



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ
ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ»

**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΕΛΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΚΑΝΝΑΒΗΣ (CANNABIS SATIVA L.)»**

ΒΑΡΒΑΡΑ ΚΟΥΝΕΛΗ



Επιβλέπων : **Μπιλάλης Δημήτριος**, Καθηγητής Γεωργίας-Βιολογικής Γεωργίας,
Επίτιμος διδάκτορας USAMVCluj-Naroca και στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α

Αθήνα 2019

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ ΣΤΗΝ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΝΝΑΒΗΣ
(CANNABIS SATIVA L.)»

«Evaluation of the impact of a soil-based cover fabric on the growth and
yield of industrial cannabis (*Cannabis sativa L.*) »

ΒΑΡΒΑΡΑ ΚΟΥΝΕΛΗ

Επιβλέπων: **ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΙΛΑΛΗΣ**, Καθηγητής Γεωργίας-Βιολογικής
Γεωργίας, Επίτιμος διδάκτορας USAMVCluj-Napoca και στο Εργαστήριο Γεωργίας
του Γ.Π.Α

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

ΔΗΜΗΣΡΙΟΣ ΜΠΙΛΑΛΗΣ, Καθηγητής Γεωργίας-Βιολογικής Γεωργίας, Επίτιμος
διδάκτορας USAMVCluj-Napoca και στο Εργαστήριο
Γεωργίας του Γ.Π.Α

ΠΑΠΑΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γεωργίας

ΤΡΑΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ , Επίκουρος καθηγητής Γεωργίας-Ζιζανιολογίας στο
Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α

ΑΘΗΝΑ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες

Περίληψη

1.Εισαγωγή.....	11
1.1. Ιστορική αναδρομή.....	11
1.2. Ιστορία της κάνναβης στην Ελλάδα.....	13
1.3. Χρήσεις κλωστικής κάνναβης.....	14
1.4. Συστηματική ταξινόμηση.....	18
1.5 Παραγωγή και Οικονομία κλωστικής κάνναβης στην Ελλάδα & Ευρώπη..	20
1.6. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	23
1.7. Βιολογικός κύκλος.....	32
1.8. Ποικιλίες.....	33
1.9.Οικολογικές απαιτήσεις.....	35
1.9.1. Κλίμα.....	36
1.9.2. Έδαφος.....	36
1.10. Καλλιεργητικές τεχνικές.....	37
1.10.1. Αμειψισπορά.....	37
1.10.2. Προετοιμασία αγρού για σπορά.....	37

1.10.3. Σπορά.....	37
1.10.4. Καταπολέμηση ζιζανίων.....	38
1.10.5. Συγκομιδή.....	38
1.10.6. Λίπανση.....	39
1.10.6.1. Άζωτο.....	39
1.10.6.2. Κάλιο.....	40
1.10.6.3. Φώσφορο.....	40
1.10.6.4. Λοιπά θρεπτικά στοιχεία.....	41
1.11. Εχθροί και ασθένειες.....	41
1.11.1 Εχθροί.....	41
1.11.2. Ασθένειες.....	42
1.11.3. Ζιζάνια	42
1.12. Βιολογική γεωργία στη κάνναβη.....	42
1.13. Καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης σε θερμοκήπιο.....	44
2.ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	46
3.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	47
3.1. Περιοχή εγκατάστασης του πειράματος.....	47
3.2. Φυτικό υλικό.....	47
3.3. Πειραματικό σχέδιο.....	48
3.4. Καλλιεργητικές πρακτικές.....	49
3.5. Προσδιορισμοί- Μετρήσεις.....	52
3.5.1. PAR: Φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία & Παρεμπόδιση.....	52
3.5.2. Θερμοκρασία φυλλώματος.....	55

3.5.3. Ύψος φυτού.....	55
3.5.4. Ειδική φυλλική επιφάνεια (Specific Leaf Area - SLA) και Ειδικό Βάρος Φυλλώματος (Specific Leaf Weight- SLW)	56
3.5.5. Φρέσκο Βάρος gr/ φυτό (χωρίς ταξιανθία)	57
3.5.6. Ξηρό Βάρος gr/ φυτό (χωρίς ταξιανθία)	57
3.5.7. Δείκτης ρυθμού ανάπτυξης.....	58
3.5.8. Ριζικό σύστημα κάναβης	59
3.5.9. Χαρακτηριστικά των αποδόσεων	59
3.5.10. Περιεκτικότητα σε CBD.....	59
3.5.11. Στατιστική ανάλυση.....	60
4.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
4.1. Φωτισμός στη βάση της φυτείας εκφρασμένη σε ποσοστό % επί της υπέργειας.....	60
4.2. Θερμοκρασία φυλλώματος.....	62
4.3. Ύψος φυτού.....	63
4.4. Ειδική φυλλική επιφάνεια (Specific Leaf Area - SLA) και Ειδικό Βάρος Φυλλώματος (Specific Leaf Weight- SLW)	64
4.5. Φρέσκο Βάρος gr /φυτό (χωρίς ταξιανθία)	66
4.6. Ξηρό Βάρος gr /φυτό (χωρίς ταξιανθία)	67
4.7. Ρυθμός Ανάπτυξης της Καλλιέργειας (gr/μέρα)	68
4.8. Ριζικό σύστημα	69
4.9. Χαρακτηριστικά αποδόσεων	73
4.10. Περιεκτικότητα σε CBD.....	74
5.ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	75
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	81

Ευχαριστίες

Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της μεταπτυχιακής μου μελέτης, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου, στους ανθρώπους που στήριξαν την προσπάθειά μου αυτήν.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Δημήτρη Μπιλάλη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Ακούραστος, με συμβούλευε, με καθοδηγούσε και έδινε λύσεις σε όποιο πρόβλημα προέκυπτε. Χωρίς την συμβολή του η ολοκλήρωση της μελέτης αυτής θα ήταν αδύνατη.

Στη συνέχεια θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή Ηλία Τραυλό και την αναπληρώτρια καθηγήτρια Παναγιώτα Παπαστυλιανού για το ενδιαφέρον που έδειξαν, τις πολύτιμες συμβουλές τους καθώς και για την ωφέλιμη συνεργασία μας.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω επίσης, στους υποψήφιους διδάκτορες Ρούσση Ιωάννη, Φωλίνα Αντιγολένα και ιδιαίτερα την συμφοιτήτριά μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Στέλλα Καρυδογιάννη για την γόνιμη και αρμονική συνεργασία μας.

Θα ήταν μεγάλη παράληψη να μην ευχαριστήσω και τους γονείς μου Γιώργο και Νατάσα, καθώς και τον αδερφό μου Γιώργο που με στηρίζουν υλικά και ηθικά σε κάθε μου βήμα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύντροφό μου Γιάννη, για την κατανόηση, την ανοχή και την αγάπη του η οποία με βοηθάει να πραγματοποιώ τα όνειρά μου.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης υπήρξε η αξιολόγηση της επίδρασης ενός υφάσματος εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης στην ανάπτυξη και στην απόδοση βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis sativa L.*). Σε πειραματικό αγρό της γεωργίας πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης εντός θερμοκηπίου από τα μέσα Φεβρουαρίου έως τέλη Μαΐου. Ξεκίνησε με την ανάπτυξη των σποροφύτων σε -σε float system- και στο κατάλληλο στάδιο έγινε μεταφύτευση σε γλάστρες 16 λίτρων με χώμα και φυτόχωμα για παραγωγή κανναβιδιόλης (CBD).

Για την εξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων ο χώρος χωρίστηκε σε τέσσερα μέρη, δυο ήταν καλυμμένα με το υλικό εδαφοκάλυψης και δυο ακάλυπτα.

Για την επιτυχή αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της αντανακλαστικής ιδιότητας του υλικού όπου ήταν και ο σκοπός της έρευνας, μετρήθηκαν κάποιοι παράμετροι. Αξιολογήθηκαν το PAR (φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία), η θερμοκρασία φυλλώματος, τα χαρακτηριστικά φυλλώματος (όπως SLA, specific leaf area; SLW specific leaf weight; chlorophyll a & b), το ύψος και πορεία ανάπτυξης των φυτών ανά μεταχείριση, το Νωπό Βάρος Φυτού, το Ξηρό Βάρος φυτού, τα χαρακτηριστικά ριζικού συστήματος, κάποια στοιχεία απόδοσης (αριθμός ταξιανθιών, μέσο μήκος, βάρος ταξιανθία) και τα κρίσιμα σημεία των παραπάνω παραμέτρων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν θετικά στοιχεία ως προς την αποτελεσματικότητα της αντανακλαστικής ιδιότητας του υλικού, καθώς παρατηρήθηκε μεγαλύτερο PAR στα καλυμμένα τεμάχια λόγω της αντανάκλασης του υλικού και οι διαφορές είναι πιο έντονες κατά την πορεία της καλλιέργειας και την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας των φυτών.

Όσο αναφορά τη θερμοκρασία ήταν μεγαλύτερη στα τεμάχια με κάλυψη σε σχέση με τα ακάλυπτα, ιδιαίτερος επιθυμητό τους μήνες Οκτώβριο έως Απρίλιο, όμως πάνω από τους 35 oC, τότε η κάλυψη λειτουργεί αρνητικά. Με την παρουσία υφάσματος παρατηρήθηκαν υψηλότερα φυτά έως και 20 cm. Επηρέασε και την επιφάνεια των φύλλων, αυξήθηκε κατά 15% περίπου, παρήγαγαν λεπτότερα και μεγαλύτερης επιφάνειας φύλλα. Σημειώθηκε επίσης αύξηση στο νωπό βάρος 18%, υπέρ των τεμαχίων της κάλυψης μέχρι την 60 DAS, καθώς και στο ξηρό βάρος με τελική

ποσοστιαία διαφορά είναι 15,12%. Παρατηρήθηκε ότι η κάλυψη έδωσε τους υψηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με το ακάλυπτο. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος ήταν μεγαλύτερη στις γλάστρες με την εδαφοκάλυψη. Τέλος όσο αναφορά τα χαρακτηριστικά απόδοσης, ο αριθμός ταξιανθιών δεν επηρεάστηκε

Λέξεις κλειδιά: *Cannabis sativa L*, υλικό εδαφοκάλυψης, αντανακλαστική ιδιότητα, PAR

«Evaluation of the impact of a soil-based cover fabric on the growth and yield of industrial cannabis (*Cannabis sativa L.*) »

Summary

The purpose of this postgraduate study was to evaluate the impact of a soil-based flame retardant cover fabric, on the growth and yield of industrial cannabis (*Cannabis sativa L.*). In an experimental field of Agriculture laboratory, industrial cannabis was cultivated in a greenhouse from mid- February to the end of May. It started with seedling growth in a- float system- and at the appropriate stage was transplanted into 16- liter pots with soil and humus for cannabidiol (CBD) production.

In order to find the right results, the experiment was divided into four parts, two covered with soil cover material and two uncovered. In order to evaluate successfully the efficacy of the reflective property of the material –which was the purpose of the experiment-some parameters were measured. PAR (Photosynthetically active Radiation), foliage temperature , foliar characteristic (such as SLA, specific leaf area; SLW, specific leaf weight; chlorophyll a & b), plant height, crop growth rate, fresh & dry weight, root system characteristics, some yield components (inflorescences number, average length, inflorescence weight) and critical points of the above parameters.

The results showed positive evidence for the reflective property of the material efficiency, as higher PAR was observed in the covered parts due to the reflection of the material and the differences were more noticeable towards of cultivation and during the increase of plant leaf area.

Regarding the temperature was higher in the cover parts than in the uncovered, particularly desirable during the months of October to April, but when it's above 35⁰C, the cover works negatively. With the presence of cover material, higher plants up to 20cm were observed. Leaf surface area also affected, with an increase about 15%, produced thinner and larger leaf surfaces.

There was also an increase in fresh weight of 18% in favor of cover parts up to 60 DAS, and dry weight with a final percentage difference of 15,12%.Crop growth rate was higher in cover parts and root system frowth was greater in parts with soil cover.

Finally, as far as performance characteristics , the number of inflorescences was not affected.

Keywords: Cannabis sativa L., soil cover material, reflective property, PAR.

