισμός μπορεί να αναπτυχθεί σε όλο το μήκος του ριζικού συστήματος όπου δημιουργεί ένα εμπόδιο κατά της προσβολής παθογόνων. Όσο το ριζικό σύστημα παραμένει ενεργό στην ανάπτυξη και την ανάπτυξή του, θα συνεχίσει να αναπτύσσεται μαζί με το να τρέφεται με τα απορρίμματα που απελευθερώνονται.

Μερικά επιλεγμένα στελέχη του *T. harzianum* έχουν αποδειχθεί ότι καταστέλλουν τα παθογόνα των φυτών. Ωστόσο, περιορίζονται στο πεδίο των φυτών που προστατεύουν και στα παθογόνα που ελέγχουν. Για παράδειγμα, ένα στέλεχος μπορεί να ελέγξει το *Pythium* και να αναπτυχθεί σε πιο δροσερά εδάφη, ενώ ένα άλλο μπορεί να ελέγξει τη *Rhizoctonia* και να αποικίσει

το ριζικό σύστημα. Για να ξεπεράσουν αυτούς τους περιορισμούς, οι ερευνητές στο Πανεπιστήμιο Cornell παρήγαγαν ένα υβριδικό στέλεχος που είχε βελτιωμένες ιδιότητες των γονέων. Το στέλεχος, T-22, προστατεύει το ριζικό σύστημα από το *Fusarium*, το *Pythium* και το *Rhizoctonia* σε διάφορες καλλιέργειες όπως καλαμπόκι, σόγια, πατάτες, ντομάτες, φασόλια, λάχανο, αγγούρι, βαμβάκι, φιστίκια, χλοοτάπητα, δέντρα, θάμνοι και άλλες μεταφυτευμένες και καλλωπιστικές καλλιέργειες. Το T-22 μπορεί να αναπτυχθεί σε μια ποικιλία τύπων εδάφους σε θερμοκρασίες άνω των 10 °C.

Σχηματίζει έναν φυσικό δεσμό με το ριζικό σύστημα των φυτών, εδραιώνεται στη ριζόσφαιρα και έτσι εμποδίζει άλλους παθογόνους παράγοντες να αποικίσουν το έδαφος. Αυτός ο δεσμός και η συνεχής ανάπτυξη του *T. harzianum* σε όλο το ριζικό σύστημα σχηματίζει ένα φυσικό εμπόδιο στα παθογόνα των φυτών. Προσλαμβάνει επίσης την περίσσεια περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά που δεν χρησιμοποιείται από το ριζικό σύστημα, που διαφορετικά θα παρείχε μια πηγή τροφής για τα εισερχόμενα παθογόνα. Έχοντας αυτό υπόψη το *T. harzianum* φαίνεται να μην παρεμβαίνει στη δραστηριότητα των μυκορριζών ή στο *Rhizobium* (ένας κοινός σταθεροποιητής αζώτου).

Οι πρώιμες εφαρμογές του *T. harzianum* προστατεύουν τις ρίζες των φυτών αφαιρώντας τα εκκρινόμενα θρεπτικά συστατικά που μπορεί να χρησιμοποιούν τα παθογόνα. Η αποτελεσματικότητά του έναντι μιας σειράς παθογόνων σε μια ποικιλία φυτών το επιτρέπει να είναι μέρος πολλών ολοκληρωμένων προγραμμάτων διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τη στιγμή της φύτευσης ως επεξεργασία σπόρων (<http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf504.html>)

Επειδή παραδοσιακά πιστεύεται ότι το *Trichoderma* είναι οργανισμός εδάφους, οι καλλιεργητές πίστευαν ότι ήταν απίθανο να εμφανιστεί στην ταξιανθία της κάνναβης. Ωστόσο, μελέτες που δείχνουν ότι το *Trichoderma* μπορεί να αποικίσει τα τριχώματα των φυτών σίγουρα προκαλεί αυτήν την υπόθεση. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα είδη *Trichoderma* είναι ικανά να αποικίζουν τους επίγειους ιστούς των φυτών. Μια μελέτη διαπίστωσε ότι το *Trichoderma* στον βλαστικό ιστό και τα φύλλα του *Theobroma cacao* (κακάο). Περαιτέρω ανάλυση έδειξε ότι ορισμένα στελέχη του *Trichoderma* έδειξαν προτίμηση για τον επιφανειακό αποικισμό των αδενικών τριχοσωμάτων όπου σχηματίζουν διογκώσεις στις άκρες του τριχώματος.

2. Σκοπός Μελέτης

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε για την αξιολόγηση της επίδρασης της μυκόρριζας (AMF) και του *Trichoderma harzianum* στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και στην απόδοση βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis sativa* L.) ποικιλία “Uso”.

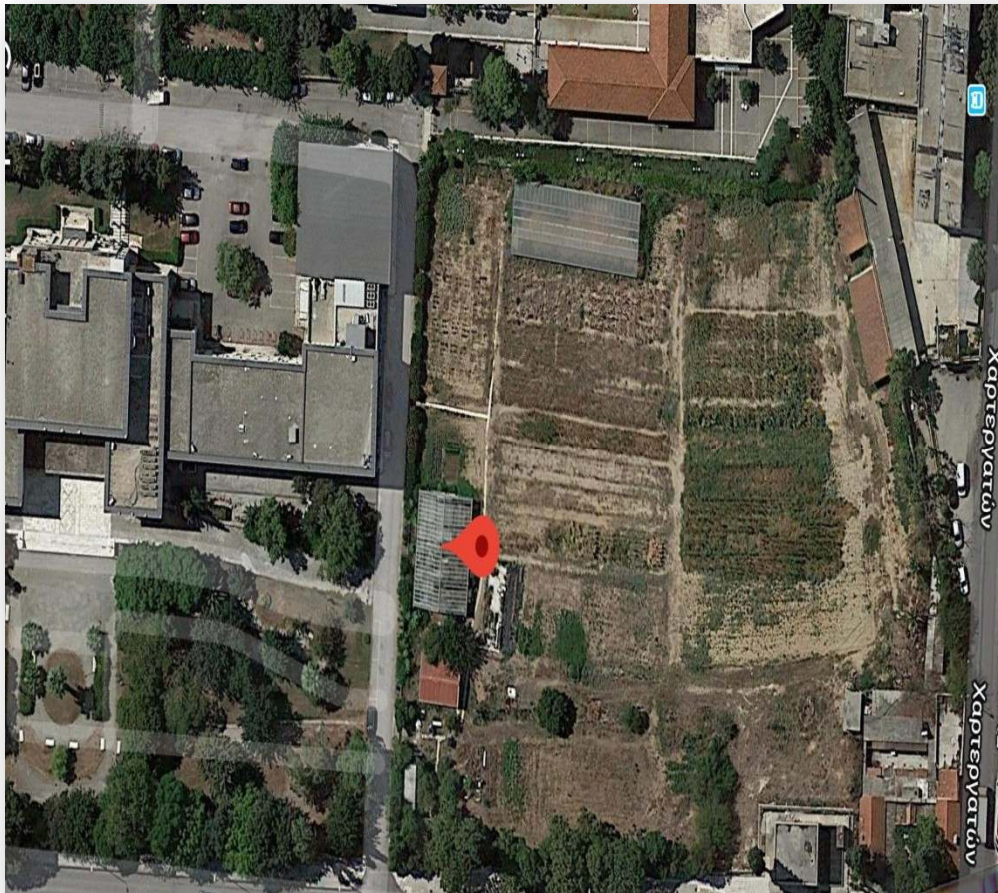
Για την επίτευξη της έρευνας μετρήθηκαν και αξιολογήθηκαν οι εξής παράμετροι:

- Ύψος φυτών και πορεία ανάπτυξης καλλιέργειας (σε 20, 90 και 110 DAS).
- Χαρακτηριστικά ριζικού συστήματος (την περίοδο της ανθοφορίας): πυκνότητα μάζας, διάμετρος και όγκος ριζικού συστήματος, αποικισμός μυκόρριζας ριζικού συστήματος.
- Στοιχεία απόδοσης (στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου - περίπου 110 DAS): Αριθμός και ξηρό βάρος ταξιανθιών, μήκος και δείκτης συμπάγειας ταξιανθίας και περιεκτικότητα σε CBD.
- Ξηρό βάρος φυτών (στις 25, 50, 70, 90 και 110 DAS).

3. Υλικά και μέθοδοι

3.1 Περιοχή εγκατάστασης του πειράματος

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στη θερμοκηπιακή μονάδα του Εργαστηρίου Γεωργίας. Οι συντεταγμένες της μονάδας είναι γεωγραφικό πλάτος: $37^{\circ} 98' 3,80''$ Α και γεωγραφικό μήκος: $23^{\circ} 70' 2.94''$ Β.



Εικόνα 12. Δορυφορική αποτύπωση του σημείου που βρίσκεται το θερμοκήπιο, όπου εγκαταστάθηκε το πείραμα.

3.2. Φυτικό υλικό

Η καλλιέργεια που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή του πειράματος ήταν η ποικιλία “Uso” βιομηχανικής κάνναβης.

“USO 31”	
Χώρα προέλευσης	Γερμανία
Γονοτυπική έκφραση	Μόνοικο
Βιολογικός κύκλος	125 μέρες
Ύψος κατά την ωρίμανση	200-250 εκ.
Απόδοση σε σπόρο	0,8-1 τόννοι/ha
Περιεκτικότητα σε έλαιο	28-30%
Μέγεθος σπόρου	16-18γρ./1000 σπόρους (εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος)
Περιεκτικότητα σε κανναβιδιόλη (CBD)	0,5-1 %
Απόδοση σε ίνα/στέλεχος	30-35 %
Απόδοση σε βιομάζα	6-8 τόννοι/ha
Περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC)	<0,06 %
Προτεινόμενη χρήση	Ίνες, σπόρος

Πίνακας 7. Χαρακτηριστικά ποικιλίας Uso 31 (IHEMPFARMS).

Η καλλιέργεια ξεκίνησε με τη δημιουργία σποροφύτων σε float system και στη συνέχεια όταν απέκτησαν τα φυτά το επιθυμητό ύψος, έγινε μεταφύτευση των σποροφύτων. Η μεταφύτευση έγινε σε γλάστρες 12 λίτρων με χώμα και φυτόχωμα.



Εικόνα 13. Δημιουργία σποροφύτων σε float system

3.3. Πειραματικό σχέδιο

Στον θερμοκηπιακό χώρο ακολουθήθηκε το τυχαιοποιημένο σχέδιο τριών επαναλήψεων με έξι γλάστρες ανά επανάληψη και τις ίδιες επαναλήψεις για το μάρτυρα. Εφαρμόστηκε ομοιόμορφη άρδευση σε όλες τις γλάστρες, όπως και λίπασμα (20-20-0).

Χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Trianum-P (KOPPERT) (μη διασυστηματικό μυκητοκτόνο με προληπτική δράση κατά των παθογόνων μικροοργανισμών του εδάφους) με δραστική ουσία *Trichoderma harzianum* strain T22. Περιέχει σε βρέξιμους κόκκους 1×10^{12} μονάδες σχηματισμού αποικίας (CFU) ανά χιλιόγραμμο σκευάσματος δηλαδή 10 g/Kg (1% β/β).

Για μυκόρριζα εφαρμόστηκε το σκεύασμα Ectomic (BIOSYSTENTA) το οποίο αποτελείται από το μύκητα *Scleroderma texense* (Sclerodermataceae, Basidiomycetes). Περιέχει σε βρέξιμη σκόνη περίπου 30×10^9 σπόρια του μύκητα ανά χιλιόγραμμο σκευάσματος (3% β/β).



Εικόνα 14. Γλάστρες που χρησιμοποιήθηκαν.

Εικόνα 15. Τα μολυσμένα φυτά στο θερμοκηπιακό χώρο.

3.4. Καλλιεργητικές πρακτικές

➤ Δημιουργία σποροφύτων σε σύστημα επίπλευσης

Σε λεκάνη που περιείχε νερό και θρεπτικά συστατικά, τοποθετήθηκαν ειδικές κατασκευές με τους σπόρους του φυτού μαζί με φυτόχωμα και υπήρχε συνεχής διαβροχή καθώς επέπλεαν πάνω στο νερό. Η τοποθέτηση τους πραγματοποιήθηκε στις 10 Μαρτίου και παρέμειναν εκεί μέχρι την ανάπτυξη των σποροφύτων και τη δημιουργία 3 πραγματικών ζευγών φύλλων. Η μέθοδος αυτή υπερέχει έναντι των άλλων μεθόδων καθώς επιτυγχάνεται μείωση του χρόνου ανάπτυξης των φυτών μέχρι και 30% εξοικονόμηση χρόνου λόγω του ότι το φυτό δεν ανταγωνίζεται για νερό & θρεπτικά στοιχεία. Επιπλέον εξοικονομείτε νερό, είναι πιο ελεγχόμενος ο χώρος ανάπτυξης και μειώνεται η πιθανότητα προσβολής από παθογόνα.



Εικόνα 16. Δημιουργία σποροφύτων σε float system.

➤ Διαχωρισμός του θερμοκηπίου και τοποθεσία του υλικού

Ύστερα από τον προσδιορισμό του εμβαδού του θερμοκηπίου, πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός του. Το θερμοκήπιο χωρίστηκε στη μέση, με την παρουσία ενός διαδρόμου όπου χώριζε τον ενιαίο χώρο στα δυο. Από τη μια πλευρά υπήρχαν τα δυο μέρη, ένα για τα φυτά με AMF & *Tricoderma* και δίπλα του ο μάρτυρας (*Tricoderma* χωρίς εφαρμογή AMF), όπου αποτελούσαν την πρώτη επανάληψη. Το ίδιο μοτίβο ακολουθήθηκε και για τη δεύτερη και Τρίτη επανάληψη. Συνοψίζοντας ο θερμοκηπιακός χώρος χωρίστηκε σε έξι ίσα μέρη. Ο διαχωρισμός του θερμοκηπίου πραγματοποιήθηκε στις 10 Απριλίου.

➤ Γέμισμα γλαστρών με χώμα και φυτόχωμα και τοποθέτηση.

Γλάστρες χωρητικότητας δώδεκα λίτρων γεμίσθηκαν με χώμα και φυτόχωμα (compost) σε ίδια αναλογία στα τρία τέταρτα περίπου του ύψους τους και τοποθετήθηκαν σε εξάδες, οι οποίες είχαν απόσταση μεταξύ τους μισό μέτρο. Η πυκνότητα των γλαστρών ήταν 4 γλάστρες ανά τετραγωνικό μέτρο. Η ανάλυση του εδάφους και του φυτοχώματος αναλύεται στον παρακάτω πίνακα:

	Soil Clay Loam (29.3% Clay, 33.8% Silt and 36.9% Sand)	Compost
pH	7.36	7.6
Olsen- P (mg kg ⁻¹ soil)	15	410
Available potassium (K) (mg kg ⁻¹ soil)	215	620
Organic matter (%)	1.36	42.41

Πίνακας 8. Ανάλυση εδάφους και φυτοχώματος.

- Τοποθέτηση των φυτών στις γλάστρες και εμβολιασμός.

Στις 10 Απριλίου πραγματοποιήθηκε μεταφύτευση των φυτών. Σε κάθε γλάστρα μεταφυτεύτηκε ένα φυτό. Η τοποθέτηση έγινε με προσοχή, για να είναι ομαλή η μετάβαση του φυτού στο καινούργιο εδαφικό περιβάλλον. Ταυτόχρονα έγινε εφαρμογή της μυκόρριζας και του *Trichoderma* με διάλυμα νερού σε αναλογία 50:1 και ριζοπότισμα. Οι ποσότητες που προστέθηκαν ήταν 2 ml / γλάστρα *Trichoderma* και 2 g / γλάστρα AMF σύμφωνα με τις οδηγίες στις ετικέτες των δύο σκευασμάτων.

- Άρδευση

Το σύστημα άρδευσης που ακολουθήθηκε ήταν με δοσομετρητή ενός λίτρου ανά γλάστρα και αργή ροή, ώστε να γίνεται η ενσωμάτωση στο χώμα και να μην υπάρχει απορροή. Στην αρχή της καλλιέργειας όπου οι θερμοκρασίες του θερμοκηπίου και του περιβάλλοντος δεν ήταν τόσο χαμηλές όσο των υπόλοιπων θερινών μηνών και το φυτό δεν είχε αναπτυχθεί αρκετά γινόταν άρδευση μια φορά τη βδομάδα. Από τα μέσα Απριλίου έως το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου όπου οι θερμοκρασίες αυξήθηκαν και το φυτό είχε αποκτήσει το τελικό του ύψος γινόταν άρδευση 3 φορές τη βδομάδα, ανά δεύτερη περίπου μέρα.

- Λίπανση

Εφαρμόστηκε λίπανση σε όλες τις γλάστρες και στις τρεις επαναλήψεις με σκεύασμα των 40 κιλών που περιέχει κοκκώδες λίπασμα 20-20-0 (8S). Η λίπανση πραγματοποιήθηκε λίγο πριν την ενσωμάτωση των σποροφύτων στις γλάστρες, ώστε να βοηθήσει στην επιτυχία της μεταφύτευσης (3

Απριλίου). Ενσωματώθηκαν ανά γλάστρα 120 g με δοσομετρητή. Δεν πραγματοποιήθηκε επιπλέον λίπανση κατά τη διάρκεια του πειράματος.



Εικόνα 17. Συσκευασία από το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε.

➤ Ζιζάνια

Κατά τη διάρκεια των προετοιμασίας του θερμοκηπίου, σποράς και συγκομιδής δεν έγινε καμία επέμβαση με ζιζανιοκτόνο και αγροχημικών. Ένα από τα πλεονεκτήματα του θερμοκηπίου είναι ότι ο χώρος είναι ελεγχόμενος, έτσι η διασπορά των ζιζανίων είναι διαχειρίσιμη και στην παρούσα εργασία έγινε με σκαλιστήρια σε όλη την επιφάνεια του θερμοκηπίου. Λόγω ότι το θερμοκήπιο είναι κλειστό η διασπορά ζιζανίων είναι μικρότερη καθώς δεν υπάρχει διασπορά με τον άνεμο, τα ζώα και δεν υπάρχουν βροχοπτώσεις. Επιπλέον η καλλιέργεια αρχικά σε σύστημα επίπλευσης δεν επιτρέπει την ανάπτυξη ζιζανίων στο πιο ευάλωτο στάδιο της ζωής της καλλιέργειας, στο οποίο δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια. Ύστερα η μεταφύτευση σε γλάστρες και όχι στο έδαφος έδωσε πλεονέκτημα ότι ήταν καθαρό το χώμα που ενσωματώθηκε στη γλάστρα και τυχόν ανάπτυξη ζιζανίου ήταν εύκολα διαχειρίσιμη με το χέρι. Επίσης η κλωστική κάνναβη εκκρίνει ισχυρές αλληλοπαθητικές ουσίες οπότε δεν επιτρέπει την ανάπτυξη ζιζανίων.

3.5 Προσδιορισμοί-Μετρήσεις

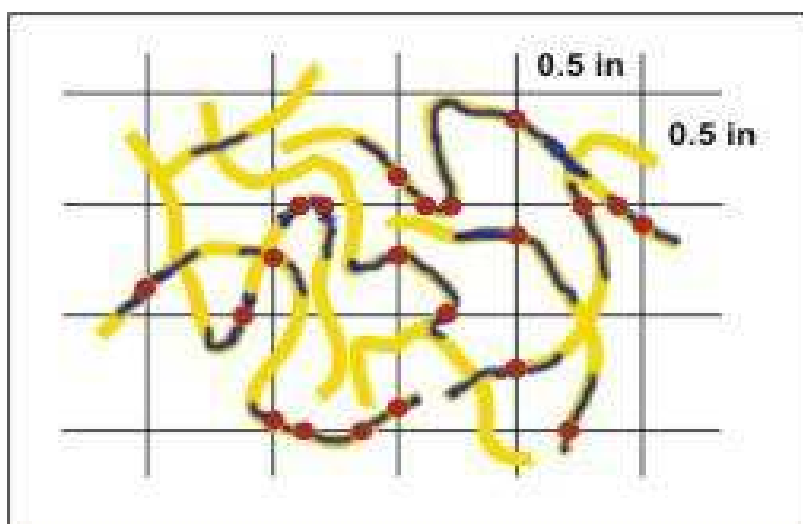
3.5.1. Ριζικό σύστημα

Μετρήθηκε η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στις 70 das δηλαδή την περίοδο της άνθησης, σε τέσσερα φυτά ανά επέμβαση. Συλλέχθηκαν δείγματα ρίζας από το στρώμα 0-35 cm χρησιμοποιώντας

κυλινδρικό τρυπάνι (μήκος 25 cm, διάμετρος 10 cm). Πλύθηκαν σε κόσκινο πλέγματος 5 mm. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε διάλυμα χρώσης φορμαλδεΰδης/ οξικού οξέος/ αλκοόλης (FAA). Η πυκνότητα μάζας ρίζας δηλαδή ο όγκος που καταλαμβάνει το ριζικό σύστημα κάθε φυτού ανά μονάδα όγκου χώματος (cm^3 ρίζας 100 cm^{-3} εδάφους), η διάμετρος ρίζας (cm) καθώς και ο όγκος του ριζικού συστήματος (cm^3 ρίζας 100 cm^{-3} εδάφους) προσδιορίστηκαν σε χιλιοστά χρησιμοποιώντας έναν σαρωτή υψηλής ανάλυσης, χρησιμοποιώντας λογισμικό DT (Delta-T Scan version 2.04; Delta Devices Ltd, Burwell, Cambridge, UK) (Kokko et al., 1993; Bilalis et al., 2012).

Επίσης μετρήθηκε και ο αποικισμός από μυκόρριζα στα δείγματα που συλλέξαμε σε κάθε επέμβαση. Ο αποικισμός από μυκόρριζα αποτελεί το σημαντικότερο βιολογικό παράγοντα που συμβάλλει στην απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων καθώς και στη σύνθεση βιοσυνθετικών ουσιών που ενδεχομένως συμβάλλουν στη σύνθεση τερπενίων και CBD. Το ποσοστό του μήκους της ρίζας που αποικίστηκε από μύκητες AM μετρήθηκε μικροσκοπικά με τη μέθοδο τομής γραμμής πλέγματος σε μεγέθυνση 30-40 X (Giovannetti and Mosse, 1980).