1.Εισαγωγή

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η *Cannabis sativa* L. είναι από τα παλαιότερα ετήσια καλλιεργούμενα φυτά από τον άνθρωπο (Ethan B. Russo, 2007). 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). Στην Ελλάδα καλλιεργήθηκε εκτεταμένα για πολλούς αιώνες, όπως είναι προφανές τόσο από τα ιστορικά όσο και από παλινολογικά στοιχεία, κυρίως για τις σκληρές ίνες. Τουλάχιστον 10.000 χρόνια πριν εκτιμάται η εμφάνιση της καλλιέργειας κλωστικής κάνναβης (Schultes et al, 1974), χωρίς να είναι απολυτά γνωστή η γεωγραφική προέλευσή της αν και τοποθετείται στη ευρύτερη περιοχή της Κεντρικής Ασίας, και Βορειοδυτικής Ινδίας. 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. Εξαπλώθηκε στα βαλκανικά κράτη και η διάδοσή της αποδίδεται στους νομάδες και ακολουθεί περίπου τις ίδιες διαδρομές με αυτές του «Δρόμου του Μεταξιού» που με μεταφορική έννοια θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν «Δρόμοι της Κάνναβης». Η κάνναβη φαίνεται να κινείται παράλληλα με τον άνθρωπο σε όλες τις γεωγραφικές περιοχές που μπορούσε να καλλιεργηθεί δεδομένου των ιδιαιτεροτήτων της (Vavilon). Κάποιες έρευνες υποστηρίζουν από αρχαιολογικά ευρήματα ότι από τον 28ο π.Χ. αιώνα χρησιμοποιούνταν στην Κίνα για την κατασκευή υφασμάτων και ότι η Βόρεια Κίνα αποτέλεσε κέντρο εξημέρωσης του φυτού κατά τη Νεολιθική εποχή (Li, 1973). Το 1.400 π.Χ. την χρησιμοποιούσαν στην Περσία ως φάρμακο καθώς και από την αρχαιότητα μέχρι το τέλος του 18ου αιώνα η κάνναβη καλλιεργείτο σε μεγάλη σχετική έκταση στην Ευρώπη, γιατί αποτελούσε τη μοναδική ύλη για την κατασκευή σχοινιών. 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. Το πρόβλημα πάντα ήταν η δυνατότητα καλλιέργειας της καννάβεως για παραγωγή ινών χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος παραλαβής και ρητινών,

από τις οποίες παράγεται η ναρκωτική ουσία «χασίς», που στη γλώσσα των φακίρηδων σημαίνει «ξηρό χόρτο». Και τούτο γιατί τα φυτά της καννάβευς είναι από τη φύση τους δίοικα, δηλαδή άλλα είναι τα αρσενικά άτομα και άλλα τα θηλυκά, με τη δυνατότητα παραγωγής ρητινών να την έχουν μόνο τα θηλυκά φυτά, τα οποία εκκρίνουν τις ρητίνες από αδενώδεις τρίχες που βρίσκονται μόνο στα βράκτεια φύλλα και στους κολεούς της θηλυκής ταξιανθίας • Ο σχηματισμός και η έκκριση ρητίνης αρχίζει μετά την άνθηση του θηλυκού φυτού και μεγιστοποιείται λίγο πριν την ωρίμανση του σπόρου. Σήμερα, χάρις στην γενετική βελτίωση έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες καννάβευς με φυτά μόνουκα-δίκλινα, με μηδαμινή δυνατότητα παραγωγής ρητινών και περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη μικρότερη του 0,2%, όπως απαιτούν οι σχετικοί Κοινοτικοί Κανονισμοί, για να μπορεί να καλλιεργηθεί η κάνναβις για την παραγωγή ινών, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος και ο φόβος παραγωγής ρητινών • Οι ποικιλίες αυτές είναι γραμμένες στον κοινοτικό κατάλογο ποικιλιών και από αυτές είναι υποχρεωμένος να διαλέξει ο παραγωγός για να καλλιεργήσει.

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά των υπό αξιολόγηση ποικιλιών για το 2016 στο Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ.

Ποικιλία	Χώρα Προέλευσης	Βλαστικός κύκλος	Ύψος 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
Bialobrzzeskie	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

Εικόνα 1. Χαρακτηριστικά των υπό αξιολόγηση ποικιλιών για το 2016 στο Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ.

Σήμερα, που η καλλιέργεια αρχίζει να επιτρέπεται πάλι, όπως ισχύει σε όλη την Ευρώπη, υπάρχει η υποχρέωση καλλιέργειας μόνο των ποικιλιών που ο καλλιεργητής μπορεί να αντλήσει από τον κοινοτικό κατάλογο

1.2 Ιστορία της κάνναβης στην Ελλάδα

Αναφορές στην κάνναβη βρίσκουμε για πρώτη φορά τον 5ο αιώνα π.Χ. σε συγγραφικό έργο του «πατέρα της ιστορίας» Ηρόδοτου ο οποίος περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο την χρησιμοποιούσε και απολάμβανε, το νομαδικό φύλο των Σκυθών, μεταξύ του 450 και 420 π.Χ.. Οι αρχαίοι Έλληνες πιστεύεται ότι διδάχτηκαν την καλλιέργεια της κάνναβης και την τεχνική επεξεργασίας των ινών της από τους γείτονές τους εξ' Ανατολής. Από τον 5ο αιώνα π.Χ. και μετά οι σχετικές αναφορές σε συγγράμματα αρχαίων Ελλήνων συγγραφέων πληθαίνουν. Μέσα από αυτές φαίνεται πλέον καθαρά ότι οι αρχαίοι Έλληνες καλλιεργούσαν την κάνναβη και την χρησιμοποιούσαν ως πρώτη ύλη. 18 στην Ελλάδα συνεχίζεται, λόγω όμως των αλλεπάλληλων πολέμων και την μακροχρόνια υποδούλωσή της από Φράγκους, Ενετούς και Τούρκους η καλλιέργειά της ήταν περιορισμένη. Σποραδική παρέμεινε η καλλιέργειά της ακόμα και κατά τα πρώτα χρόνια από τη σύσταση του ελληνικού κράτους, το οποίο κάλυπτε τις ανάγκες του σε κάνναβη κυρίως με εισαγωγές.

Το 1875 περίπου, εκδηλώθηκε ουσιαστικά η πρώτη σοβαρή προσπάθεια οργανωμένης καλλιέργειας κλωστικής κάνναβης, η οποία και διαδόθηκε σημαντικά στα χρόνια που ακολούθησαν. Όμως, από το 1915 έως το 1919, ο πόλεμος, ο ναυτικός αποκλεισμός και η ραγδαία αύξηση της τιμής των δημητριακών, είχαν ως αποτέλεσμα να σταματήσει η οργανωμένη καλλιέργειά της.

Με τη λήξη του Α' Παγκοσμίου Πολέμου η κλωστική κάνναβη αποτέλεσε βασική γεωργική καλλιέργεια και εξαγωγίμο προϊόν έως το 1932. Το 1928 για παράδειγμα, υπήρχαν στην Ελλάδα δέκα εργοστάσια, τα «κανναβουργεία», τα οποία επεξεργάζονταν την ίνα κυρίως για τη δημιουργία σκοινιών.

Από το 1936, χρονιά απαγόρευσης της κάνναβης στην Ελλάδα μετά αμερικανικών πιέσεων, τα ελληνικά κανναβουργεία σταδιακά οδηγήθηκαν στην πτώχευση με το τελευταίο κανναβουργείο να κλείνει στην Κέρκυρα αρχές του '80. Μέσα σε λιγότερο από 40 χρόνια οι αξίες της κάνναβης και η ιστορία της ξεχάστηκαν. Μόνον στην Έδεσσα σώζεται το μοναδικό πια κανναβουργείο, με τα παλιά -άριστα διατηρημένα- μηχανήματά του, για να θυμίζει, σε όποιον διαβαίνει τις πύλες του, το άγνωστο αυτό παρελθόν της Ελλάδας.



Εικόνα 2. Το κανναβουργείο της Έδεσσας Ιδρύθηκε το 1908, λειτούργησε για 40 περίπου χρόνια. Αποτελεί πλέον ιστορικό διατηρητέο μνημείο (από το 1983) της βιομηχανικής κληρονομιάς της περιοχής



Εικόνα 3. Για να μαλακώσει η κάνναβη ώστε να αφαιρεθούν πιο εύκολα οι ίνες, τις βυθίζανε στις κοίτες των ποταμών σταθεροποιώντας τα φυτά με πασσάλους για να μην παρασυρθούν από το ρεύμα.

Μέχρι το μέσον της δεκαετίας του 1970 μόνο στην περιοχή της Κωπαΐδας καλλιεργούνταν περίπου 2.000 στρέμματα καννάβεως, με τα κανναβοστελέχη να χρησιμοποιούνται για κατασκευή μορισανίδων (νοβοπάν) από την επιχείρηση «Πανομπέλ», το εργοστάσιο της οποίας λειτουργούσε στην Αλίαρτο. Οι ελληνικές ποικιλίες καννάβεως χάθηκαν, επειδή η καλλιέργεια απαγορεύτηκε εντελώς με νόμο το 1993, ενώ πριν επιτρεπόταν με ειδική άδεια που χορηγούσε ο υπουργός Γεωργίας, φυσικά για την παραγωγή ινών (Παπαδοπούλου,1974)

1.3 Χρήσεις κλωστικής κάνναβης



Εικόνα 4. Χρήσεις κλωστικής κάνναβης

Η βιομηχανική κάνναβη και τα προϊόντα της χρησιμοποιούνται σε ευρύ φάσμα βιομηχανικών και κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων ενώ συγχρόνως τα τελευταία χρόνια προωθείται και η καλλιέργειά της ως ενεργειακό φυτό λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε κυτταρίνη (περίπου 60%) και τη χαμηλή περιεκτικότητα σε λιγνίνη (περίπου 7-8%) (Xiaozhai Lu et al,1973).

Οι παραγόμενες ίνες (28%) χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σπάγκων, σχοινιών, διχτυών, υφασμάτων για σάκους, για πανιά ιστιοφόρων και για το «κανναβάτσο». Οι ίνες ανώτερης ποιότητας προωθούνται στην υφαντουργία, ενώ μεγάλο μέρος των υπόλοιπων ινών χρησιμοποιούνται από τη χαρτοβιομηχανία για παραγωγή χαρτιού ειδικής ποιότητας. Από κοντές και σπασμένες, κατώτερης ποιότητας ίνες αποτελείται το «καννάβι» των υδραυλικών, που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση των σωλήνων ύδρευσης. Οι ίνες της κάνναβης χρησιμοποιούνται ακόμα για την κατασκευή υλικών μόνωσης και υλικών οικοδομών(M.L. Ryder et al.,1987) .

Κατασκευές από ίνες κάνναβης χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, ως μονωτικό και στεγανωτικό επίστρωμα των αυτοκινήτων. Μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η BMW και η Μερσεντές έχουν αντικαταστήσει τις ίνες φάμπεργκλας με αυτές από κάνναβη(Lisa L.Pittman,2018).

Ως τα τέλη του 19ου αιώνα, το 70% του χαρτιού που παραγόταν παγκοσμίως προερχόταν από ίνες κάνναβης. Σε τέτοιο χαρτί μάλιστα τυπώθηκε και η πρώτη

Βίβλος καθώς και σε χαρτί από κάνναβη γράφτηκε επίσης και η Διακήρυξη Ανεξαρτησίας των ΗΠΑ. Μέχρι την κυκλοφορία του ευρώ, τα γαλλικά χαρτονομίσματα κατασκευάζονταν από κάνναβη. Στη Γερμανία, η καλλιέργεια βιολογικής κάνναβης χρησιμοποιήθηκε για την αντιμετώπιση της ανεργίας εγκαθιστώντας το εργοστάσιο επεξεργασίας στην πρώην Ανατολική Γερμανία. Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, ο στρατιωτικός εξοπλισμός (αλεξίπτωτα, αντίσκηνα, σάκοι, σημαίες, στολές) κατασκευάζονταν από κάνναβη. Πολλές δημιουργίες του Καραβάτζιο, του Βαν Γκογκ και άλλων ζωγράφων, αποτυπώθηκαν πάνω σε καμβά από κάνναβη. Μέχρι το 1800, το σπορέλαιο από κάνναβη κάλυπτε το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας κατανάλωσης φωτιστικού λαδιού. Μετά το 1870, αντικαταστάθηκε από προϊόντα πετρελαίου. Αντίστοιχα, για χιλιάδες χρόνια, τα χρώματα και τα βερνίκια περιείχαν σπορέλαιο κάνναβης. Από το 1937, όλες οι βαφές φυσικής προέλευσης αντικαταστάθηκαν από πετροχημικά προϊόντα.