Τα δείγματα των ριζών που συλλέχθηκαν τοποθετήθηκαν σε τρυβλία Petri με διηθητικό χαρτί και κατά την προετοιμασία δέχθηκαν χρώση με φουξίνη (fuschine). Σε κάθε τρυβλίο αφαιρέθηκε το διηθητικό χαρτί και τοποθετήθηκε σταυρόνημα. Το ποσοστό αποικισμού της ρίζας προσδιορίστηκε με τη χρήση στερεοσκοπίου και του προγράμματος Motic image Plus 2.0 (2009) (Giovannetti & Mosse, 1980). Έγινε ο προσδιορισμός του ποσοστού αποικισμού μέσω της μέτρησης των διασταυρώσεων της ρίζας με το σταυρόνημα και συνολικά ο αριθμός που η ρίζα είναι αποικισμένη.



Εικόνα 18: Διασταυρώσεις τις ρίζας με το σταυρόνημα

Επιπλέον για τη μέτρηση του CBD, χρησιμοποιήθηκαν δέκα ταξιανθίες από κάθε εφαρμογή και το

περιεχόμενο CBD υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τη μηχανή συσκευής GemmaCert (GemmaCert Ltd., Ισραήλ).



Εικόνα 19. Συσκευή GemmaCert για υπολογισμό του CBD.

3.5.2. Ύψος φυτών

Το ύψος του φυτού είναι η μικρότερη απόσταση μεταξύ του ανώτερου ορίου των κύριων φωτοσυνθετικών ιστών (συμπεριλαμβανομένων των ταξιανθιών στο αντίστοιχο στάδιο) σε ένα φυτό και στο επίπεδο της επιφάνειας εδάφους της γλάστρας, εκφρασμένη σε εκατοστά του μέτρου (cm).

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση μέτρου και καταγράφηκε το ύψος των φυτών.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά τρεις μετρήσεις του ύψους των φυτών σε τέσσερα φυτά/επανάληψη, κατά τις εξής φάσεις:

1. Μέτρηση στις 20 μέρες μετά τη μεταφύτευση
2. Μέτρηση στις 90 μέρες μετά τη μεταφύτευση
3. Μέτρηση στις 110 μέρες μετά τη μεταφύτευση

3.5.3. Ξηρό βάρος φυτών (gr/ φυτό)

Υπολογίστηκε το ξηρό βάρος ενός φυτού ανά επέμβαση. Έγιναν συνολικά πέντε μετρήσεις που έλαβαν χώρο στο χρονικό διάστημα της καλλιέργειας:

1. 25 μέρες μετά τη σπορά
2. 50 μέρες μετά τη σπορά
3. 70 μέρες μετά τη σπορά
4. 90 μέρες μετά τη σπορά
5. 110 μέρες μετά τη σπορά

3.5.4. Δείκτης ρυθμού ανάπτυξης

Ο δείκτης του ρυθμού ανάπτυξης (Relative Growth Rate) αποτελεί έναν από τους βασικότερους δείκτες αξιολόγησης μια επέμβασης στο γεωργικό πειραματισμό. Παρουσιάζει το ρυθμό συσσώρευσης ξηρού βάρους ανά ημέρα (g/day).

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$\text{Relative Growth Rate} = \frac{W_2 - W_1}{P(t_2 - t_1)}$ (R. Overman, 1984).

Όπου W_1 = ξηρό βάρος φυτού που καταγράφηκε στο χρόνο t_1 ,

W_2 = ξηρό βάρος φυτού που καταγράφηκε στο χρόνο t_2 ,

t_1 και t_2 ήταν το χρονικό διάστημα αντίστοιχα και εκφράζεται σε g/ημέρα

3.5.5. Χαρακτηριστικά των αποδόσεων

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν τέσσερα φυτά από κάθε επανάληψη και υπολογίστηκαν ο αριθμός των ταξιανθιών, το ξηρό βάρος των ταξιανθιών, το μήκος των ταξιανθιών, η συμπάγεια των ταξιανθιών και η περιεκτικότητα σε Κανναβιδιόλη (% CBD).

Ο δείκτης συμπάγειας εκτός από χαρακτηριστικό απόδοσης είναι και δείκτης ποιότητας και αξιολογήθηκε από τον τύπο: Ξηρό βάρος ταξιανθίας/ μήκος ταξιανθίας (g/cm).

Κάθε δείγμα τοποθετήθηκε χωρίς να συνθλίβεται σε υφασμάτινο ή χάρτινο σάκο. Τα δείγματα ξηραίνονται κάτω από 70 °C και μέχρι υγρασίας 8-13%, μέσα σε 48 ώρες από τη συλλογή τους.



Εικόνα 20. Κλίβανος ξήρανσης ταξιανθιών κλωστικής κάνναβης

Στατιστική ανάλυση

Η πειραματική ανάλυση δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Statistica (StatSoft, 1996), σύμφωνα με τον πλήρως τυχαίοποιημένο σχεδιασμό. Οι διαφορές μεταξύ των μέσων συγκρίθηκαν χρησιμοποιώντας τη δοκιμή Least Significant Difference (LSD), στο επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P \leq 0,05$).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

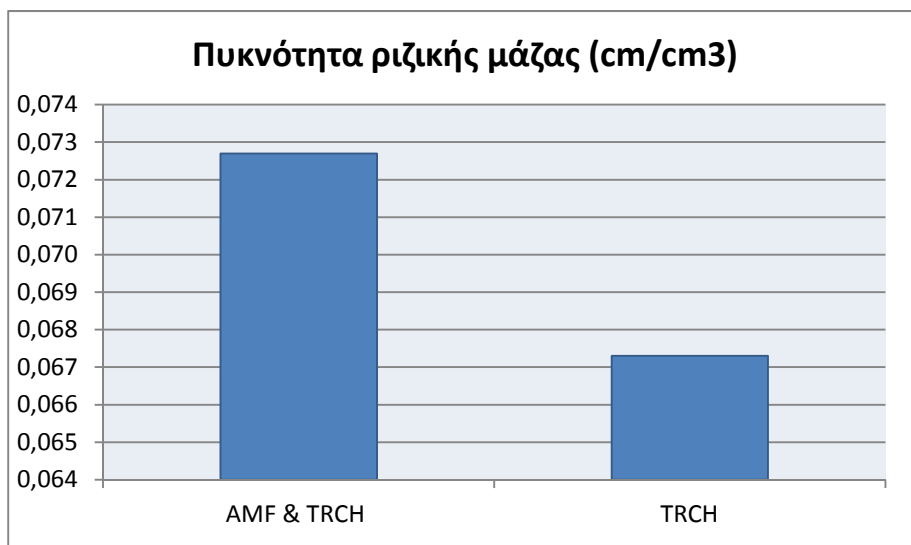
Treatments	Root mass density	Root diameter	Root volume	AMF	Plant Height	Plant Height	Plant Height
	(cm of root 100 cm ⁻³ soil)	(cm)	(cm ³ of root 100 cm ⁻³ soil)	(%)	(cm)	(cm)	(cm)
					20 DAS	90 DAS	110 DAS
AMF & TRCH	0.07 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.26 ^a	26.33 ^a	22.67 ^a	154 ^a	199.67 ^a
TRCH	0.07 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.21 ^b	22.66 ^b	21.33 ^a	140.33 ^b	187.33 ^b
$F_{treatment}$	<i>ns</i>	<i>ns</i>	4.34 [*]	15.25 [*]	13.22 [*]	165.8 [*]	152 [*]

(Significance levels: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; 'ns': not statistically significant at $P = 0.05$)

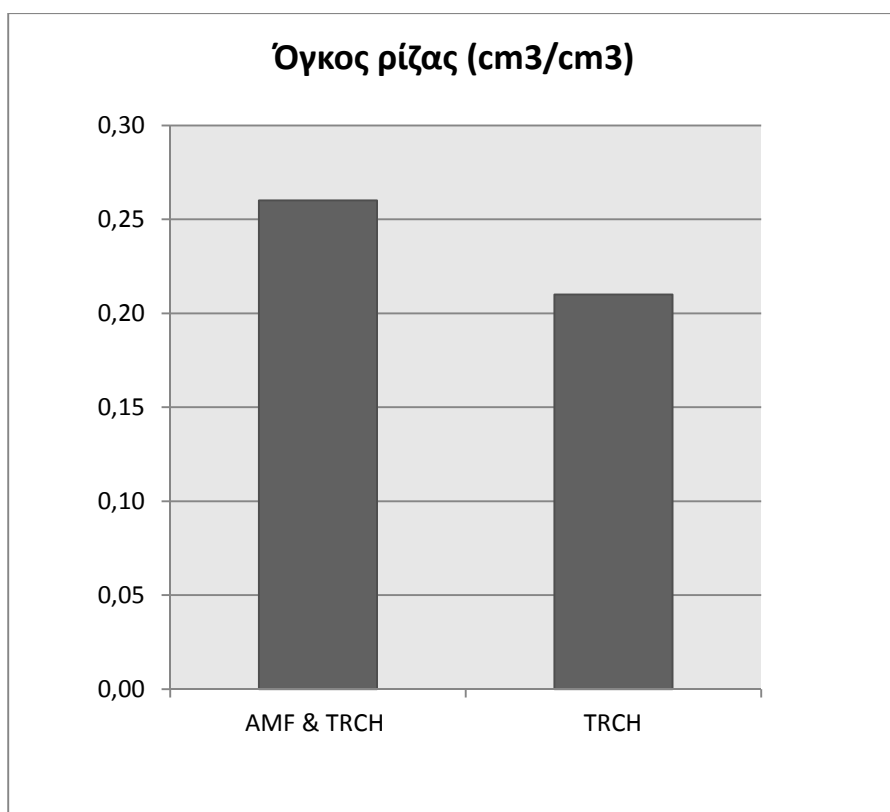
Πίνακας 9. Τα χαρακτηριστικά των ριζών, AMF και ύψος των φυτών κάνναβης όπως επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

4.1. Ριζικό σύστημα

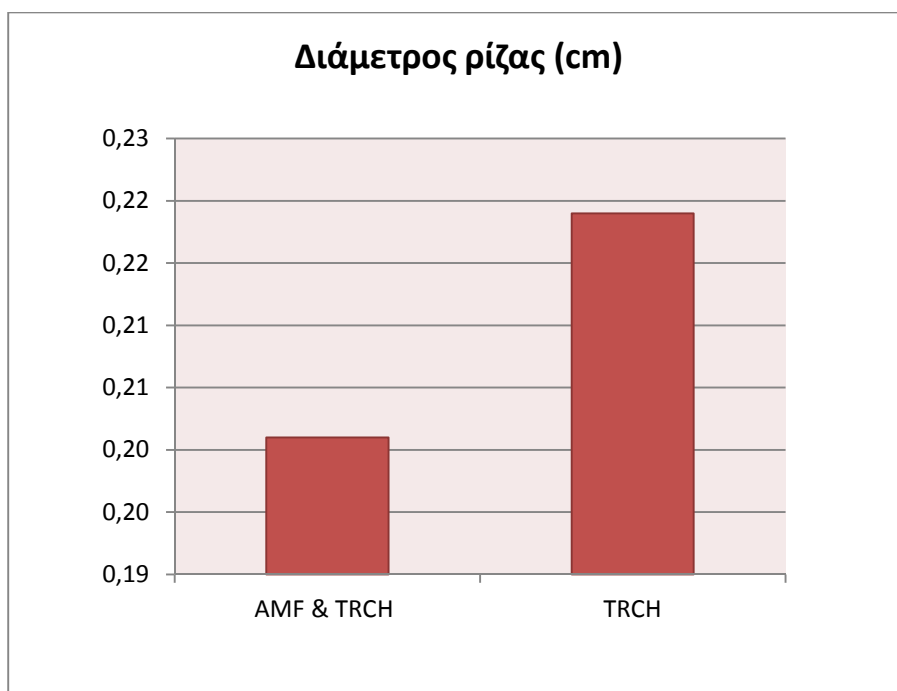
Η συνδυασμένη χρήση των *Trichoderma harzianum* και AMF προκάλεσε συνεργιστικό αποτέλεσμα αυξάνοντας την πυκνότητα μάζας ρίζας όπως φαίνεται στο Γράφημα 5. Επίσης, ο όγκος της ρίζας στη μεταχείριση με AMF & TRCH ήταν 0,26 cm³ ρίζας 100 cm⁻³ εδάφους, υψηλότερος από τον όγκο της ρίζας στην επεξεργασία TRCH ο οποίος ήταν 0,021 cm³ ρίζας 100 cm⁻³ εδάφους. Αντίθετα, η διάμετρος της ρίζας μειώθηκε στην εφαρμογή χωρίς AMF με μέσο όρο 0,20 cm και 0,22 cm αντίστοιχα χωρίς η διαφορά αυτή να είναι στατιστικώς σημαντική (Πίνακας 9).



Γράφημα 5: πυκνότητα ριζικής μάζας στα φυτά με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH

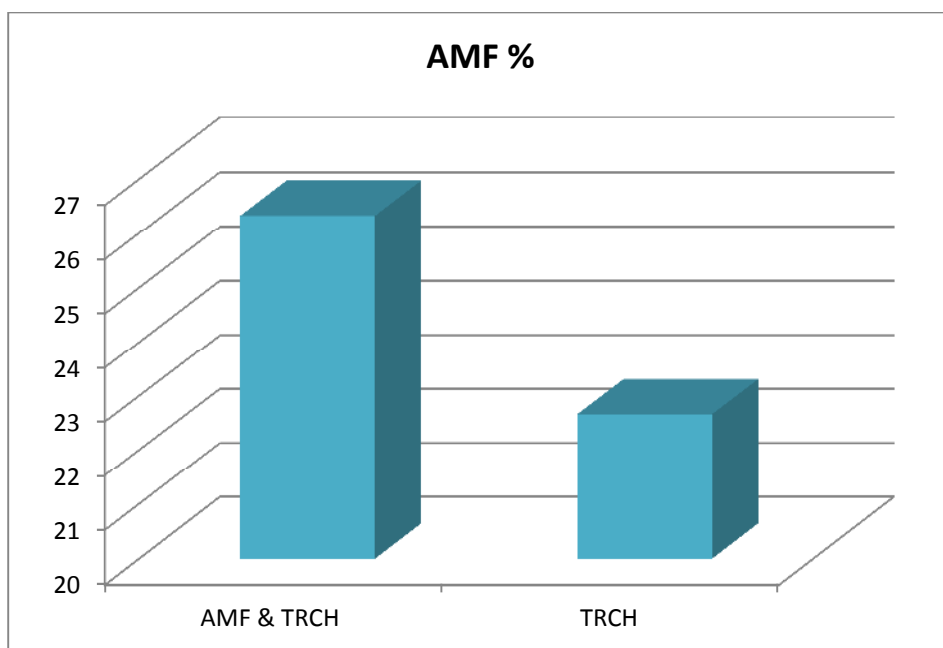


Γράφημα 6: όγκος ριζικού συστήματος στα φυτά με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH



Γράφημα 7: διάμετρος ρίζας στα φυτά με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH

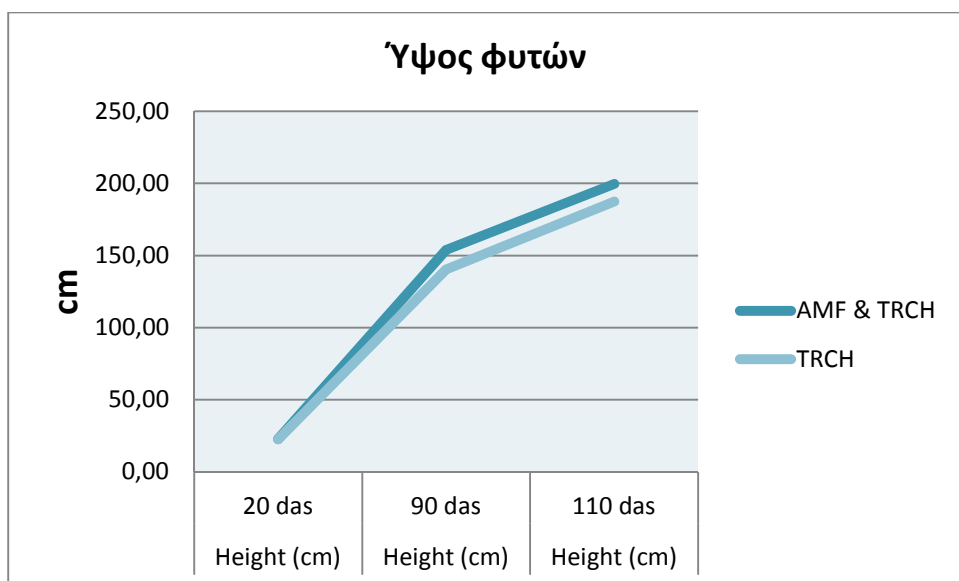
Όσον αφορά τα αποτελέσματα των μετρήσεων στον αποικισμό από μυκόρριζα, ο μέσος όρος AMF μειώθηκε στην εφαρμογή TRCH όπως φαίνεται στον Πίνακα 9. Ωστόσο σε επιμέρους μετρήσεις των επαναλήψεων ο αποικισμός είναι μικρότερος στα φυτά που υπέστησαν επέμβαση με AMF & TRCH. Η διαφορά αυτή μπορεί να αποδοθεί στην αλληλεπίδραση μεταξύ του AMF και του *Trichoderma*, η οποία επηρεάζει την ανάπτυξη και αποικισμό της μυκόρριζας (Rodriguez *et al.* 2006).



Γράφημα 8: αποικισμός από μυκόρριζα στα φυτά με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH

4.2. Ύψος φυτών

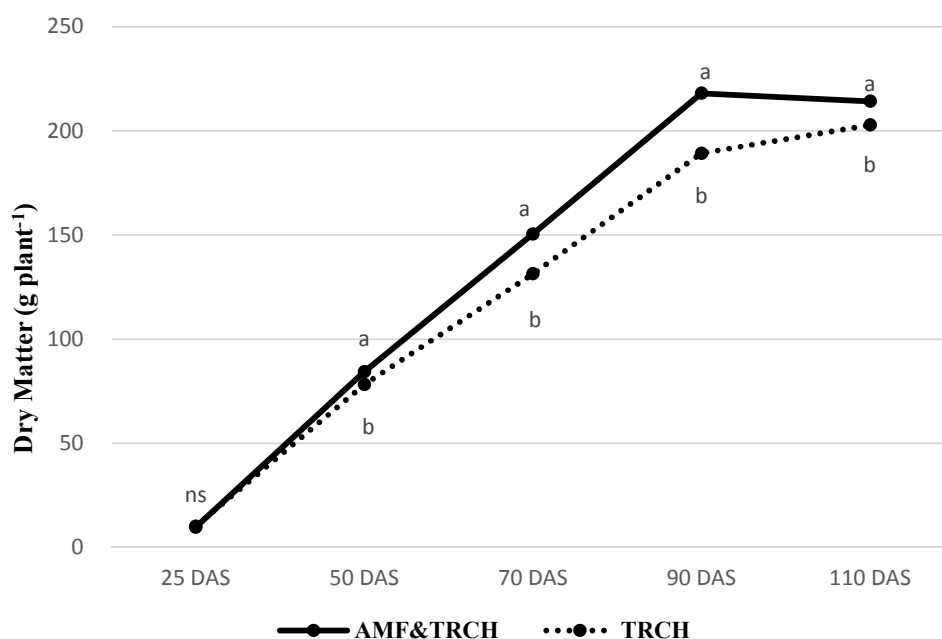
Όσον αφορά το ύψος των φυτών, παρατηρήθηκε συνεχής ανάπτυξη τόσο στα με εφαρμογή AMF & TRCH φυτά όσο και χωρίς AMF σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η ανάπτυξη ακολουθεί εκθετική αύξηση και είναι μεγαλύτερη μέχρι τις 90 das, ενώ στη συνέχεια ο ρυθμός αύξησης μειώνεται. Κατά τη μεταφύτευση και στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (20das) τα φυτά έχουν το ίδιο ύψος. Ωστόσο με την πάροδο του χρόνου τα με εφαρμογή μόνο TRCH φυτά έχουν μικρότερο ύψος από τα με εφαρμογή AMF & TRCH και το μέγιστο ύψος στις 110 das φτάνει στα 187,3 cm και 199,7 cm αντίστοιχα (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4: ύψος των φυτών με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH

4.3. Ξηρό βάρος φυτών

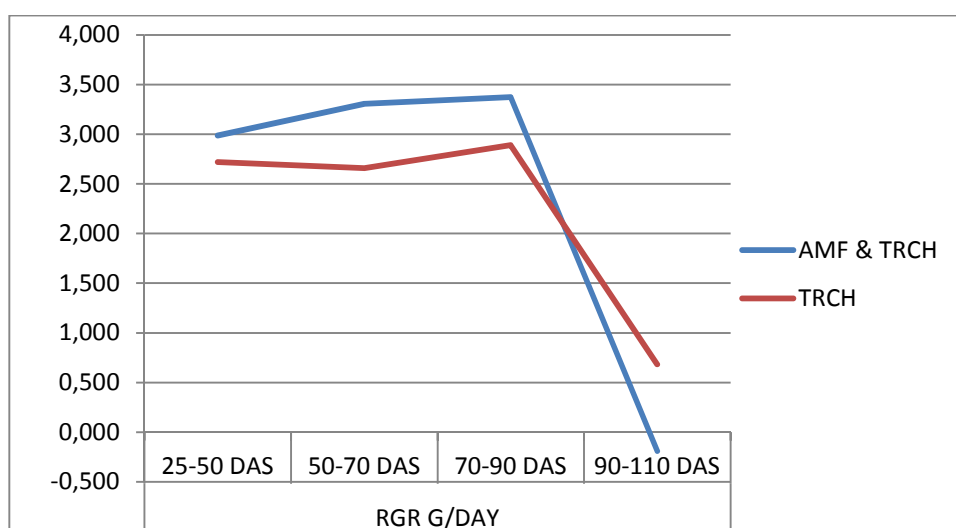
Το ξηρό βάρος ακολουθεί εκθετική πορεία ανάπτυξης και η υπεροχή στα φυτά με AMF & TRCH ξεκινά από την 50 das και συσώρευση ξηρού βάρους στις 110DAS όπου παρατηρείται και η τελική τιμή του ξηρού βάρους. Δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μέχρι και την 40 das ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις, ενώ μετά από αυτή είναι εμφανείς οι διαφορές. Η υψηλότερη τιμή ήταν 218 g ανά φυτό σε 90 DAS στη μεταχείριση με AMF & TRCH



Διάγραμμα 5 : ξηρό βάρος (g) των φυτών με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH

4.4. Ρυθμός Ανάπτυξης της Καλλιέργειας (g/ημέρα)

Παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στις δυο μεταχειρίσεις με υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης να εμφανίζεται στα φυτά με AMF & TRCH. Η αύξηση αυτή παρατηρήθηκε από την 25 das έως την 90^η das και έδωσε υψηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με το μάρτυρα. Όμως μετά από την 90^η μέρα άρχισε η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και τα φυτά χωρίς AMF είχαν περίπου τον ίδιο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με τα φυτά με AMF & TRCH. Η αρνητική τιμή που παρουσιάστηκε στο τέλος οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά χάνουν φύλλα και συνεπώς και το ξηρό βάρος μειώνεται ανάλογα.