Η **εντεριώνη** (shieve) των στελεχών της κάνναβης χρησιμοποιείται ως υλικό στρωμένης ζών και ιδιαίτερα των αλόγων ιππασίας, γιατί είναι δώδεκα φορές περισσότερο απορροφητική από το άχυρο του σιταριού, απαλή, καθόλου ερεθιστική (Michael P. Fleming, 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 καθαρίζει το έδαφος από κάθε είδους βλαβερά στοιχεία. 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., 2009)

Η μέση περιεκτικότητα των σπόρων σε **λάδι** είναι 20-35%, χρησιμοποιούνταν αρχικά μόνο για τη διατροφή των ωδικών πτηνών και το λάδι των σπόρων κυρίως στη σαπωνοποιία και στη βερνικοποιία. Προσφέρει στον οργανισμό πρωτεΐνες και σημαντικά αμινοξέα, απαραίτητα για την υγεία και ευεξία. Είναι βρώσιμο, αρκεί να μη θερμανθεί, και η γεύση του είναι λεπτή και ευχάριστη. Το λάδι της κάνναβης είναι ένα θρεπτικό προϊόν, περιέχοντας αντιοξειδωτικά, πρωτεΐνες, καροτένιο, φυτοστερόλες, φωσφολιπίδια και πολλά μεταλλικά στοιχεία, όπως ασβέστιο, θείο, κάλιο, σίδηρο, ψευδάργυρο και φώσφορο. Περιέχει 20 γνωστά αμινοξέα. Τέλος

περιέχει βιταμίνη A, B1, B2, B3, B6, C, D και E. Το έντονο πράσινο χρώμα του ελαίου οφείλεται στην μεγάλη συγκέντρωση χλωροφύλλης που υπάρχει στους σπόρους. Χρησιμοποιήστε το λάδι σε ιατρικές καταστάσεις όπως έκζεμα, ψωρίαση, ακμή, κακή ενεργητικότητα, χαμηλό μεταβολισμό και απόπειρα απώλειας βάρους. Επίσης σε υψηλή αρτηριακή πίεση και χοληστερόλη, κακή κυκλοφορία και καρδιαγγειακές νόσους, λίθους χοληδόχου κύστης, νόσο του Cronh, ορμονικές διαταραχές, εμμηνόπαυση και πληθώρα άλλων διαταραχών, συμπεριλαμβανομένου και του καρκίνου

Ίσως το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του λαδιού αυτού είναι η μεγάλη του περιεκτικότητα σε Ω3 και Ω6 λιπαρά οξέα, περισσότερο από κάθε άλλο φυτό στον κόσμο, καθιστώντας το ιδανικό συμπλήρωμα διατροφής.

Σήμερα υπάρχει έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον και μελέτες σχετικά με τη χρησιμοποίηση των **σπόρων** κάνναβης και των προϊόντων που παράγονται, π.χ. αλεύρι, πρωτεΐνη, λάδι για ανθρώπινη χρήση λόγω της υψηλής θρεπτικής τους αξίας.

	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 E	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

Εικόνα 5. Θρεπτική αξία προϊόντων από σπόρους κάνναβης

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. (MichalTzadok et al., 2016).

BENEFITS OF HEMP CANNABIDIOL (CBD)



ANTICONVULSANT

Suppresses Seizure Activity



ANTIEMETIC

Reduces Nausea and Vomiting



ANTIPSYCHOTIC

Combats Psychosis Disorders



ANTI-OXIDANT

Combats Neurodegenerative Disorders



ANXIOLYTIC/ANTIDEPRESSANT

Combats Anxiety and Depression Disorders



ANTI-INFLAMMATORY

Combats Inflammatory Disorders



ANTI-TUMOR/ANTI-CANCER

Combats Tumor and Cancer Cells



PAIN MANAGEMENT

Manages Nerve & Muscle Pain



PET FRIENDLY

Beneficial for Family Pets

Εικόνα 6. Φαρμακευτική χρήση του CBD oil

1.4 Συστηματική ταξινόμηση

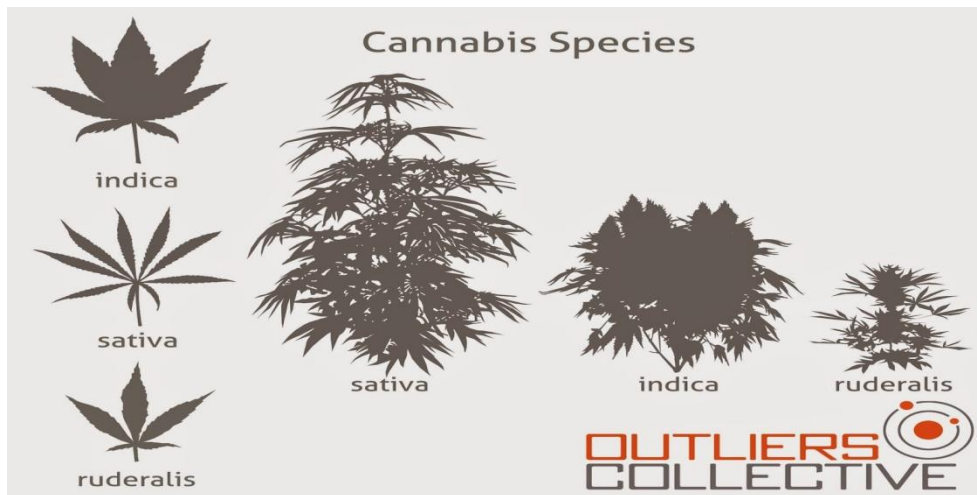
Η συστηματική ταξινόμηση της κλωστικής κάνναβης είναι η εξής:

- Βασίλειο: Φυτά (Plantae)
- Υποβασίλειο: Ανώτερα φυτά (Vascular Plant)
- Υπερομοταξία: Σπερματοφύτα (Seed plants)
- Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
- Ομοταξία: Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
- Τάξη: Κνιδώδη (Urticales)

- Οικογένεια: Κανναβοειδή (Cannabaceae)
- Γένος: Κάνναβη (Cannabis)
- Είδος: **Cannabis sativa**

Στα είδη του γένους Κάνναβης ταξινομούνται συνήθως τρία διακριτά είδη φυτών: Κάνναβη η ήμερη (Cannabis sativa), Ινδική κάνναβη (Cannabis indica) και Cannabis ruderalis

Αυτά αντιστοιχούν ιστορικά στην καλλιεργούμενη, στην ινδικής προέλευσης και στην αυτοφυή (ασιατικής προέλευσης) ποικιλία του φυτού αντίστοιχα.



Εικόνα 6. Τρία διακριτά είδη κάνναβης

Η ονομασία της πιθανότατα είναι Θρακικής και Ήκυθικής προέλευσης. Η ελεύθερη ανταλλαγή γονιδίων μεταξύ φυτικών ειδών γεωγραφικά και χρονικά δυσχεραίνει τον ακριβή καθορισμό σε ταξινομικές κατηγορίες (Emboden, 1981).

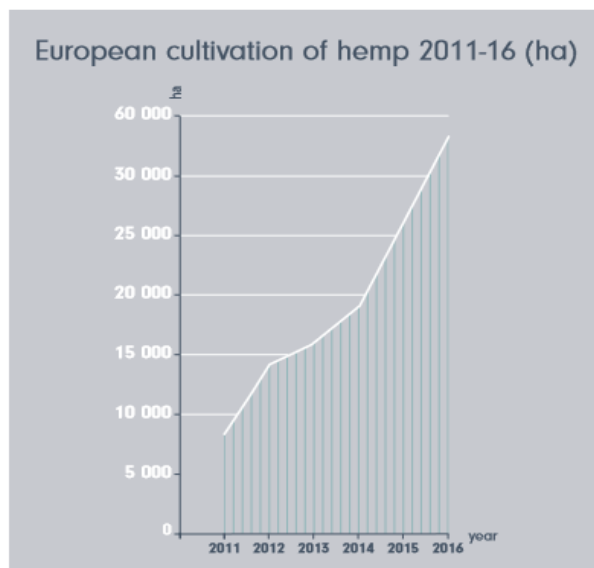
Σύμφωνα με τους Schultes και Hoffman (1974), με μορφολογικές έρευνες στις διαφορές των ειδών προκύπτει ότι το γένος Cannabis αποτελείται από 3 είδη. Ξε αυτά συμπεριλαμβάνονται 2 είδη οικονομικής σημασίας, η Cannabis Indica (ή αλλιώς με πλατιά φύλλα), η Cannabis Sativa (με στενά φύλλα) και ένα άγριο είδος η Cannabis Ruderalis (Schultesetal 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. 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 Δ^9 -THC και υψηλή CBD. Ο ενδιάμεσος χημειότυπος χαρακτηρίζεται από ίση περιεκτικότητα των δυο ενώσεων (Hillig and Mahlberg, 2004).

1.5 Παραγωγή και Οικονομία κλωστικής κάνναβης στην Ελλάδα & Ευρώπη



Εικόνα 7. Αύξηση εκτάσεων καλλιέργειας κλωστικής κάνναβης από το 2011 μέχρι το 2016 στην Ευρώπη

Το 2015 στην Ευρώπη η συνολική καλλιεργούμενη έκταση κλωστικής κάνναβης έφτασε τα 252.240 στρέμματα (Πίνακας 1) με κύρια χώρα καλλιέργειας τη Γαλλία στην οποία καλλιεργείται σχεδόν το 50% της προαναφερόμενης έκτασης ενώ το 2014 η καλλιεργούμενη έκταση ήταν 175.230 στρέμματα, ενώ το 2011 ήταν 80.000

στρέμματα. Την τελευταία πενταετία παρατηρήθηκε ένας 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 330.000 στρέμματα με κύρια χώρα καλλιέργειας τη Γαλλία, στην οποία καλλιεργείται σχεδόν το ήμισυ της προαναφερθείσας έκτασης. 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

Πλέον είναι ευρέως διαδεδομένη η καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης παγκοσμίως. Σε περίπου 30 χώρες στην Ευρώπη, στην Ασία, 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.

Νομοθεσία κλωστικής κάνναβης στην Ελλάδα

Μέχρι το έτος 2013 απαγορευόταν η καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης ανεξαρτήτου της περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC). Το 2013 γίνεται εφικτή η δυνατότητα καλλιέργειας κάνναβης του είδους *Cannabis sativa L.* με περιεκτικότητα σε $THC < 0.2\%$. Με πρόσφατη κοινή Υπουργική απόφαση της Πολιτείας που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ(Αρ. 929B/6-4-2016) η Ελλάδα εντάσσεται πλέον στις χώρες που είναι νόμιμη η καλλιέργεια *Cannabis sativa L.*, ενώ οι ποικιλίες που θα καλλιεργούνται πρέπει να τηρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές:

να εντάσσονται στον Κοινοτικό κατάλογο και να έχουν περιεκτικότητα σε $THC < 0.2\%$.

Επιτόπιος έλεγχος καλλιέργειών

Σύμφωνα με το ΦΕΚ αρ. 929B/6-4-2016, ο έλεγχος για την εξακρίβωση της περιεκτικότητας των χρησιμοποιούμενων ποικιλιών βιομηχανικής κάνναβης σε THC θα καλύπτει το 30% των εκτάσεων που δηλώνονται τη πρώτη χρονιά και το 20% των

δηλωμένων εκτάσεων την επόμενη. Αν υπάρξουν περιπτώσεις μη συμμόρφωσης, το ποσοστό των δικαιούχων που θα υποβληθούν σε επιτόπιο έλεγχο μπορεί να αυξηθεί από τα οικεία Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης. Η διενέργεια των επιτόπιων ελέγχων και η συλλογή του πρώτου και του δεύτερου (για επιβεβαίωση) δείγματος γίνεται από τα τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης των Διευθύνσεων Αποκεντρωμένων Υπηρεσιών του ΥΠΑΑΤ (πρώην ΚΕΠΠΥΕΛ) κατόπιν εκπαίδευσης των ελεγκτών που πραγματοποιούν τη συλλογή των δειγμάτων από τον ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ. Οι ελεγκτές μετά τη διενέργεια του επιτόπιου ελέγχου συντάσσουν έκθεση ελέγχου και το ένα συλλεγέν δείγμα αποστέλλεται σε διαπιστευμένο από το ΕΣΥΔ εργαστήριο για την εξακρίβωση της περιεκτικότητας σε THC. Το δεύτερο δείγμα, ξηραίνεται και φυλάσσεται από οικείο Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, μέχρι τη λήξη της καλλιεργητικής περιόδου για επιβεβαιωτική ανάλυση. Σύμφωνα με τον κανονισμό της ΕΕ 809/2014 ορίζεται ότι ανά αγρό και ανά κάθε μόνονικη ποικιλία το δείγμα πρέπει να αποτελείται από 50 μέρη φυτών μήκους 30 εκ., το οποίο περιλαμβάνει τουλάχιστον μία θηλυκή ταξιανθία. Τα δείγματα συλλέγονται μεταξύ 20 ημερών μετά την έναρξη της ανθοφορίας και 10 ημερών μετά το τέλος της, στη διάρκεια της ημέρας, με βάση συστηματικό σχήμα, ώστε το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό του αγρού, αποκλείοντας τα άκρα της καλλιέργειας. Σε δίοικες ποικιλίες λαμβάνονται δείγματα μόνο από θηλυκά φυτά.



Εικόνα 7: Συλλογή δειγμάτων προς εξέταση της περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC).