Διάγραμμα 6: Ρυθμός ανάπτυξης (g/ημέρα) των φυτών με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH

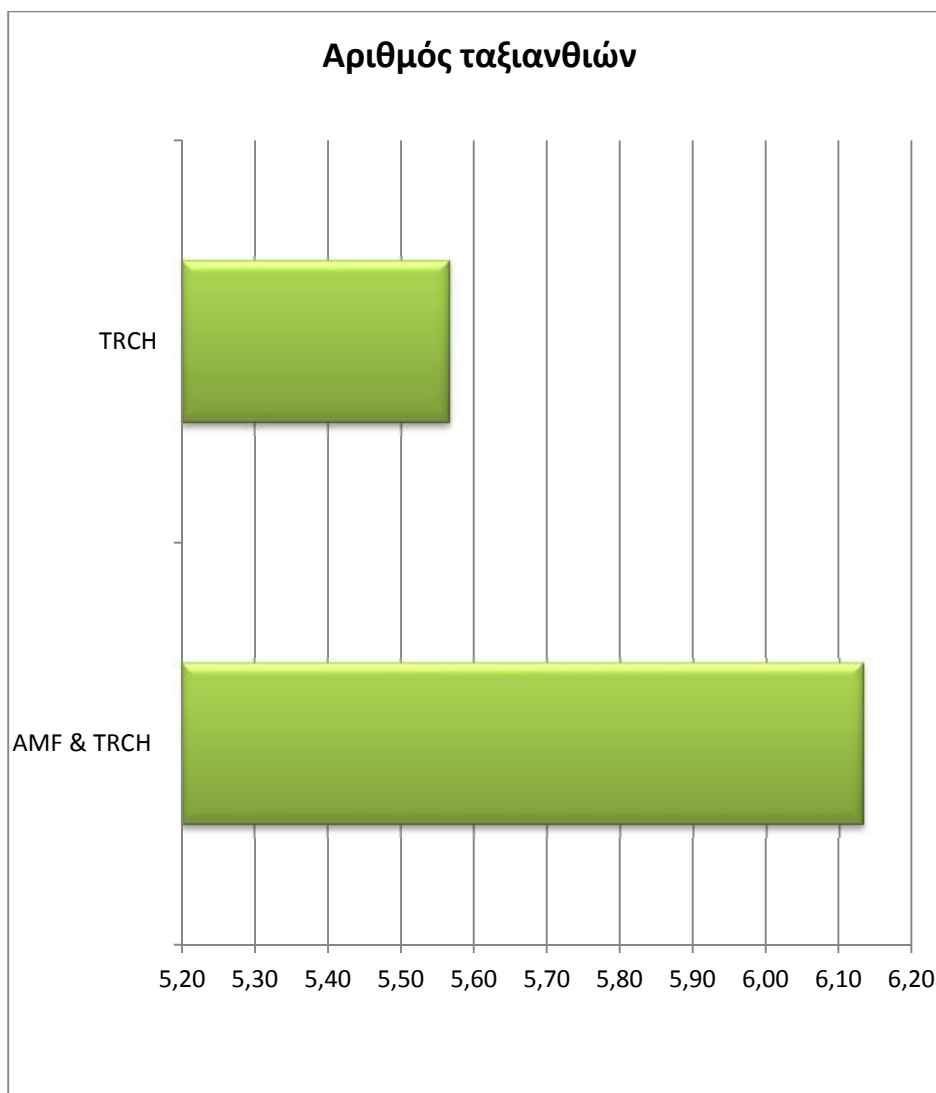
Treatments	Flower no	DM /flower (g flower ⁻¹)	Yield (g plant ⁻¹)	Bud length (cm)	Compact Index (g cm ⁻¹)	CBD content (%)	CBD yield / plant (g plant ⁻¹)
AMF & TRCH	6.13 ^a	27.42 ^{ns}	168.08 ^a	23.33 ^a	1.18 ^a	2.46 ^{ns}	4.14 ^a
TRCH	5.57 ^b	27 ^{ns}	150.39 ^b	20.33 ^b	1.33 ^b	2.57 ^{ns}	3.86 ^b
<i>F_{treatment}</i>	4.32 [*]	ns	181.2 [*]	32.1 [*]	5.6 [*]	ns	6.8 [*]

(Significance levels: * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001; 'ns': not statistically significant at P = 0.05)

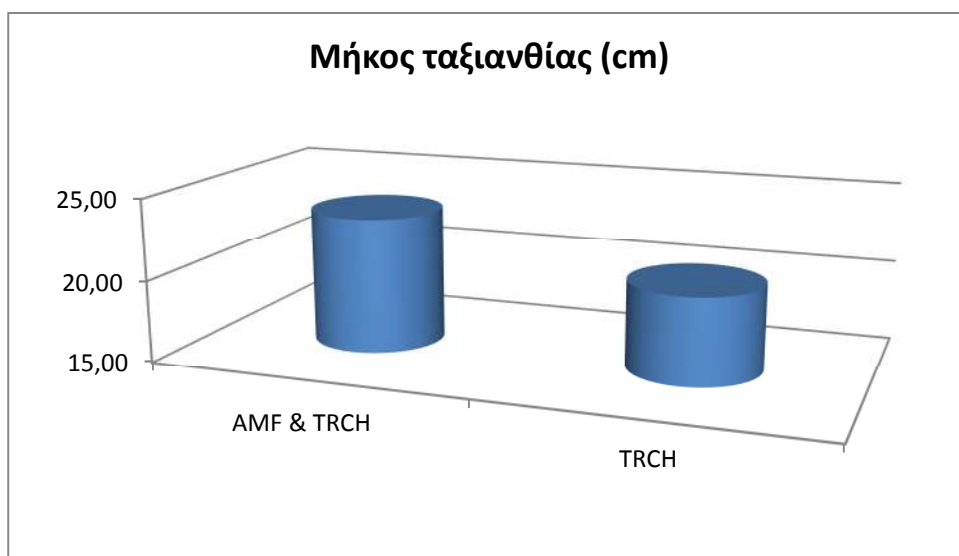
Πίνακας 10. Αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών κάνναβης όπως επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

4.5. Χαρακτηριστικά αποδόσεων

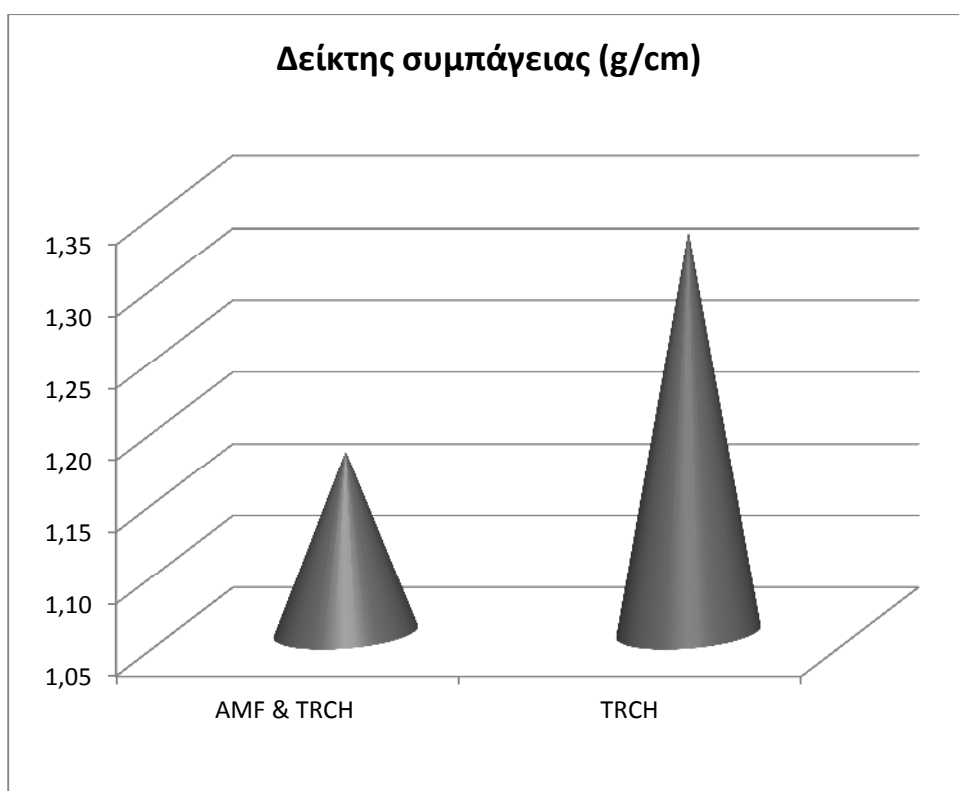
Ο αριθμός των ταξιανθιών που αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικά της απόδοσης, φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από τη χρησιμοποίηση AMF & TRCH. Όσον αφορά το μήκος της ταξιανθίας όπως βλέπουμε στον πίνακα 10 επίσης επηρεάστηκε από την παρουσία των παραπάνω μυκήτων στο έδαφος καθώς παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών. Το χαρακτηριστικό της απόδοσης που δεν εμφάνισε αξιοσημείωτη στατιστική διαφορά με παρουσία AMF & TRCH ήταν το ξηρό βάρος της ταξιανθίας. Τέλος μέσω του τύπου : Ξηρό βάρος ταξιανθίας/ μήκος ταξιανθίας (g/cm) υπολογίστηκε ο δείκτης συμπάγειας. Ο δείκτης συμπάγειας ήταν μεγαλύτερος στα χωρίς AMF φυτά σε σύγκριση με τα φυτά που δέχθηκαν την επέμβαση των μυκήτων. Αυτό δικαιολογείται από το μικρότερο μήκος των ταξιανθιών στα φυτά χωρίς AMF.