Κάθε δείγμα τοποθετείται, 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 8. Ξήρανση ταξιανθιών κλωστικής κάνναβης

Τα ξηρά δείγματα διατηρούνται σε θερμοκρασία 2mm. Ο προσδιορισμός της THC σύμφωνα με τη κοινοτική μέθοδο που περιλαμβάνεται στον κανονισμό με αριθμ. 809/2014 της Επιτροπής «για τη θέσπιση κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 1306/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης και ελέγχου, τα μέτρα αγροτικής ανάπτυξης και την πολλαπλή συμμόρφωση» (ΕΕ L 227), γίνεται με αέριοχρωματογράφο εξοπλισμένο με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας μετά από εκχύλιση με κατάλληλο διαλύτη

1.6 Μορφολογικά χαρακτηριστικά



Εικόνα 9. Μορφολογικά χαρακτηριστικά κάνναβης

A Αρσενικό Άνθος - Inflorescence of male (staminate) plant

B Θηλυκό άνθος - Fruiting female (pistillate) plant

1. Αρσενική ταξιανθία

2. Ανθήρες

3. Γύρη

4. Υπερος περικλειόμενος από κολεό

5. Υπερος χωρίς κολεό

6. Διαμήκης τομή υπέρου, όπου είναι εμφανής η ωσθήκη

7. Σπόρος κάνναβης με κολεό

8. Σπόρος χωρίς κολεό

9. Πλάγια όψη σπόρου

10. Τομή σπόρου

11. Διαμήκης τομή σπόρου

12. Γυμνός σπόρος χωρίς το περικάρπιο

Η κάνναβη είναι ένα ετήσιο φυτό, ανοιξιάτικης σποράς, όπου σε φυσιολογικές συνθήκες καλλιέργειας μπορεί να φτάσει τα 3-5 μέτρα και βιολογικό κύκλο 4-5 μήνες. (Stearn, 1970).

Μόνοικα και δίοικα φυτά

Έχει διπλοειδές γονιδίωμα ($2n=20$), ανήκει στα ανεμόγαμα φυτά, κάτι που δημιουργεί σύνθετη γενετική σύσταση και κληρονομικότητα. Ο καρύοτυπος αποτελείται από εννέα αυτοσώματα και ένα ζευγάρι σεξουαλικών χρωμοσωμάτων (X & Y) (Sakamoto et al. 1998; Divashuk et al. 2014). Τα γυναικεία φυτά είναι ομογαμικά (XX), ενώ τα αρσενικά ετερογαμικά (XY). Σε αυτά η έκφραση φύλου ελέγχεται από ένα σύστημα ισορροπίας X-αυτοσωμικά γονίδια (Shephard et al. 2000; Vyskot and Hobza 2004). Τα φυτά με $X/A=1$ είναι θηλυκά, ενώ τα $X/A=0.5$ είναι αρσενικά (Westergaard 1958; Parker and Clark 1991; Ming et al. 2011). Έχει ήδη αποδειχθεί ότι η έκφραση του φύλου εξαρτάται επίσης σε διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες και μπορεί να αντιστραφεί από την εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης του φυτού (Mohan Ram and Jaiswal 1972; Chailakhyan and Khryanin 1978; Truta et al. 2007). Η γενετική πολυπλοκότητα μπορεί να εξηγήσει τη μεταβλητότητα του φαινοτύπου, την έκφραση του φύλου, τον πολυμορφισμό και την ουσιαστική βιολογική πλαστικότητα του είδους (Schultes et al. 1974; Kohiyouma et al. 2000). Η δίοικη μορφή των φυτών είναι η προγονική κατάσταση των οικογενειών Cannabaceae και τα μέλη της οικογένειας θεωρείται ότι έχουν ένα από τα παλαιότερα συστήματα χρωμοσωμάτων του φύλου (Divashuk et al. 2014). Λόγω της δίοικης φύσης του *C. sativa*, τα αρσενικά και θηλυκά φυτά χαρακτηρίζονται από σεξουαλικό διμορφισμό σε σχέση με το μέγεθος των φυτών και της πρωιμότητας. Γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη μη συγχρονισμένη ωριμότητα των στελεχών και ταξιανθιών και δημιουργία προβλημάτων με τη μηχανική συγκομιδή (Amaducci et al. 1998; Faux et al. 2014). Στις δίοικες ποικιλίες, τα αρσενικά φυτά μόλις ριξουν τη γύρη τους γηράσκουν και τελειώνουν το βιολογικό τους κύκλο ενώ τα θηλυκά φυτά παραμένουν ζωντανά και ωριμάζουν (Amaducci et al., 2014). Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα, έχουν αναπτυχθεί μέσω προγραμμάτων βελτίωσης γενετικά ομοιόμορφες μόνοικες διπλοειδής ποικιλίες κάνναβης που προσφέρουν αγρονομικά πλεονεκτήματα. Οι ποικιλίες αυτές έχουν τα αρσενικά και θηλυκά φυτά σε ένα φυτό. Τα αρσενικά άνθη, που συνήθως είναι λίγα σε αριθμό, απελευθερώνουν τη γύρη και

μαραίνονται. Οι μόνοικες ποικιλίες έχουν δημιουργηθεί κυρίως για την παραγωγή άριστης ποιότητας ίνας, να αποφύγουν τον φυτικό διμορφισμό των δίοικων ποικιλιών. Προσφέρουν αγρονομικά πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένων υψηλότερων αποδόσεων σπόρων, υψηλότερης ομοιογένειας καλλιεργειών και ευκολότερης μηχανικής συγκομιδής (Moliterni et al. 2004; Mandolino and Carboni 2004; Faux et al. 2014). Το ζευγάρι σεξουαλικών χρωμοσωμάτων που καθορίζει τη μόνοικη μορφή της κλωστικής κάνναβης είναι άγνωστη. Το 1952, ο Hofmann υπέθεσε την ύπαρξη XX, XY, YY μορφής στα μόνοικα φυτά (Hoffmann 1952). Παρόλα αυτά άλλες έρευνες όπως του Menzel (1964) υποστηρίζουν ότι έχει μόνο XX χρωμοσώματα (Menzel 1964). Πρόσφατη μελέτη συμφωνεί την άποψη του Menzel απουσία του Y χρωμοσώματος (Olga V. Razumova, 2015).

Ριζικό σύστημα



Εικόνα 10. Ριζικό σύστημα κάνναβης

Το ριζικό σύστημα της κάνναβης είναι πασσαλώδες, αποτελείται από μια κύρια ρίζα και πολλές πλευρικές.

Σε εδάφη με καλή δομή που στραγγίζουν καλά, η κύρια ρίζα μπορεί να φτάσει τα δυο μέτρα, αντιστοιχεί στο 1/10 του μήκους του στελέχους, με τον κύριο όγκο να αναπτύσσεται έως τα 30 cm. Οι δευτερεύουσες ρίζες εκφύονται από το ανώτερο τμήμα της κύριας ρίζας και μπορούν να φτάσουν το βάθος των 80 cm Hayward, 1951; Schultes and Hoffman, 1980; Bloomquist, 1971; Clarke, 1981).

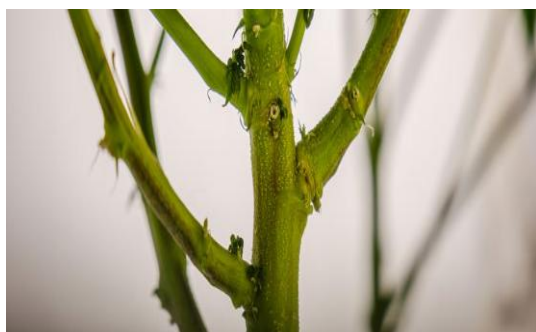
Σε συμπαγή εδάφη η κύρια ρίζα φθάνει σε μικρό βάθος και το φυτό αναπτύσσει περισσότερες πλευρικές ρίζες.

Σε ξηρά εδάφη, το ριζικό σύστημα εισχωρεί σε μεγαλύτερα βάθη για αναζήτηση νερού, ενώ σε υγρά εκτείνεται περισσότερο οριζόντια (Haney and Kutscheid,1975).

Σύμφωνα με διάφορα πειραματικά δεδομένα η βιομάζα των στελεχών κάνναβης δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα των φυτών, λόγω της προσαρμοστικότητας της καλλιέργειας (Amaducci et al. 2002; Venturi and Amaducci 1997; van der Werf et al. 1995). Επιπροσθέτως καμία παράμετρος του ριζικού συστήματος δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την πυκνότητα των φυτών, πράγμα που αποδεικνύει την προσαρμοστικότητα των ριζών κάνναβης.

Όσο αναφορά την πυκνότητα μήκους ρίζας σε σχέση με το καλαμπόκι, σιτάρι, σίκαλη, ζαχαρότευτλο, έδειξαν ότι σε βαθιά εδάφη η κάνναβη έχει μεγαλύτερη ανάπτυξη ριζών (Vameralli et al. 2003; Pietola 2005; Qin et al. 2006). Λόγω του ότι το βαθύ ριζικό σύστημα είναι επιθυμητό και συνήθως εμφανίζεται σε περιοχές με έλλειψη νερού (Schenk and Jackson 2002), η καλλιέργεια κάνναβης είναι κατάλληλη για το Μεσογειακό κλίμα όπου η άρδευση είναι μειωμένη (Venturi and Amaducci 1999).

Κεντρικό στέλεχος



Εικόνα 11. Βλαστός κάνναβης



Εικόνα 12. Εγκάρσια τομή βλαστού κάνναβης

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 υποστηρίξει 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. Στο στελέχος έχει μελετηθεί πολύ εξαιτίας των ινών του, λόγω του ότι είναι κυλινδρικό, γωνιώδες και φέρει τριχίδια (Stearns, 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).

Φύλλα



Εικόνα 13. Φύλλο κάνναβης

Σα κύρια φύλλα της κλωστικής κάνναβης είναι σύνθετα και αποτελούνται από 5-11 (συνήθως 7-9) έμμισχα, άνισα, οδοντωτά επιμήκη φυλλάρια που εκφύονται ακτινωτά από το ανώτερο άκρο του μίσχου. Οι μίσχοι έχουν μήκος 2-7 εκατοστά.(Εικ.13) Διαθέτει εκτός από τα πραγματικά φύλλα, και βράκτια φύλλα στις μασχάλες των οποίων εκφύονται αρσενικά και θηλυκά άνθη(Εικ.14).



Εικόνα 14. Βράκτια φύλλα & θηλυκά άνθη

Είναι απλά ή σύνθετα από 2-3 φυλλάρια, και είναι πολύ μικρότερα από τα κυρίως φύλλα. στα θηλυκά φυτά υπάρχει ακόμα μία κατηγορία φύλλων που περικλείουν το ανθός και αργότερα τον καρπό τα οποία έχουν σχήμα σφαιρικό και ονομάζονται κολεοί (Παπαδόπουλος, 1959). Τα φύλλα στο σύνολο τους περιλαμβάνονται από απλά ή αδενώδη τριχίδια που φέρουν ρητίνη (Fairbairn, 1976). Ανάλογα με τη θέση των φύλλων πάνω στο στέλεχος αλλάζει τόσο η διάταξη τους όσο, ο αριθμός των φυλλαρίων τους & το μέγεθός τους. Στη βάση του στελέχους τα φύλλα εμφανίζονται σε ζεύγη, ενώ ανεβαίνοντας είναι διατεταγμένα κατ' εναλλαγή με σπειροειδή διάταξη στο στέλεχος. Όσο αναφορά τον αριθμό των φυλλαρίων ανά φύλλο αυξάνεται στα ανώτερα μέρη του φυτού (Clarke, 1981).

Αρσενικό και θηλυκό φυτό



Εικόνα 15. Αρσενική και θηλυκή ταξιανθία

Ως δίοικο φυτό η κάνναβη σχηματίζει σε άλλα άτομα τις αρσενικές και σε άλλα τις θηλυκές ταξιανθίες. Οι ταξιανθίες είναι βοτρυώδης, μασχαλιαίες και ο διαχωρισμός τους είναι σχετικά εύκολος λόγω των διακριτών μορφολογικών διαφορών τους. Ταξιανθία με μικρά, αραιά, στερούμενων πετάλων, επιμηκυμένων στημόνων, λίγων διακλαδώσεων, που εκφύεται σε πλάγιους φυλλοφόρους βλαστούς στο πάνω μέρος του στελέχους, έχει 5 σέπαλα και 5 στήμονες και είναι πρώιμη χαρακτηρίζεται ως αρσενική ταξιανθία. Ενώ ταξιανθία μικρότερη, πιο συμπαγής, πιο λίγα άνθη, που εμφανίζεται σε ζεύγη στα άκρα των δευτερευόντων βλαστών & στην κορυφή του φυτού μικρότερου ύψους και είναι όψιμη, χαρακτηρίζεται ως θηλυκή. Από κάθε κόμβο θηλυκής ταξιανθίας εκφύεται 1 βράκτιο φύλλο, 1 παράφυλλο και 2 άνθη, εκ των οποίων το ένα είναι γόνιμο. Κατά την άνθηση οι στύλοι των θηλυκών, 2 σε αριθμό, επιμηκύνονται, εξέρχονται από την άκρη του κολεού κατά 1-2 χιλιοστά και κάμπτονται προς τα κάτω. Το χρώμα των στύλων κατά την ωρίμανση είναι ανοικτό καστανό (V. M. Cristiana Moliterni et al., 2004). Η ποικιλία καθορίζει το μέγεθος και τη συνεκτικότητα της ταξιανθίας.

Πλέον μέσω της βελτίωσης υπάρχουν και μόνοικα φυτά, όπως και ποικιλίες που επικρατούν μόνο θηλυκά άνθη. Οι ταξιανθίες τους είναι παρόμοιες με τα δίοικα φυτά και εκτείνονται σε συμπαγής ταξιανθίες με βράκτια φύλλα (Mohan Ram HY, Nath R, 1964). Στα δίοικα φυτά, τα αρσενικά άνθη φέρουν 5 λευκά ή πράσινα σέπαλα και 5 στήμονες, που γίνονται εμφανής κατά την άνθηση. Τα θηλυκά άνθη στερούνται στεφάνης, όπως και τα αρσενικά. Αποτελούνται από μια ωοειδή, μονόχωρη ωοθήκη, δυο στύλους και περιβάλλονται από το περιάνθιο. Η άνθηση στα αρσενικά προηγείται κατά 2 βδομάδες από αυτή των θηλυκών φυτών (Hoffmann, 1970), Παρόμοια άνθη εμφανίζουν και οι μόνοικες ποικιλίες, είναι ερμαφρόδιτα και αυτογονιμοποιούνται (Sengbusch, 1952)

Σπόρος



Εικόνα 16.Σπόροι κάνναβης

Ο σπόρος της κάνναβης είναι αχάινιο με σχήμα ωοειδές, είναι λείος με χρώμα ανοιχτό ή σκούρο καστανό ή γκρι. Οι σπόροι βλασταίνουν εντός 3-7 ημερών από την σπορά, με επιμήκυνση του υποκοτυλίου. Περικλείεται από σκληρό περίβλημα και είναι πεπιεσμένος πλευρικός, με μήκος 2.5-5.0mm χιλιοστόμετρα και πλάτος ελαφρώς μικρότερο(Παπαδόπουλος, 1959; Clarke, 1981). Συνήθως οι σπόροι των μόνοικων ποικιλιών είναι μικρότεροι σε μέγεθος από αυτούς των δίοικων, Το Βάρος Χιλίων σπόρων 18-36g.Η βλαστικότητα των σπόρων μειώνεται αρκετά εύκολα σε 70%-80% μετά από δύο έτη αποθήκευσης σε θερμοκρασία δωματίου. Ωστόσο οι χαμηλές θερμοκρασίες –λίγο πάνω από 00C - και η χαμηλή υγρασία παρατείνουν την μακροζωία των σπόρων (Haney and Kutscheid,1975).

1.7.Βιολογικός κύκλος

Η κάνναβη είναι ετήσιο φυτό, ανοιξιότικης σποράς, μικρής ημέρας. Ο βιολογικός κύκλος ενός φυτού κάνναβης περιλαμβάνει τέσσερις αναπτυξιακές φάσεις και η κάθε μια χρειάζεται διαφορετική φροντίδα. Η διάρκεια εξαρτάται από την ποικιλία

- 1)Βλάστηση των σπόρων και εμφάνιση σποροφύτων, έχει διάρκεια 1-2 εβδομάδες
- 2)Βλαστική ανάπτυξη
- 3)Ανθοφορία και ωρίμανση σπόρων
- 4)Γηρασμός.

Η κλωστική κάνναβη παρουσιάζει υπέργεια ανάπτυξη με επιμήκυνση του υποκοτυλίου και συνεχή ανάπτυξη. Ύστερα από την πρόσληψη νερού, εμφανίζεται η ρίζα, αναδύεται το υποκοτύλιο και οι κοτυληδόνες εμφανίζονται πάνω από το χώμα. Η βέλτιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση είναι 24°C (Cearoiu,1958), οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καθυστερούν την εμφάνιση του σποριόφυτου. Η ελάχιστη θερμοκρασία για τη βλάστηση είναι 0°C (van der Werf et al. 1995a). Οι σπόροι βλαστάνουν εντός 3-7 ημερών από τη σπορά υπό ευνοϊκές συνθήκες (Clarke, 1997). Το ύψος του φυτού μπορεί να αυξάνεται κατά 7 cm ημερησίως (Clarke,1981).

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. Σε αυτή τη φάση το φυτό συνήθως σχηματίζει μέχρι πέντε αληθινά ζεύγη φύλλων και κοντούς εσωτερικούς κόμβους. Αργότερα, κατά τη διάρκεια της γρήγορης επιμήκυνσης του στελέχους, οι εσωτερικοί κόμβοι είναι μεγαλύτεροι (Ceroiu 1958, Bocsa και Karus 1997). 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 φυλλάδια, το τρίτο φύλλο φύλλων έχει πέντε φυλλάδια και ούτω καθεξής, συνήθως μέχρι ένδεκα φυλλάδια (Clarke 1997). Θεωρούμε ότι ένα φύλλο ξεδιπλώνεται όταν τα φυλλάδια 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. Η βλαστητική ανάπτυξη διαιρείται σε 3 επιμέρους φάσεις: την νεανική (BVP), την φωτοευαίσθητη φάση (PIP) και την φάση ανάπτυξης των ανθέων (FDP) (Lisson et al. 2000; Amaducci et al. 2008).

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά την διάρκεια. Όταν επικρατούν θερμές και λιγότερο υγρές συνθήκες, η καλλιέργειά προωμίζει, ενώ αν το καλοκαίρι είναι βροχερό ο βιολογικός κύκλος μεγαλώνει. Επίσης το μήκος του κύκλου εξαρτάται και από την ποικιλία, καθώς οι ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή ινών έχουν μικρότερο κύκλο, από αυτές που καλλιεργούνται για σπόρο .

Στο στάδιο της ανθοφορίας συμβαίνουν αλλαγές στην φυλλοταξία. Ανάλογα με την ποικιλία και το μήκος της ημέρας, η φυλλοταξία αλλάζει από αντίθετη σε σπειροειδή διάταξη και η επιμήκυνση του μίσχου μειώνεται, δείχνουν 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 γονιμοποιούμενα (διογκωμένα) και άνθη που θα παραμείνουν αγονιμοποίητα με λευκούς στύλους (Sengbusch, 1952).

Ύστερα από την ωρίμανση των σπόρων, τα φύλλα και το στέλεχος αρχίζουν να ξηραίνονται. Ο χρόνος ωρίμανσης για τη κάνναβη κυμαίνεται από 2 έως 10 μήνες (Anon, 1972) και πραγματοποιείται συγκομιδή από τα μέσα Σεπτεμβρίου έως τα μέσα Οκτώβρη (Haney and Bazzar, 1970)

1.8. Ποικιλίες

Οι περισσότερες ποικιλίες στην κάνναβη είναι ευρωπαϊκής προέλευσης. Στην Ευρώπη καλλιεργούνται μονόικες και δίοικες ποικιλίες, στην Ελλάδα προτιμώνται κυρίως μονόικες ποικιλίες. Ωστόσο υπάρχει και τρίτος τύπος, γνωστός ως τύπος με κυριαρχία των θηλυκών, στον οποίο το 85%-90% των φυτών είναι θηλυκά. Οι ποικιλίες που επιτρέπεται να καλλιεργηθούν στην Ελλάδα για κλωστική καλλιέργεια, πρέπει να είναι πιστοποιημένος σπόρος και να είναι εγγεγραμμένες στον Εθνικό ή στον Κοινοτικό Κατάλογο Ποικιλιών γεωργικών ειδών. Στον Κοινοτικό κατάλογο το 2015, είναι εγγεγραμμένες 52 ποικιλίες από τις 12 χώρες ως εξής: Αυστρία (4), Γαλλία (10), Γερμανία (4), Ελβετία (4), Ισπανία (2), Ιταλία (7), Ολλανδία (8), Ουγγαρία (12), Πολωνία (7), Ρουμανία (7), (Τσεχία (7), Φιλανδία (1)). 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	Ύψος 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	<150 ημέρες	250-350	1000-1200	28-30	12-15	30-35	<0,07	1,0-2,0	Σπόρος, ίνα

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά των υπό αξιολόγηση ποικιλιών για το 2016 στο Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ.

Η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας κλωστικής κάνναβης είναι άμεσα συνυφασμένη με τα χαρακτηριστικά της γεωγραφικής ζώνης και του κλίματος του περιβάλλοντος καλλιέργειας, καθώς και με το επιθυμητό τελικό προϊόν. Η κλωστική κάνναβη είναι πολύ ευαίσθητη στις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η διάρκεια ημέρας και η θερμοκρασία, για αυτό το λόγο και οι ποικιλίες που δημιουργούνται στοχεύουν σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η επιλογή της ποικιλίας εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και τη χρήση του τελικού προϊόντος. Ποικιλίες που προέρχονται από τις βόρειες περιοχές της Ευρώπης, ανθίζουν πρωιμότερα όταν καλλιεργηθούν σε νοτιότερες περιοχές πχ. Μεσόγειος (Angelini et al. 2016) για αυτό το λόγο και στη νότια Ευρώπη προτιμούνται όψιμες ποικιλίες. 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).

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 (Barbieri, 1952). Αντίθετα σε νοτιότερα περιβάλλοντα η μικρή βλαστική περίοδος σε συνδυασμό με τη πρόωρη άνθηση οδηγεί σε μικρότερη παραγωγή βιομάζας (Sankari,

2000). Επομένως αν τελικός σκοπός είναι η παραγωγή βιομάζας τότε θα πρέπει να επιλεγεί ποικιλία με μεγάλο βλαστικό κύκλο και επιβράδυνση άνθησης. Εάν τελικός σκοπός είναι η παραγωγή ίνας και σπόρου, τότε καθίσταται αναγκαία η επιλογή ποικιλίας που να καλύπτει και τις δυο ανάγκες.

1.9. Οικολογικές απαιτήσεις

1.9.1.Κλίμα

Η κάνναβη είναι ένα φυτό ιδιαίτερα προσαρμοστικό και μπορεί να καλλιεργηθεί σε ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών. Από πλευράς αναγκών η κάνναβη είναι φυτό μικρής μέρας και απαιτεί πλήρη ηλιοφάνεια. Η θερμοκρασία επηρεάζει τόσο το φύτρωμα τον σπόρων όσο και καθ'όλη την διάρκεια του βιολογικού κύκλου, τα διαφορά στάδια (άνθηση, γονιμοποίηση, καρπόδεση).

Οι καλύτερες θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του είναι 25-280C και ευδοκίμει σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 15-27°C. Η σπορά γίνεται με θερμοκρασία εδάφους τουλάχιστον 6-10°C, αν και η βλάστηση των σπόρων πραγματοποιείται σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ τα νεαρά σπορόφυτα αντέχουν ικανοποιητικά και σε θερμοκρασίες 2°C (Bosca and Karus, 1999). Η αντοχή του φυτού στον παγετό αμέσως μετά το φύτρωμα είναι μικρή, όταν όμως έχει αναπτύξει και το τρίτο ζευγάρι πραγματικών φύλλων αντέχει σε ελαφριούς παγετούς, δηλαδή έως -5°C για 4-5 ημέρες το μέγιστο και όχι τους σκληρούς παγετούς ή της μακράς διάρκειας χαμηλές θερμοκρασίες.

Ευδοκίμει σε μετρίως υγρά κλίματα και εντάσσεται στα φυτά που είναι απαιτητικά σε υγρασία. Το υπέργειο μέρος του φυτού μπορεί να εμφανίζει ανθεκτικότητα στις υψηλές θερμοκρασίες, όμως το ριζικό σύστημα έχει ανάγκη από επάρκεια νερού, τόσο κατά τη σπορά, όσο και κατά την ανάπτυξη του φυτού. Οι κανονικές βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια των πρώτων 6 εβδομάδων και μετά τη σπορά θεωρούνται επωφελείς, αφού είναι ένα φυτό που έχει ανάγκη από επάρκεια νερού τόσο κατά την σπορά όσο και κατά την ανάπτυξή του. Σε κρύες ή εύκρατες περιοχές με άφθονες βροχοπτώσεις, η ποιότητα των συγκομισμένων ινών είναι καλύτερη (Bloomquist, 1971; Schultes, 1970). Έχει υπολογιστεί ότι απαιτούνται περίπου 250-450 κυβικά μέτρα νερού ανά στρέμμα για να ολοκληρωθεί με επιτυχία ο βιολογικός κύκλος του φυτού σε μεσογειακά περιβάλλοντα, εξαρτάται φυσικά και

από την ποικιλία. Ο προγραμματισμός της άρδευσης είναι ιδιαίτερα σημαντικός στην απόδοση της καλλιέργειας. Συνήθως προγραμματίζεται άρδευση 2-4 φορές κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Η απουσία απαιτούμενων ποσοτήτων υγρασίας σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία προκαλεί επιτάχυνση της ανθοφορίας και καθυστερεί την ανάπτυξη και ωρίμανση των ιών(Abotetal., 2013).

Απαιτεί πλήρη ηλιοφάνεια, αλλά ευδοκιμεί και σε σκιερά μέρη εμφανίζοντας όμως περιορισμένη ανάπτυξη. Στην Ευρώπη, επιλέγεται η καλλιέργεια ποικιλιών με μεγαλύτερη κρίσιμη φωτοπερίοδο μεταξύ 14-15.5 ωρών για υψηλότερες αποδόσεις (Van der Werf,1994).