Γράφημα 9: Αριθμός ταξιανθιών των φυτών με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH



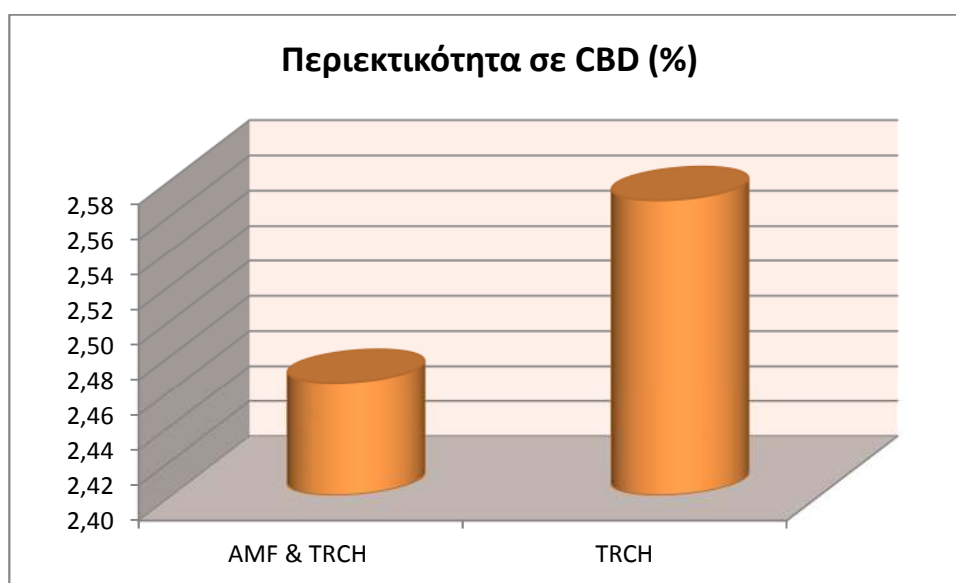
Γράφημα 10 : Μήκος ταξιανθιών (cm) των φυτών με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH



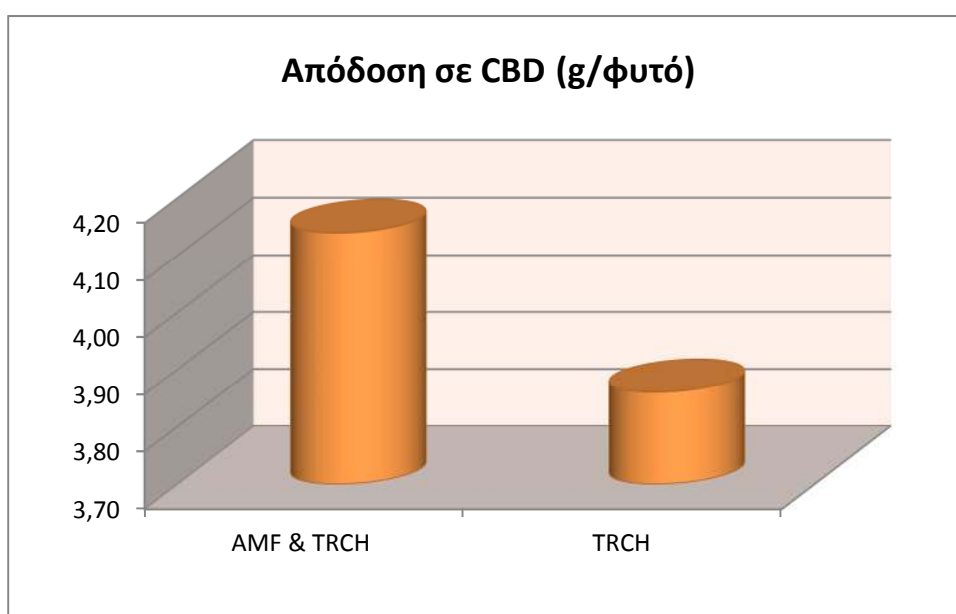
Γράφημα 11 : Συμπάγεια ταξιανθιών (g/cm) των φυτών με εφαρμογή AMF & TRCH και TRCH

4.6. Περιεκτικότητα σε CBD

Η ταυτόχρονη παρουσία AMF & *Trichoderma* δε φάνηκε να επηρεάζει θετικά την περιεκτικότητα των φυτών σε κανναβιδιόλη, όπου είναι και ο τελικός σκοπός των παραγωγών που καλλιεργούν βιομηχανική κάνναβη για το έλαιο του φυτού. Οι τιμές που παρατηρήθηκαν ήταν 2,46% κατά μέσο όρο στα φυτά με AMF & TRCH και 2,56% στα TRCH. Ωστόσο η συνολική απόδοση σε κανναβιδιόλη ανά φυτό είναι μεγαλύτερη στα φυτά που έγινε εφαρμογή AMF & TRICODERMA σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Αυτό γιατί στα φυτά με AMF & TRICH έχουμε μεγαλύτερο αριθμό ταξιανθιών και μεγαλύτερο ξηρό βάρος ανά ταξιανθία, δηλαδή η απόδοση ταξιανθιών ανά φυτό είναι μεγαλύτερη.



Γράφημα 12: Περιεκτικότητα ταξιανθιών σε CBD στα φυτά με εφαρμογή με AMF & TRCH και TRCH



Γράφημα 13: Περιεκτικότητα σε CBD ανά φυτό στα φυτά με εφαρμογή με AMF & TRCH και TRCH

5. Συζήτηση- Συμπεράσματα

Η συνδυασμένη χρήση των *Trichoderma harzianum* και AMF προκάλεσε συνεργιστικό αποτέλεσμα αυξάνοντας την πυκνότητα μάζας ρίζας, το μήκος ταξιανθίας και την απόδοση CBD ανά φυτό. Επίσης, ο αποικισμός AMF και ο όγκος της ρίζας σε AMF & TRCH ήταν μεγαλύτερα από την επεξεργασία με TRCH. Γενικά, το *Trichoderma* ευνοεί την ανάπτυξη ριζών (Harman 2000). Επιπλέον, τα AMF & TRCH αναφέρονται ως αποτελεσματικοί παράγοντες για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος καθώς και για την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών (Szczałba et al., 2019). Οι μυκορριζικοί μύκητες είναι ο άμεσος σύνδεσμος μεταξύ του εδάφους και των φυτικών ριζών (Haselwandter et al., 1994) και ο σχηματισμός μυκορριζικών συσχετίσεων μπορεί συνδυαστικά να βελτιώσει τη διατροφική κατάσταση του φυτού (Turnau, 1998).

Οι Zubek et al. (2012) είπαν ότι στα φαρμακευτικά φυτά η ένταση του αποικισμού AMF κυμαίνεται από 1,27% έως 78,8% όπου η χαμηλότερη τιμή βρέθηκε στο *Cannabis sativa*. Στη μελέτη μας το ποσοστό AMF και στις δύο εφαρμογές ήταν υψηλότερο καθώς η ποικιλία και οι συνθήκες ανάπτυξης μπορεί να είναι οι παράγοντες που συνέβαλαν σε αυτά τα αποτελέσματα. Οι Yaseen et al. (2016) σημείωσαν ότι η *Cannabis sativa* ήταν ένα από τα είδη όπου βρέθηκε υψηλή συγκέντρωση σπόρων AMF στο έδαφος που περιβάλλει τις ρίζες του. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, ο συνδυασμός AMF & TRCH επηρέασε σημαντικά τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης των φυτών όπως ο αριθμός των ταξιανθιών, το ύψος των φυτών και το ξηρό βάρος. Επιπλέον, οι Martínez-Medina et al. (2009), παρατήρησαν ανταγωνιστική επίδραση στο *Trichoderma* από την AMF.

Όσον αφορά την απόδοση ανά φυτό, τα φυτά που υπέστησαν επεξεργασία με AMF & TRCH είχαν υψηλότερες αποδόσεις από αυτά με TRCH. Στη μεταχείριση με AMF & TRCH ο αριθμός των ταξιανθιών, η ξηρά ουσία των ταξιανθιών και η απόδοση ήταν υψηλότερος από την εφαρμογή TRCH. Από την άλλη πλευρά, το περιεχόμενο CBD επηρεάστηκε περισσότερο στη εφαρμογή με *Trichoderma* χωρίς AMF. Παρόμοια αποτελέσματα δείχθηκαν στο δείκτη συμπάγειας των ταξιανθιών.

Εν κατακλείδι, στην παρούσα ερευνητική εργασία, αποδείξαμε ότι η ταυτόχρονη εφαρμογή ενός στελέχους *Trichoderma* biocontrol και AMF παράγει μια σημαντική αύξηση στο ριζικό σύστημα, όπως συνοδεύεται από βελτιωμένη απόδοση φυτού και απόδοση CBD, καθώς και στα άλλα αγρονομικά χαρακτηριστικά όπως το ύψος του φυτού και η ξηρά ουσία. Αντίθετα, ο αποικισμός AMF και ο όγκος της ρίζας μειώθηκαν κατά την εφαρμογή μόνο με TRCH.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΔΙΕΘΝΗΣ

- Abot, A., Bonnafous, C., Touchard, F., Thibault, F., Chocinski-Arnault, L., Lemoine, R., Dédaldéchamp, F., 2013. Effects of cultural conditions on the hemp (*Cannabis sativa*) phloem fibres: biological development and mechanical properties. *J. Compos. Mater.* 47 (8), 1067–1077
- Amaducci, S., Colauzzi, M., Bellocchi, G., Venturi, G., 2008. Modelling post- emergent hemp phenology (*Cannabis sativa* L.): theory and evaluation. *Eur. J. Agron.* 28, p.90–102.
- Amaducci, S., Colauzzi, M., Zatta, A. & Venturi, G. 2008, "Flowering dynamics in monoecious and dioecious hemp genotypes", *Journal of Industrial Hemp*, vol. 13, no. 1, pp. 5-19.
- Amaducci, S., Colauzzi, M., Bellocchi, G., Cosentino, S.L., Pahkala, K., Stomph, T.J., Westerhuis, W., Zatta, A., Venturi, G., 2012. Evaluation of a phenological model for strategic decisions for hemp (*Cannabis sativa* L.) biomass production across European sites. *Ind. Crops Prod.* 37, 100–112.
- Amaducci, S., Colauzzi, M., Bellocchi, G., Venturi, G., 2008. Modelling post- emergent hemp phenology (*Cannabis sativa* L.): theory and evaluation. *Eur. J. Agron.* 28, p.90–102.
- Amaducci, S., D. Scordia, F.H. Liu, S.L. Cosentino., 2014. Key cultivation techniques for hemp in Europe and in China.
- Amaducci, S., Zatta, A., Pelatti, F., Venturi, G., 2008. Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre and implication for an innovative production system. *Field Crops Res.* 107, p.161–169.
- Amaducci, S., Zatta, A., Raffanini, M., Venturi, G., 2008c. Characterisation of hemp (*Cannabis sativa* L.) roots under different growing conditions. *Plant Soil* 313, p.227–235.
- Amaducci, S., Scordia, D., Liu, F.H., Zhang, Q., Guo, H., Testa, G. & Cosentino, S.L. 2015, "Key cultivation techniques for hemp in Europe and China", *Industrial Crops and Products*, vol. 68, pp. 2-16.
- Anderson, 1974. A study of systematic wood anatomy in *Cannabis*. Botanical Museum Leaflets, Harvard University .Vol. 24 (2) : p.29- 36.
- Anonymous, 1972. A report of the commission of inquiry into the non-medical use of drugs, Ministry of National Health and Welfare, Information Canada, Ottawa.
- Aubin, M.-., Seguin, P., Vanasse, A., Tremblay, G.F., Mustafa, A.F. & Charron, J.-. 2015, "Industrial hemp response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization", *Crop, Forage and Turfgrass Management*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10.

Barbieri, P., 1952. La prefioritura del la canapa in Campania nell'annata. Agric. Napo-letana, p.7-9

Bárdi B., 2002. Allelopathic effect of hemp (*Cannabis sativa* L.) growing as a weed Hung. Weed Res. Technol., p. 21-32.

Baxter, J. 2000. Growing Industrial Hemp in Ontario.

Bengtsson, E. (2009). Obtaining high quality textile fibre from industrial hemp through organic cultivation. SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet, LTJ Faculty. Alnarp: SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet

Bilalis D, Katsenios N, Efthimiadou A, Efthimiadis P, Karkanis A (2012). Pulsed electromagnetic fields effect in oregano rooting and vegetative propagation: A potential new organic method. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science, 62(1): 94-99. doi:10.1080/09064710.2011.570374

Bloomquist, E.R. 1971. Marijuana the second trip (Revised Edn), Glencoe Press, Collier-Macmillan Canada Ltd, p. 1-11.