1.9.2. 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 η ελαφρά αλκαλική αντίδραση ,με άριστο pH 7.0-7.5. Σε αντίθεση, δεν ευδοκιμεί σε εδάφη φτωχά, ξηρά, αλατούχα ή με χαλίκια. Σα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο θεωρούνται ακατάλληλα για καλλιέργεια(Li, 1982) και όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα σε άργιλο, τόσο μικρότερη είναι η παραγωγή σε ίνες. Κατάλληλα εδάφη θεωρούνται πρωτίστως τα αργίλοαμμώδη, και δευτερευόντως τα αργιλώδη (Li, 1982). 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 , να περιορίσει την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων και νερού από την καλλιέργεια (Desanlis et al, 2013).

1.10. Καλλιεργητικές τεχνικές

1.10.1. Αμειψισπορά

Σε ένα σύστημα αμειψισποράς η κάνναβη μπορεί να ακολουθεί οποιαδήποτε καλλιέργεια. Ευνοείται αν σπαρθεί μετά από ψυχανθή και κυρίως μετά από μηδική λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε άζωτο και οργανική ουσία που αφήνουν στο έδαφος. Σε χωράφια με πολλά ζιζάνια πρέπει να τοποθετείται πρώτο σε ένα σύστημα αμειψισποράς, γιατί είναι αποπνικτικό των ζιζανίων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η ένταξη σόγιας σε αμειψισπορά με την κάνναβη περιορίζει σημαντικά του νηματώδη που προσβάλλουν την σόγια. Η κάνναβη είναι καλό να εντάσσεται γενικά σε τεταρτοετείς συστήματα αμειψισποράς (H M G Van der Werf et al.,1987)

1.10.2. Προετοιμασία αγρού για σπορά

Η κάνναβη αποτελεί ανοιξιάτικο φυτό και απαιτεί ψιλοχωματισμένη σποροκλίνη για να εξασφαλίζει την απαραίτητη υγρασία στα ανώτερα στρώματα της. Για τον λόγο αυτό επεμβαίνουμε στο χωράφι που θα δεχθεί την κάνναβη με χειμωνιάτικα ή πρώιμα ανοιξιάτικα οργώματα. Στο έδαφος πρέπει να είναι στο ρώγο του όταν προετοιμάζεται, με στόχο την αποφυγή της συμπίεσης του (Struik, P.C et al, 2000).

1.10.3. Σπορά

Η ημερομηνία σποράς καθορίζεται από δύο παράγοντες, την εδαφική θερμοκρασία και την διαθεσιμότητα του νερού, που εξασφαλίζουν μια επιτυχημένη βλάστηση και γρήγορη εγκατάσταση της καλλιέργειας (Lisson et al. 2000). Γενικότερα στη χώρα μας η σπορά μπορεί να κλιμακώνεται, ανάλογα με την περιοχή και το σκοπό της καλλιέργειας, από τα μέσα Μαρτίου έως αρχές Μαΐου. Σημαντικό ρόλο στη βλαστητική ανάπτυξη και το καθορισμό της ημερομηνίας σποράς διαδραματίζει η διάρκεια της φωτοπεριόδου, αφού παραδείγματος χάριν σε νοτιότερα περιβάλλοντα που η φωτοπερίοδος είναι μικρότερη από την κρίσιμη, η διάρκεια της βλαστικής φάσης είναι πιο σύντομη (Amaducci et al., 2008). Η πρώιμη σπορά πλεονεκτεί και είναι πιο αποδοτική από τη όψιμη και στοχεύει σε μεγάλου μήκους στελέχη και την παραγωγή σπόρου. Εκμεταλλεύεται καλύτερα την υγρασία του εδάφους από τις χειμωνιάτικες βροχές καθώς και χρησιμοποιεί καλύτερα το νερό των ανοιξιάτικων βροχών. Για πρώιμη σπορά σπέρνουμε Φεβρουάριο ή αρχές Μαρτίου. Βρίσκει

εφαρμογή σε βορειότερα γεωγραφικά πλάτη, βέβαια με κίνδυνο να πληχθεί από χαμηλές θερμοκρασίες. (Amaducci et al. 2014).

1.10.4 Καταπολέμηση ζιζανίων

Το φυτό της κάνναβης θεωρείται ένα από τα αποτελεσματικότερα φυτά καταστολής ζιζανίων (Willis, 2007). Δεν έχει ανάγκη μηχανικής ή χημικής καταπολέμησης, αφού τα ανταγωνίζεται με απίστευτη επιτυχία. Υπό ευνοϊκές συνθήκες, σε καλά στραγγιζόμενα, γόνιμα εδάφη η ταχεία ανάπτυξη εντός 4-5 εβδομάδων αλλά και το πλούσιο φύλλωμα που διαθέτει επισκιάζουν το έδαφος μετά την αρχική φάση ανάπτυξης των ζιζανίων δεδομένου ότι η πυκνότητα φύτευσης είναι 200-250φυτά μ3. Στο στάδιο αυτό θα έχει ύψος τουλάχιστον 30cm και θα καλύπτει το 90% του εδάφους, με αποτέλεσμα τα ζιζάνια να αδυνατούν να αναπτυχθούν. Επιπροσθέτως η επιθετικότητα και η κυριαρχία του φυτού έναντι των ζιζανίων αποδίδεται κατά άλλους και στην αλληλοπαθητική δραστηριότητα της. Ο κίνδυνος παρουσιάζεται μόνο κατά την αρχική φάση ανάπτυξης πριν ακόμα καταφέρει να τα ανταγωνιστεί, σε αυτή τη περίπτωση επεμβαίνουμε είτε μηχανικά είτε με εφαρμογή χημικών όταν κριθεί απαραίτητο. Η καλλιέργεια έχει αποδειχθεί ότι παρουσιάζει ευαισθησία σε υπολείμματα ζιζανιοκτόνων και θα πρέπει να αποφεύγεται η καλλιέργεια σε εδάφη που έχει εφαρμοστεί ατραζίνη, σιμαζίνη ή ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται σε καλλιέργειες της οικογένειας Solanaceae (Amaducci et al., 2008).

1.10.4 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 του. 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. Καθυστερημένες συγκομιδές αυξάνουν την

απόδοση σε βιομάζα και του στελέχους, αλλά μειώνουν 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, και στον αγρό θα δούμε τα φύλλα και τον βλαστό να κιτρινίζουν και τον σπόρο να σκληραίνει. στη περίπτωση αυτή η συγκομιδή γίνεται είτε με θεριζοαλωνιστικές μηχανές . Όταν η καλλιέργεια είναι διπλού σκοπού τότε η συγκομιδή πραγματοποιείται σε 2 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 eet al., 2016). Στις καλλιέργειες διπλού σκοπού, η παραμονή του χρόνου συγκομιδής μέχρι την ωρίμανση των σπόρων, οδηγεί σε υψηλότερο ποσοστό λιγνοποιημένων ινών, ωστόσο έχει σαν αποτέλεσμα την ευκολότερη αποφλοίωση του στελέχους(Keller et al., 2001).

1.10.5 Λίπανση

Η καλλιέργεια της κλωστικής κάνναβης αντιδρά θετικά στην σωστή εφαρμογή λίπανσης, με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία. Φυσικά η ποσότητα του αλλά και το κατάλληλο λιπάσματα που πρέπει να χορηγηθεί είναι αποτέλεσμα της υπάρχουσας ποικιλίας, τη διαθεσιμότητα των ήδη υπάρχοντων θρεπτικών ουσιών στο έδαφος, αν έχει προηγηθεί αμειψισπορά καθώς και τον τύπο του εδάφους(Van der Werf et al., 1991). Σα κυριότερα θρεπτικά μακροστοιχεία που επιδρούν θετικά στις αποδόσεις και την αντοχή του φυτού είναι το άζωτο, το κάλιο, ο φωσφόρος και τα ιχνοστοιχεία μαγνήσιο, μαγγάνιο, σίδηρος, ασβέστιο και ψευδάργυρος.

1.10.5.1.Άζωτο

Συμφωνά με πειράματα και την βιβλιογραφία το άζωτο αποτελεί το σημαντικότερο μακροστοιχείο. Η επίδρασή του παρατηρείται στις αυξημένες αποδόσεις της καλλιέργειας, στο ύψος των φυτών, στην βιομάζα, στην απόδοση σε σπόρο και ίνες (Inonyi et al., 1997; Jordan et al.,1946). Ανεπαρκείς ποσότητες αζώτου συνδυάζονται,

σύμφωνα με πειράματα, με περιορισμένη βλαστητική ανάπτυξη, μικρού μήκους και διαμέτρου στελεχών με μικρή περιεκτικότητα σε ίνες άρα και χαμηλές αποδόσεις. Υπερεπάρκεια δημιουργεί μεγαλύτερης διαμέτρου στελέχη, με περισσότερες ίνες, με χαμηλότερα ποσοστά ινών, ανομοιόμορφα κύτταρα ίνας με μεγάλα κενά γεγονός που υποβαθμίζει τα χαρακτηριστικά της ίνας. Σύμφωνα με αρκετές μελέτες που διεξάχθηκαν στην Ευρώπη, οι ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων ποικίλουν μεταξύ 100-240kgNha-1 (Van der Werf et al., 1995; Struik et al., 2000). Για υψηλές αποδόσεις σε σπόρο η ποσότητα του αζώτου κυμαίνεται από 99-198kgNha-1 (Vera et al. 2010) και για ίνες από 50-150kgNha-1, ενώ όσον αφορά το ύψος του στελέχους τα ποσοστά λίπανσης N παίρνουν τιμές από 150-240kgNha-1.

1.10.5.2. Κάλιο

Η καλλιέργεια της κάνναβης φαίνεται να μην έχει ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο. Η ποσότητα που πρέπει να χορηγηθεί, είναι ανάλογη του εδάφους και τα επίπεδα καλίου σε αυτά. Κυμαίνεται από μηδενικά επίπεδα σε καλιούχα εδάφη μέχρι σχετικά υψηλά επίπεδα σε μη καλιούχα. Πιο συγκεκριμένα η συνολική ετήσια απαίτηση είναι 50-300 kg/h (Neenam, 1969; Ivanyi et al., 1997). Σε περίπτωση υπερεπάρκειας το μεγαλύτερο ποσοστό συγκεντρώνεται στους μίσχους (70%-75%). Η βέλτιστη στρατηγική λίπανσης σε χωράφια που ήδη καλλιεργείται κάνναβη είναι η προσθήκη αμέσως μετά την συγκομιδή. Σε μη καλιούχα εδάφη η εφαρμογή συστήνεται πριν τη σπορά.

3.10.5.3. Φώσφορο

Δεν έχει ερευνηθεί ιδιαίτερα η επίδραση του φωσφόρου στην παραγωγή κάνναβης. Η καλλιέργεια της κάνναβης είναι ικανή να απορροφά την απαραίτητη ποσότητα φωσφόρου από το έδαφος. Πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι αυξάνει το ύψος των στελεχών υπό ορισμένες συνθήκες, ενώ οι επιδράσεις στη βιομάζα και την παραγωγή σπόρου δεν είναι αξιόλογες (Vera et al., 2010). Παρόλα αυτά θεωρείται απαραίτητος για την πραγματοποίηση της επίδρασης του αζώτου στις αποδόσεις. Η συνολική ετήσια ανάγκη της καλλιέργειας σε φώσφορο ανέρχεται στα 50kg / ha.

1.10.5.4. Λοιπά θρεπτικά στοιχεία

Οι απαιτήσεις του φυτού σε λοιπά θρεπτικά στοιχεία :

Ασβέστιο(Ca)	2,4-3%
Μαγνήσιο (Mg)	0,6-0,8%
Πίδηρος (Fe)	65-100mg/kg
Μαγγάνιο (Mn)	85-130mg/kg
Χευδάργυρος (Zn)	25-40mg/kg

Πίνακας2. Ανάγκες του φυτού σε λοιπά θρεπτικά στοιχεία

1.11. Εχθροί και ασθένειες

Περισσότεροι από 50 διαφορετικούς μύκητες, ιούς βακτήρια και έντομα μπορούν να προσβάλλουν την καλλιέργεια. Παρόλα αυτά η γρήγορη και εύρωστη ανάπτυξη επιτρέπουν στο φυτό να αντιμετωπίζει με επιτυχία τους περισσότερους εχθρούς και ασθένειες που επιχειρούν να το πλήξουν.

3.11.1 Εχθροί

Οι σπουδαιότεροι εχθροί που προσβάλλουν το **στέλεχος** και τις **ρίζες**: η πυραλίδα (*Ostrinia nubilalis*), ο βλαστορύκτης(*Graptolite delineana*), το σκαθάρι των φύλλων (*Phylliodes attenuata*), ο τρυπητής του μίσχου (*Parairrema nebris*), η μηλολόνη (*Melolontha spp.*), βρόχος (*Crutorhynchus spp.*).

Οι σπουδαιότεροι εχθροί που προσβάλλουν τα **φύλλα**, **άνθη** και **σπόρους** είναι: αχερόντια (*Acherontia atropos*), ο ασημένιος σκόρος (*Autographa gamma*), το πράσινο σκουλήκι (*Heliothis armigera*), η μαμέστρα (*Mamestra configurata*), ο φυλλορήκυτης της κάνναβης (*Liriomyza cannabis*), η πράσινη αφίδα της ροδακινίας (*Myzus persicae*), η αφίδα της κάνναβης (*Phorodon cannabis*), η αφίδα(*Aphis fabae*), ο λύγκας(*Lyguslineolaris*), το σκουλήκι των αλεύρων (*Ephestia kuhniella*)κ.ά.. Εχθροί αποτελούν επίσης τα ακάρεα: *Tetranychus urticae*, *Tetranychus cinnabarinus*, *Tetranychus cinnabarinus*. Ενώ σοβαρά προβλήματα επίσης αποτελούν οι νηματώδης, με τα σημαντικότερα είδη να ανήκουν στους κομβονηματώδης: *Meloidogyne*, *Meloidogyne hapla*, *Meloidogyne javanica*, και εξίσου επιβλαβείς οι νηματώδης του

στελέχους *Ditylenchus dispacii*. Εχθροί θεωρούνται επίσης πουλιά και θηλαστικά που τρέφονται με σπόρους και ρίζες, στελέχη, φύλλα του φυτού αντίστοιχα.

1.11.2. Ασθένειες

Οι σπουδαιότερες ασθένειες προκαλούνται:

Από τους **μύκητες**: *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Dendrophoma matconii*, *Macrophomina phaseoli*, *Pseudoperonospora cannabina*, *Ascomycota cannabis*, *Phyllisticta cannabis*, *Septoria cannabis*

Από **βακτήρια**: *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas scampestris*, *Erwinia tracheiphila*, *Agrobacterium tumefaciens*.

Από **ιούς**: ο ιός της κάνναβης(HSC), ο ιός του μωσαϊκού αλφάλφα(AMV), ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς(CMV), ο αραβικός ιός του μωσαϊκού(ArMV), ο ιός του μωσαϊκού της κάνναβης (HMV).

1.11.3. Ζιζάνια

Σα σπουδαιότερα ζιζάνια της καλλιέργειας είναι κουσκούτα(*Cuscuta campestris*, *cuscuta europea*), το χενοπόδιο(*Chenopodium album*), η κύπερη (*Cyperus culentus*), το πολυκόμπι(*Polygonum viculare*), το πολυγώνιο (*Fallopiaconvolvus*), η πόα(*Poa annua*), η αγριοβρώμη(*Avena fatua*), το θλασπί(*Thlaspi arvense*), η βερόνικα(*Veronica arvensis*), το πορφυρό λάμιο(*Lamium purpureum*), το κίρσιο(*Cirsium arvense*). Ιδιαίτερο πρόβλημα αποτελεί το παρασιτικό είδος λύκος ή οροβάγχη (*Orobanche ramosa*), καθώς προκαλεί εξάνθηση των φυτών και σημαντική μείωση των αποδόσεων. Επίσης το φυτό *Ipomoeas spp.* παρεμποδίζει σημαντικά την παραγωγή σπόρων κάνναβης, λόγω του σπόρος της έχει το ίδιο μέγεθος με την κάνναβη και δυσχεραίνεται ο διαχωρισμός τους.

1.12. Βιολογική γεωργία στην κάνναβη

Η καλλιέργεια της κάνναβης θεωρείται εύκολα διαχειρίσιμη, καθώς η καλλιέργεια απαιτεί απουσία ή λίγο βιοκτόνο, έχει πλήρη ανταγωνιστικότητα έναντι των ζιζανίων, έχει σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες μειωμένες απαιτήσεις σε λιπάσματα και την εναλλαγή καλλιεργειών (Van der Werf, 1994)

Η βιολογική γεωργία είναι κυρίως ευρέως γνωστή ως μέθοδος γεωργίας στην οποία δεν χρησιμοποιούνται συνθετικά λιπάσματα και παρασιτοκτόνα. Ωστόσο η ουσία της

έννοιας του όρου βιολογική γεωργία δεν είναι αυτή, αλλά είναι η διαχείριση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με τέτοιο τρόπο ώστε να εμποδίζεται η διάβρωση του εδάφους, να προστατεύεται και να αντιμετωπίζεται βιολογικά το πρόβλημα των παρασίτων. Αν και πολλές μεμονωμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην βιολογική γεωργία χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα συστημάτων γεωργικής διαχείρισης, αυτό που διαφοροποιεί την βιολογική γεωργία είναι το επίκεντρο της διαχείρισης. Στο πλαίσιο του συστήματος αυτού, εστιάζεται η διατήρηση και η βελτίωση της συνολικής υγείας του συστήματος εδάφους- μικροβιακής δραστηριότητας- φυτικής & ζωικής εκμετάλλευσης που επηρεάζει τις σημερινές και μελλοντικές αποδόσεις.

Η έμφαση στη βιολογική γεωργία βασίζεται στην χρήση των εισροών με τέτοιο τρόπο που ενθαρρύνει την αύξηση των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων και την άμυνα ενάντια στα παράσιτα, καθώς στοχεύει στη διατήρηση της παραγωγικότητας της γεωργίας. Το έδαφος παίζει τον βασικότερο ρόλο σε αυτό το σύστημα διαχείρισης. Τα περισσότερα λιπάσματα και φυτοφάρμακα θεωρούνται ότι παρεμποδίζουν την διαδικασία αυτή και επομένως απαγορεύονται. Τα βιολογικά πρότυπα, στα οποία ο ορισμός καθορίζεται για πρακτική εφαρμογή, προβλέπουν όχι μόνο την απαγόρευση της χρήσης ορισμένων εισροών, αλλά συνήθως υπαγορεύουν μια σειρά πρακτικών που πρέπει να ακολουθηθεί ώστε να διασφαλιστεί ότι η εκμετάλλευση ακολουθεί βιολογική γεωργία. Με άλλα λόγια, τα αγροκτήματα στα οποία δεν χρησιμοποιούνται συνθετικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα, αλλά δεν λαμβάνονται εναλλακτικά μέτρα αντιμετώπισης των προβλημάτων γονιμότητας και επιβλαβών οργανισμών, δεν είναι αναγκαστικά αποδεκτά ως βιολογικά. Ο ορισμός της βιολογικής γεωργίας λοιπόν, είναι ότι αποτελεί ένα ολιστικό σύστημα που σχεδιάστηκε για να δημιουργήσει μια αρμονική σχέση μεταξύ των ανθρώπων και του περιβάλλοντος, της γεωργίας και του αγρό οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας των οργανισμών του εδάφους, τα φυτά και τα ζώα. Ο κύριος στόχος της βιολογικής παραγωγής είναι η ανάπτυξη των επιχειρήσεων που θα είναι συνεπείς με τη φυσική διαίωσιση των ειδών και του περιβάλλοντος (ElsWynen,1998). Η καλλιέργεια της κάνναβης αναπτύσσεται χωρίς ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα ή μυκητοκτόνα (Crowley, 2001). Όπως αναφέρθηκε πρότερα η κάνναβης είναι ένα φυτό που αντιστέκεται και ξεπερνά με ιδιαίτερη ευκολία εχθρούς και ζιζάνια. Δεδομένου αυτού και την ζήτησης βιολογικού σπόρου που είναι ιδιαίτερα αυξημένη για την διατροφή του ανθρώπου, καθίσταται μια καλλιέργεια που αξίζει να

καλλιεργηθεί βιολογικά. Επειδή η καλλιέργεια της κλωστικής κάνναβης δεν χρειάζεται μεγάλες ποσότητες νερού και καθόλου χημικά λιπάσματα και παρασιτοκτόνα, θεωρείται ότι έχει αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα και ευεργετική συνολική επίπτωση για το περιβάλλον. Η κλωστική-βιομηχανική κάνναβη έχει επίσης πολύ ευεργετικές ιδιότητες για την απορρύπανση νερών και εδαφών, την αποκατάσταση οικοσυστημάτων, αγροτικών και βεβαρημένων από χημικά και πυρηνικά περιοχών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό παρασιτοκτόνο και είναι ευεργετική στον εμπλουτισμό των καλλιεργήσιμων εδαφών μέσω τις αμειψισποράς.

1.12. Καλλιέργεια κλωστικής κάνναβης σε θερμοκήπιο

Η καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης σε θερμοκήπιο παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι της καλλιέργειας της σε εξωτερικό χώρο. Βέβαια η κατασκευή του θερμοκηπίου κάνναβης είναι αρκετά δαπανηρή και χρονοβόρα.

Η καλλιέργεια κάνναβης όλο το χρόνο χωρίς περιβαλλοντικούς περιορισμούς είναι ένα από τα πλεονεκτήματα του θερμοκηπίου. Ακόμα και σε περιοχές που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες τον περισσότερο καιρό, μπορεί να πραγματοποιηθεί έστω και μια καλλιεργητική περίοδος το χρόνο σε θερμοκηπιακή μονάδα όπου ελέγχεται η θερμοκρασία του χώρου. Είναι πιο εύκολο να ελέγξεις τις κλιματικές συνθήκες σε θερμοκηπιακές μονάδες, κάτι που σημαίνει ότι μπορεί να καλλιεργείται όλο το χρόνο και σε χώρα με ήπιες συνθήκες μπορεί να υπάρχει συγκομιδή περισσότερες από μια φορές το χρόνο. Εξαρτώμενοι πάντα από περιβαλλοντικούς παράγοντες και το φυσικό φωτισμό που εισέρχεται στο θερμοκήπιο, το χειμώνα η καλλιέργεια κάνναβης σε γλάστρες βρίσκεται στο βλαστικό στάδιο και την άνοιξη, καλοκαίρι ανθοφορεί.

Επίσης είναι πολύ πιθανό να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε CBD το χρόνο σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις μέσω κλαδέματος του στελέχους για αύξηση του σταδίου βλαστικής ανάπτυξης πριν την άνθηση.

Σημαντική είναι και η μείωση χρήσης ζιζανιοκτόνων και παρασιτοκτόνων. Η διαχείριση των ζιζανίων είναι κύριο ζήτημα είτε αναφερόμαστε σε εξωτερική καλλιέργεια κάνναβης, είτε σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια, αλλά όσο αναφερόμαστε σε ανάπτυξη κλωστικής κάνναβης για παραγωγή CBD είναι πολύ πιο εύκολη η διαχείριση των ζιζανίων σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις. Η καλλιέργεια κάνναβης στον αγρό είναι εξαιρετικά ευάλωτη σε διάφορα έντομα, τρωκτικά, ακόμα και πουλιά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι παραγωγοί να χρησιμοποιούν παρασιτοκτόνα, τα οποία εκτός του ότι είναι ακριβά, είναι και βλαβερά για το περιβάλλον και για τον

άνθρωπο. Σε αντίθεση με τις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις, οι παραγωγοί έχουν καλύτερο έλεγχο για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, μέσω της βιολογικής αντιμετώπισης. Με λίγα λόγια στο θερμοκήπιο έχεις μηδενική ή λίγη χρήση ζιζανιοκτόνων και παρασιτοκτόνων και ελέγχεις σχεδόν πλήρως τι εισέρχεται και εξέρχεται από αυτό. Φυσικά ο παραγωγός θα πρέπει να είναι εξαιρετικά προσεκτικός όσο αναφορά τον έλεγχο των κλιματικών συνθηκών στο θερμοκήπιο ώστε να αποφύγει τη μούχλα λόγω υγρασίας, την περιοχή εγκατάστασης & τη θέση του θερμοκηπίου, τη δομή και τη χρήση κουρτινών συσκώτισης.

2.Σκοπός Μελέτης

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε για την αξιολόγηση της επίδρασης ενός υφάσματος εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης στην ανάπτυξη και στην απόδοση βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis sativa L.*). Πιο συγκεκριμένα είναι η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της αντανακλαστικής ιδιότητας του υλικού και η επίδραση αυτής της ιδιότητας στις παραμέτρους ανάπτυξης και απόδοσης της κάνναβης.