Bócsa I. and M. Karus, 1997. Der Hanfanbau - Botanik, Sorten, Anbau und Ernte. [Hemp cultivation - botany, varieties and harvest.] C.F. Müller, Heidelberg, Germany

Bruna, T., 1955. Practical notes for demonstrative purposes. In: Modern Hemp Cultivation, CNPC, Arti Grafiche Calderini – IX 1955, Bologna, Italy, p.151- 198.

Carus, M., Sarmiento. L. 2016. The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers. European Industrial Hemp Association (EIHA).

Ceapoiu N., 1958. Cînepa - Studiu monografic. [Hemp - monographic study.] Ed. Acad. R.P.R. Bucuresti, Romany. [Translation I. Bócsa.]

Chandra S, Lata H. & ElSohly M. A. “Cannabis sativa L. - Botany and Biotechnology” Springer International Publishing AG 2017.

Chang Y-C, Chang-C, Baker R, Kleifeld O, Chet I (1986). Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant Disease Journal, 70:145-148.

Cherniak, L. 1982. The Great Books of Cannabis vol. I, Book II. Damele Publishing, Oakland, CA.

Chet I, Baker R (1981). Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* from soil naturally suppressive of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology, 71:286-290.

Clarke, R. C. (1981), Marijuana Botany, And/Or Press, Berke- reflectance. Remote Sens. Environ. 22:309-322. ley, CA.

Clarke R. C & Merlin M. D. 2013, “Cannabis: Evolution And Ethnobotany” Plant ecology

and evolution 147(1):149-149

Clark R. B., Zeto S. K., 2000. Mineral Acquisition by Arbuscular Mycorrhizal Plants. Journal of Plant Nutrition 23(7): 867-902.

Clarkson, N.M., Russell, J.S., 1976. Effect of water stress on the phasic development of annual Medicago species. Aust. J. Agric. Res. 27 (2), 227–234.

Cosentino, S.L., Testa, G., Scordia, D., Copani, V., 2012. Sowing time and prediction offlowering of different hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes in southern Europe. Ind. Crops Prod. 37 (1), p.20–33.

Crime, United Nations Office on Drugs and (2009). Recommended Methods for the Identification and Analysis of Cannabis and Cannabis Products: Manual for Use by National Drug Testing Laboratories. United Nations Publications. p. 12. ISBN 978-92-1-148242-3.

Dempsey, J.M., 1975. Hemp. In: Fibre Crops. University of Florida Press, Gainesville, FL, p. 46–89.

Desanlis, F., Cerruti, N., Warner, P., 2013. Hemp agronomics and cultivation. In: Bouloc, P. (Ed.), Hemp Industrial Production and Uses. CABI, Wallingford, UK, pp. P.98–124.

Dewey, L. H. 1914. "Hemp." in U.S.D.A. Yearbook 1913, United States Department of Agriculture, Washington D.C.: 283-347.

Di Bari, V., Campi, P., Colucci, R., Mastorilli, M., 2004. Potential productivity of fibrehemp in southern Europe. Euphytica 140, p.25–32.

Emboden, W.A. 1974. *Cannabis*, a polytypic genus . Economic Botany Vol. 28: p.304-310.

Emboden W.A. 1981. The genus *Cannabis* and the correct use of taxonomic categories. J. Psychoactive Drugs 13: p.15–21.

Fang, Y., 2010. Research on technology of hemp cultivation. Heilongjiang Agric. Sci.6, p.38–39.

FAO, 2017. FAO Publications Catalogue 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy

Faux, A.-M., Draye, X., Lambert, R., d'Andrimont, R., Raulier, P., Bertin, P., 2013. The relationship of stem and seed yields to flowering phenology and sex expression in monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.). Eur. J. Agron. 47, p.11–22.

Finnan, J. & Burke, B. 2013, "Nitrogen fertilization to optimize the greenhouse gas balance of hemp crops grown for biomass", GCB Bioenergy, vol. 5, no. 6, pp. 701-712.

Fleming, M. P. and Clarke, R. C. 1998. Physical evidence for the antiquity of *Cannabis sativa* L. J. Int. Hemp Assoc. 5(2):80–93.

Forrest, C. & Young, J.P. 2006, "The effects of organic and inorganic nitrogen fertilizer on the morphology and anatomy of *Cannabis sativa* "Fédrina" (industrial fibre hemp) grown in Northern British Columbia, Canada", *Journal of Industrial Hemp*, vol. 11, no.2, pp. 3-24.

Fruja I. Hemp Status Report. The 1995 Bioresource Hemp Symposium: An Overview. March 2-5, Frankfurt.

Giovannetti M, Mosse B (1980) An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol* 84:489-500.

Gorchs, G., Lloveras, J., Serrano, L. & Cela, S. 2017, "Hemp yields and its rotation effects on wheat under rainfed mediterranean conditions", *Agronomy Journal*, vol. 109, no. 4, pp. 1551-1560.

Grabowska, L., Koziara, W., 2005. The effect of nitrogen dose, sowing density and time of harvest on development and yields of hemp cultivar Bialobrezskie. *J.Nat. Fibres* 2 (4), p.1–17.

Guo, H.Y., Yang, M., Xu, Y.P., Guo, M.B., Zhang, Q.Y., Chen, X., Wang, H.H., Wu, J.X., 2013. Cultivation Techniques for Hemp in Dryland. The Nationalities Publishing House of Yunnan, Kunming, p.1–98.

Guo, L., Wang, D.K., Wang, M.Z., Ren, C.M., Li, Y.F., Xie, X., Zheng, W., 2010. Adaptation analysis on different hemp varieties in drought and saline area. *Plant Fibre Sci.China* 32 (4), p.202–205.

Haney, A. and Bazzaz, F. A. 1970. Some ecological implications of the distribution of hemp (*Cannabis sativa* L.) in the United States of America. Pages 39–48 in C. R. B. Joyce and S. H. Curry, eds. *The botany and chemistry of Cannabis*. J. & A. Churchill, London, UK.

Haney A. and Kutscheid, B. B. 1975. "An ecological study of naturalised hemp (*Cannabis sativa* L.)" Nitrogen containing compounds , "Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis medicae, 73:241-244.

Harman GE (2000). Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease Journal*, 84:377-393. doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.4.377

Hartsel JA, Eades J, Hickory B, Makriyannis A., (2016). "*Cannabis sativa* and Hemp", *Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity*, pp. 735-754.

Haselwandter K, Leyval C, Sanders FE (1994). Impact of arbuscular mycorrhizal fungi on plant uptake of heavy metals and radionuclides from soil. In *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on sustainable agriculture and natural ecosystems*, eds. S. Gianinazzi and H. Schüepp, 179–89. Basel: Birkhäuser Basel. doi:10.1007/978-3-0348-8504-1_14

Hazekamp, A., Fishedick, J.T., Llano Diez, M., Lubbe, A., Ruhaak, R.L., 2010. Chemistry of Cannabis. In: Mander, L., Lui, H.-W. (Eds.), *Comprehensive Natural Products II Chemistry and Biology*, vol. 3. Elsevier, Oxford, p. 1033– 1084.

Heuser O. 1927. Hanf and Hartfaser. Berlin, Germany: Julius Springer Verlag. p.156.

Hillig and Mahlberg, 2004, A chemotaxonomic analysis of cannabinoid variation in Cannabis(Cannabaceae).

Höppner, F., Menge-Hartmann, U., 1995. Cultivation experiments with two fibrehemp varieties. J. Int. Hemp Assoc. 2, p.18–22.

Hu, X.L., Guo, H.Y., Liu, X.Y., Hu, G.H., Xu, Y.P., Guo, M.B., Yang, M., 2012. Study on adaptability of Yunnan industrial hemp varieties in Daxinganling region in Hei-longjiang province, Southwest China. J. Agric. Sci. 25 (3), p.838–841.

Iványi, I. & Izsáki, Z. 2009, "Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on nutritional status of fiber hemp", Communications in Soil Science and Plant Analysis, vol. 40, no. 1-6, pp. 974-986.

Iványi, I., Izsáki, Z., 1996. A tápanyagellátás hatása a rostkender (*Cannabis sativa* L.) tápelemfelvételére a tenyészido folyamán (Effect of nutrient supply on nutrient uptake of fibre hemp during the growing season). Növénytermelés 45 (2), 181–193.

Ivonyi, I., Izsoki, Z., van der Werf, H.M.G., 1997. Influence of nitrogen supply and P and K levels of the soil on dry matter and nutrient accumulation of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). J. Int. Hemp Assoc. 4 (1), 82–87.

Jakobey, I., 1965. Kísérletek finomrostú kender előállítására (Experiments to produce hemp with fine fibre). Növénytermelés 14 (1), p.45–54.

Johnson, E.N. and Holm, F.A., 2009. "Pre-emergence mechanical weed control in field pea (*Pisum sativum* L.)" Agriculture and Agri-Food Canada. p.133-138.

Jaranowska, B., 1966. Influence de la densite de semis et de l'ecartement de lignes du chanvre monoique sur le rendement et la qualite de recolte. Fibra 11 (1), p.31.

Jonaitiene, V., Z. Jankauskiene and I. Stuoge. 2016. Hemp cultivation opportunities and perspectives in Lithuania. R. Figueiro and S. Rana (eds.), Natural Fibres: Advances in Science and Technology Towards Industrial Applications.

Kamat, J., Roy, D.N., Goel, K., 2002. Effect of harvesting age on the chemical properties of hemp plants. J. Wood Chem. Technol. 22, p.285–293.

Keller, A., Leupin, M., Mediavilla, V., Wintermantel, E., 2001. Influence of the growthstage of industrial hemp on chemical and physical properties of the fibres. Ind.Crops Prod. 13, p.35–48.

Kokko EG, Volkmar KM, Gowen BE, Entz T (1993). Determination of total root surface area in soil core samples by image analysis. Soil & Tillage Research, 26: 33-43 doi:[10.1016 / 0167-1987 \(93\) 90084-3](https://doi.org/10.1016/0167-1987(93)90084-3)

Kreuger, E., Prade, T., Escobar, F., Svensson, S.E., Englund, J.E., Björnsson, L., 2011. Anaerobic digestion of industrial hemp – effect of harvest time on methane energy yield per hectare. Biomass Bioenerg. 35 (2), p.893–900.

Li H-L (1974) The origin and use of cannabis in eastern Asia: linguistic-cultural implications. *Econ Bot* 28:293–301

Lindsey DL, Baker R (1967). Effect of certain fungi on dwarf tomatoes grown under gnotobiotic conditions. *Phytopathology*, 57:1262- 1263.

Lisson, S.N., Mendham, N.J., Carberry, P.S., 2000. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. 1. General introduction and the effect of temperature on the pre-emergent development of hemp. *Aust. J. Exp. Agric.* 40, p.405–411.

Lisson, S.N., Mendham, N.J., Carberry, P.S., 2000b. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. 2. The flowering response of two hemp cultivars to photoperiod. *Aust. J. Exp. Agric.* 40, 413–417.

Liu, M., Bai, H.L., Cai, H.L., Bai, L.Y., Zhou, X.M., 2010. Efficiency of herbicides in the hemp fields. *Weed Sci.* 3, p.46–48.

Lu, Y., Luo, N.S., Xiang, Z.L., 1963. Study of feasible sowing time for Luan hemp, Anhui Province, China. *J. Anhui Agric. Sci.* 06, p.51.

Mahalakshmi, V., Bideinger, 2008. Flowering response of pearl millet to water stress during panicle development. *Ann. Appl. Biol.* 106 (3), 571–578.

Mamolos, A.P. , Kalburtji, K.L., 2001. Significance of allelopathy in crop rotation *J. Crop Prod.*, p. 197-218.

Marschner, H. & Dell, B., 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and soil*, 159 (1), pp.89–102.

Martínez-Medina A, Pascual JA, Lloret E, Roldán A (2009). Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* and their effects on Fusarium wilt in melon plants grown in seedling nurseries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(11), 1843–1850. doi:10.1002/jsfa.3660

Martinov, M., Markovic, D., Tesic, M., Grozdanic, N., 1996. Hemp harvesting mechanization. *Agric. Eng.* 2 (1-2), p.21–36.

McPartland J. M., Clarke R. C. & Watson D. P., “Hemp diseases and pests Management and Biological Control” CABI publishing 2000.

McPartland J. M. 1998. A survey of hemp diseases and pests. Pp 109–131. In: P. Ranalli (ed). *Advances in hemp research*. Food Products Press (of Haworth Press), London.

McPartland JM. *Cannabis* as repellent and pesticide. *Journal of the International Hemp Association*. 1997; 4(2):87-92.

Mechoulam, R. (1986), The Pharmacohistory of *Cannabis sativa*. In Mechoulam, R. (ed.), *Cannabinoids as Therapeutic Agents*, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 1–19.

Mediavilla, V., Jonquera, M., Schmid-Slembrouck, I. and Soldati, A. 1998. Decimal code for

growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.). J. Int. Hemp Assoc. 5: 65, p.68–72.

Michael Karus: European Hemp Industry 2002 Cultivation, Processing and Product Lines. Journal of Industrial Hemp, Volume 9 Issue 2 2004, Taylor & Francis, London". Informaworld.com.

Michal Tzadok et al., 2016, CBD-enriched medical cannabis for intractable pediatric epilepsy: The current Israeli experience

Miyasaka S. C., Habte M. ,2001. Plant Mechanisms and Mycorrhizal Symbioses to Increase Phosphorus Uptake Efficiency. Commun. Soil Sci. Plant anal. 32(7&8): 1101–1147.

Overman R., Allen. (1984). Estimating Crop Growth Rate with Land Treatment. Journal of Environmental Engineering-asce - J ENVIRON ENG-ASCE. 110. 10.1061/(ASCE)0733-9372(1984)110:5(1009).

Pahkala, K., Pahkala, E., Syrjälä, H., 2008. Northern limits to fibre hemp production in Europe. J. Ind. Hemp 13 (2), p.104–116.

Piomelli D, Russo EB (2016) The Cannabis sativa versus Cannabis indica debate: an interview with Ethan Russo, MD. Cannabis Cannabinoid Res 1(1):44–46.

Piotrowski, S. M. Carus. 2011. Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products. Nova institute.

Poiša L. , Adamovičs A., Jankauskiene Z., Gruzdeviene E., 2009, INDUSTRIAL HEMP (CANNABIS SATIVA L.) AS A BIOMASS CROP.

Prade, T., Svensson, S.E., Andersson, A., Mattsson, J.A., 2011. Biomass and energy yield of industrial hemp grown for biogas and solid fuel. Biomass Bioenergy 35, p.3040–3049.

Ranalli, P. (Ed.) 1999. Advances in hemp research. Food Products Press, New York, NY. p.272.

Rehman, M.S.U., Rashid, N., Saif, A., Mahmood, T., Han, J.I., 2013. Potential of bioenergy production from industrial hemp (*Cannabis sativa*): Pakistan perspective. Renew. Sust. Energy Rev. 18, p.154–164.

Rodriguez TS, Nieves JS, Gutiérrez EM, Cortés FS. (2006). Arbuscular Mycorrhizae-*Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) Interaction and Effects on *Brachiaria decumbens* (Poaceae)'s Growth. Acta Biológica Colombiana, Vol. 11 No. 1: 43 - 54

Russo B. Ethan, 2007. History of Cannabis and Its Preparations in Saga, Science, and Sobriquet, p.1614-1616 William T. Stearn, 1974, TYPIIFICATION OF CANNABIS SATIVA L., 325-327

Ryder M.L., the agabra-sanders, 1987, a microscopic study of remains of textiles made from plant fibres, Oxford Journal of Archaeology, Volume 6 Issue 1.

Sankari, H., 2000. Comparison of bast fibre yield and mechanical fibre properties of hemp

(*Cannabis sativa* L.) cultivars. Ind. Crops Prod. 11, p.73–84.

Schultes, R. E., W. M. Klein, T. Plowman, and T. E. Lockwood. 1974. Cannabis: an example of taxonomic neglect. Botanical Museum Leaflets Harvard University 23: 337–367

Schultes, R.E. and Hoffman, A. 1980. The botany and chemistry of hallucinogens, Charles C.Thomas, Springfield, Illinois, USA, p. 82–116.

Sengbusch RV (1952) Ein weiterer beitrage zur vererbung des geschlechts bei hanf als grundlage für die züchtung eines monözischen hanfes. Z Pflanzenzüchtung 31:319–338

Small E. Evolution and classification of Cannabis sativa (Marijuana, Hemp) in relation to human utilization. Bot Rev. 2015;81:189–294.

Small E, Brookes B (2012) Temperature and moisture content for storage maintenance of germination capacity of seeds of industrial hemp, marijuana, and ditchweed forms of Cannabis sativa. J Nat Fibers 9(4):240–255.

Starcevic, L., 1996. Production technology of fibre hemp. Agric. Eng. 2 (1–2), p.10–20.

Stupnicka-Rodzynekiewicz E., 1970. Phenomena of allelopathy between some crop plants and weeds Acta Agrar. Silvestria Ser. Agrar., p. 75-105.

Szczałba M, Kopta T, Gastoł M, Sezkara A (2019). Comprehensive insight into arbuscular mycorrhizal fungi, *Trichoderma* spp. and plant multilevel interactions with emphasis on biostimulation of horticultural crops. Journal of Applied Microbiology, 127:630-647. doi: [10.1111/jam.14247](https://doi.org/10.1111/jam.14247)

Talbot, Geoff (2015). Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition: Properties, Processing and Applications. Elsevier Science. p. 39. ISBN 978-1-78242-397-3.

Tang, K., Struik, P.C., Yin, X., Thouminot, C., Bjelková, M., Stramkale, V. & Amaducci, S. 2016, "Comparing hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for dual-purpose production under contrasting environments", Industrial Crops and Products, vol. 87, pp. 33-44.

Turnau K (1998). Heavy metal content and localization in mycorrhizal euphorbia cyparissias from zinc wastes in southern Poland. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 67 (1):105–13. doi:10.5586/asbp.1998.014.

Van der Werf HMG, Wijnhuizen M, de Schutter JAA (1995) Plant density and self- thinning yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Field Crop Res 40:153– 164.

Van der Werf, H., Brouwer, K., Wijnhuizen, H., Withagen, J.C.M., 1995a. The effect of temperature on leaf appearance and canopy establishment in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Ann. Appl. Biol. 126, 551–561.

Van der Werf, H.M.G., van Geel, W.C.A., van Gils, L.J.C., Haverkort, A.J., 1995c. Nitrogen fertilization and row width affect self-thinning and productivity of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Field Crops Res. 42, p.27–37.

- Van der Werf, H.M.G., Wijnhuizen, M., de Schutter, J.A.A., 1995b. Plant density and self-thinning affect yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *FieldCrops Res.* 40, 153–164.
- Vavilov N. I. 1931, The linnean species as a system. 5th international botanical congress. Report the proceedings, Cambridge, p.p 213-216.
- Venturi, G., 1967. Results from six years of hemp experiments. *Riv. di Agron.* 13, p.137–150.
- Venturi, G., Amaducci, M.T., 1999. Canapa (*Cannabis sativa* L.). In: Venturi, G., Amaducci, M.T (Eds.), *Le colture da fibra*. Collana PRisCA, Edagricole, p.33– 55.
- Vera, C.L., S.S. Malhi, J.P. Raney, and Z.H. Wang. 2004. The effect of N and P fertilization on growth, seed yield and quality of industrial hemp in the Parkland region of Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.* 84:939–947
- Weindling R, Fawcett HS (1936). Experiments in the control of *Rhizoctonia* damping-off of citrus seedlings. *Hilgardia*, 10(1):1-16. doi:10.3733/hilg.v10n01p001.
- Westerhuis, W., Amaducci, S., Struik, P.C., Zatta, A., van Dam, J.E.G., Stomph, T.J., 2009. Sowing density and harvest time affect fibre content in hemp (*Cannabis sativa*) through their effects on stem weight. *Ann. Appl. Biol.* 155 (2), p.225–244.
- William A. Emboden, 2012, The Genus Cannabis and the Correct Use of Taxonomic Categories, 15-21
- Willis R.J., 2007. The history of allelopathy. Springer, Dordrecht, London.
- Winstock R. Adam, 2013, Synthetic cannabis: A comparison of patterns of use and effect profile with natural cannabis in a large global sample, 106-111
- Xiaozhai Lu and Robert C. Clarke, The cultivation and use of hemp (*Cannabis sativa* L.) in ancient China, *Journal of the International Hemp Association*, ii (1995), pp. 26–31.
- Yao, Q.J., Xiong, Y.N., Peng, F., He, S.L., Xia, B., 2007. Growth and developmental character of different ecotypic hemp varieties naturalized in Nanjing. *Plant FibreSci. China* 29 (5), p.270–275.
- Yaseen T, Khan Y, Rahim F, Wali S, Ahmad I, Begum AH, Ghani SS (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi spores diversity and AMF infection in medicinal plants of district charsadda khyber pakhtunkhwa. *Pure and Applied Biology*, 4 (4):1176–82. doi:10.19045/bspab.2016.50141
- Zubek S, Błaszczowski J, Buchwald W (2012). Fungal root endophyte associations of medicinal plants. *Nova Hedwigia*, 94 (3–4):525–40. doi:10.1127/0029-5035/2012/0024.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αγγελής, Γ. Μικροβιολογία και Μικροβιακή Τεχνολογία, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2007.

Γαλανοπούλου Σενδούκα Στέλλα, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΦΥΤΑ ΒΑΜΒΑΚΙ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΚΛΩΣΤΙΚΑ ΕΛΑΙΟΔΟΤΙΚΑ - ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ - ΚΑΠΝΟΣ, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2002.

Παπακώστα - Τασοπούλου Δ., “Βιομηχανικά Φυτά” Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία Β’ έκδοση, Θεσσαλονίκη 2013.

Παπαδόπουλος Δ., 1959. Η Κάνναβις, Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα

Τσαλίκη Ε., Καλύβας Α., Μαλούπα Ε., 2016. Οδηγός Καλλιέργειας Κλωστικής Κάνναβης στην Ελλάδα, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ, Θεσσαλονίκη.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf504.html>

www.talkingdrugs.org

www.gov.mb.ca/agriculture/crops/production/hemp-production.html

<http://www.hempuniversity.com/hemp-university/growing-hemp/>

<http://www.omafr.gov.on.ca/english/crops/facts/00-067.htm#varieties>

<https://www.royalqueenseeds.com/blog-how-to-keep-caterpillars-off-your-cannabis-plants-n203>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza>

<http://mycorrhizas.info/vam.html>

www.ihempfarms.com