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

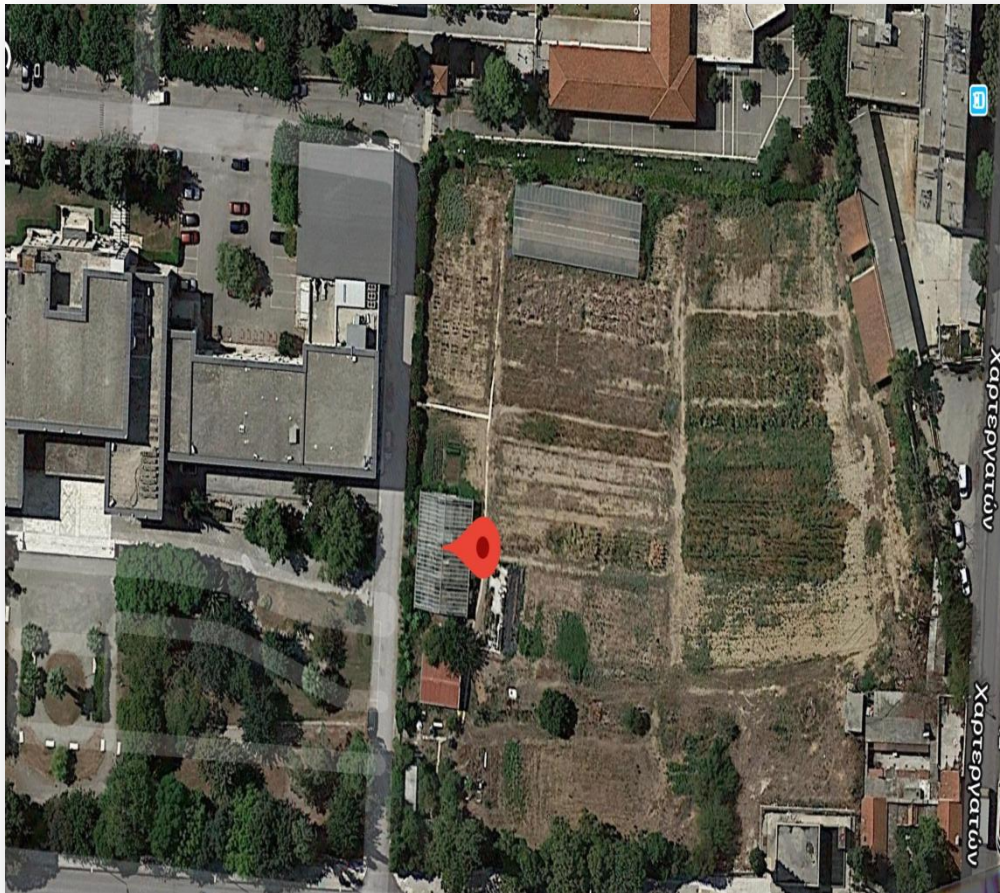
- PAR (Photo synthetically active radiation), η φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία ώστε να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα της αντανακλαστικής ιδιότητας του υλικού. Πάρθηκαν μετρήσεις τόσο πάνω όσο και κάτω από τη φυτεία
- Η θερμοκρασία του φυλλώματος
- Κάποια χαρακτηριστικά του φυλλώματος (Ειδική Επιφάνεια Φυλλώματος, Ειδικό Βάρος Φυλλώματος, χλωροφύλλη α & β)
- Ύψος φυτών και πορεία ανάπτυξης καλλιέργειας ανά μεταχείριση
- Νωπό Βάρος φυτού
- Ξηρό Βάρος φυτού
- Χαρακτηριστικά ριζικού συστήματος (πυκνότητα μήκους ριζικού συστήματος, πυκνότητα βιομάζας ριζικού συστήματος, επιφάνεια και αποικία μυκόρριζας ριζικού συστήματος)
- Στοιχεία απόδοσης (Αριθμό ταξιανθιών, μέσο μήκος και βάρος ταξιανθίας).

Σε όλες τις παραπάνω παραμέτρους αξιολογήθηκαν και τα κρίσιμα σημεία.

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 17. 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 βιομηχανική κάνναβη για παραγωγή κανναβιδιόλης (CBD).

Η καλλιέργεια ξεκίνησε με τη δημιουργία σποροφύτων σε –float system- και στη συνέχεια όταν απέκτησαν τα φυτά το επιθυμητό ύψος, έγινε μεταφύτευση των σποροφύτων.



Εικόνα 18. Δημιουργία σποροφύτων σε –float system-.

Η μεταφύτευση έγινε σε γλάστρες (pot experiment) 16 λίτρων με χώμα και φυτόχωμα.



Εικόνα 19. Γλάστρες που χρησιμοποιήθηκαν.

3.3. Πειραματικό σχέδιο

Στον θερμοκηπιακό χώρο ακολουθήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο , 2 επαναλήψεις, μια ποικιλία κάνναβης, ένα υλικό εδαφοκάλυψης και τον μάρτυρα.

Εφαρμόστηκε ομοιόμορφη άρδευση σε όλες τις γλάστρες, όπως και λίπασμα(20-20-0).

Ο χώρος χωρίστηκε σε 4 μέρη όπου, τα 2 καλύφθηκαν με το ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης και τα άλλα δυο παρέμειναν ακάλυπτα.



Εικόνα 19. Τα δυο μέρη του θερμοκηπίου. Αριστερά είναι τοποθετημένο το υλικό εδαφοκάλυψης και δεξιά είναι ο μάρτυρας.

3.4. Καλλιεργητικές πρακτικές

- Δημιουργία σποροφύτων σε σύστημα επίπλευσης



Εικόνα 20. Δημιουργία σποροφύτων -σε float system-.

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 13 Φεβρουαρίου 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.

- **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, στο ένα τοποθετήθηκε το υλικό εδαφοκάλυψης και δίπλα του ο μάρτυρας, όπου αποτελούσαν την πρώτη επανάληψη. Το ίδιο μοτίβο ακολουθήθηκε και από την άλλη πλευρά, όπου ήταν η δεύτερη επανάληψη. Συνοψίζοντας ο θερμοκηπιακός χώρος χωρίστηκε σε 4 ίσα μέρη, 2 με υλικό εδαφοκάλυψης και 2 ακάλυπτα. Ο διαχωρισμός του θερμοκηπίου πραγματοποιήθηκε στις 1 Μαρτίου.

- **Γέμισμα γλαστρών 16 λίτρων με χώμα και φυτόχωμα.**

Σε κάθε μέρος του θερμοκηπίου (4 στο σύνολο) υπήρχαν 80 γλάστρες. Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν ανά τετράδες, οι οποίες είχαν απόσταση μεταξύ τους 1 μέτρο. Το μήκος και το πλάτος της κάθε τετράδας ήταν 1μ. Το συνολικό μήκος του κάθε μέρους είχε απόσταση 9μ. και το πλάτος 8 μέτρα.

- **Τοποθέτηση των φυτών στις γλάστρες**

Στις 3 Μαρτίου πραγματοποιήθηκε μεταφύτευση των φυτών. Σε κάθε γλάστρα μεταφυτεύτηκε 1 φυτό. Η τοποθέτηση έγινε με προσοχή, για να είναι ομαλή η μετάβαση του φυτού στο καινούργιο εδαφικό περιβάλλον. Κατευθείαν έγινε άρδευση της καλλιέργειας στο 100% των αναγκών της. Οι γλάστρες ήταν τοποθετημένες ανά τετράδες χωρίς κενό μεταξύ τους, ενώ μεταξύ των τετράδων υπήρχε ένα μετρό απόσταση. Υπήρχαν 5 τετράδες στο μήκος και 4 τετράδες στο πλάτος.

- **Άρδευση**

Το σύστημα άρδευσης που ακολουθήθηκε ήταν με δοσομετρητή 1 λίτρου ανά γλάστρα και αργή ροή, ώστε να προλαβαίνεται 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 ένα είδος λίπανσης, κοκκώδες λίπασμα NP των 40 kg 20-20-0 (8S) σε όλες τις γλάστρες και στις 2 επαναλήψεις. Η λίπανση πραγματοποιήθηκε λίγο πριν την ενσωμάτωση των σποροφύτων στις γλάστρες, ώστε να βοηθήσει στην επιτυχία της μεταφύτευσης(3 Μαρτίου). Ενσωματώθηκαν ανά γλάστρα 120 g με δοσομετρητή. Δεν πραγματοποιήθηκε επιπλέον λίπανση κατά τη διάρκεια του πειράματος.



Εικόνα 21. Λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε 20-20-0.

- **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 έρευνα έγινε με σκαλιστήρια σε όλη την επιφάνεια του θερμοκηπίου. Λόγω του 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. Βέβαια η κλωστική κάνναβη εκκρίνει ισχυρές αλληλοπαθητικές ουσίες οπότε δεν επιτρέπει την ανάπτυξη ζιζανίων.

3.5 Προσδιορισμοί-Μετρήσεις

3.5.1.PAR :Φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία & Παρεμπόδιση

Ο PAR είναι ο αριθμός των ποσοτήτων φωτός (σωματίδια φωτός που ονομάζονται φωτόνια) που πέφτουν σε ένα τετραγωνικό μέτρο κατά τη διάρκεια ενός δευτερολέπτου, τα οποία βρίσκονται μεταξύ των μηκών κύματος: 400nm-700nm (nm: σημαίνει νανομέτρηση ή δισεκατομμυριοστού του μέτρου).

Για τα φυτά φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία είναι το διαθέσιμο φως που απαιτείται για να λάβει χώρα η φωτοσύνθεση. Τα μήκη κύματος της PAR που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα φυτά κυμαίνονται γενικά στη φασματική περιοχή από 400-700 νανόμετρα (nm) (K.J.McCree, 1966).

Η φωτοσυνθετική ενεργός ακτινοβολία είναι απολύτως απαραίτητη για την επιβίωση των φυτών και εξαρτώνται πλήρως από αυτήν για την ανάπτυξη. Ακόμα και η ταχύτητα της ανάπτυξης εξαρτάται από αυτή, τα φυτά αυξάνονται ταχύτερα σε συνθήκες υψηλότερου PAR. Τα φυτά βλαστάνουν, αναπτύσσονται, ανθίζουν και καρποδέχονται κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, λόγω των υψηλότερων τιμών

PAR. Όμως, καθώς τα επίπεδα του PAR αρχίζουν να πέφτουν προς το φθινόπωρο, τα φυτά επιβραδύνουν την ανάπτυξη τους και παραμένουν αδρανείς.

Μετρήσεις του PAR εκτός από τη γεωργία, χρησιμοποιείται στη δασοκομία και την ωκεανογραφία. Το PAR χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση μιας περιοχής αν ικανοποιεί τις απαραίτητες απαιτήσεις, ώστε να θεωρηθεί μια γεωργική έκταση παραγωγική. Καθώς μετρήσεις του υποδεικνύουν αν η περιοχή δέχεται επαρκή ποσότητα φωτοσυνθετικά ενεργού ηλιακής ακτινοβολίας και αξιολογείται κατά πόσο συμφέρει να επενδύσει κάποιος σε αυτή τη γεωργική έκταση. Επί πρόσθετα πολλά μοντέλα οικοσυστήματος βασίζονται σε μετρήσεις της ποσότητας του PAR για τον υπολογισμό της συσσώρευσης της βιομάζας (Hu, J. et. al., 2007).

Στο πείραμα μας έγιναν 3 μετρήσεις PAR με ειδικό μηχάνημα μέτρησης του PAR:

1.15 μέρες μετά τη σπορά

2.20 μέρες μετά τη σπορά

3.60 μέρες μετά τη σπορά



Εικόνα 22.Μηχάνημα μέτρησης του PAR

Όσον αφορά το φωτισμό στη βάση της φυτείας εκφρασμένη σε ποσοστό % επί της υπέργειας φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της αντανακλαστικής ιδιότητας του υλικού:

$$L.B.C.(\%) = \frac{PAR_{below}}{PAR_{above}} \times 100$$

Μετρήθηκε η ενεργός φωτοσυνθετική ικανότητα, πάνω από τη φυτεία και κάτω από το φύλλωμα Αυτός ο τύπος εκτιμά την αποτελεσματικότητα της

αντανεκλαστικής ιδιότητας του υλικού. Όσο αυξάνεται η τιμή του τύπου, τόσο αυξάνεται και η φωτοσυνθετική ικανότητα στη βάση της φυτείας άρα και η αποτελεσματικότητα του υλικού.

Η φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία παράγεται από τον ήλιο και τις διαθέσιμες στο εμπόριο λαμπτήρες φυτών.

3.5.2 Θερμοκρασία φυλλώματος

Η θερμοκρασία του φυλλώματος παίζει πρωταρχικό ρόλο στην απόδοση της καλλιέργειας. Για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση, σε ένα γεωργικό παραγωγικό σύστημα, η θερμοκρασία του φύλλου της καλλιέργειας πρέπει να διατηρείται στο ιδανικό. Η θερμοκρασία επιφάνειας του φύλλου ενός φυτού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως φυτικό είδος, το φάσμα του φωτός, την υγρασία και τη θερμοκρασία αέρα. Σχεδόν όλα τα φυτικά είδη χρησιμοποιούν τα φύλλα τους για τον έλεγχο του μεταβολισμού τους. Εάν τα φύλλα ενός φυτού βρίσκονται στη βέλτιστη θερμοκρασία, το φυτό θα φτάσει στο δυναμικό ανάπτυξής του, θα παράγει ιδανικά χρώματα, θα δημιουργήσει ενώσεις που ενισχύουν ουσίες όπως π.χ. ρητίνες. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου έχει άμεση σχέση με τη θερμοκρασία επιφάνειας του φύλλου. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του φύλλου, όπως ο τεχνητός ή φυσικός φωτισμός (Michaletz, 2018).

Οι μετρήσεις στο πείραμα αυτό έγιναν με ειδικό μηχάνημα μέτρησης της θερμοκρασίας φυλλώματος.



Εικόνα 23. Μηχάνημα μέτρησης της θερμοκρασίας φυλλώματος.

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι εξής:

1. Μέτρηση στις 15 μέρες μετά τη σπορά
2. Μέτρηση στις 20 μέρες μετά τη σπορά
3. Μέτρηση στις 30 μέρες μετά τη σπορά
4. Μέτρηση στις 40 μέρες μετά τη σπορά
5. Μέτρηση στις 50 μέρες μετά τη σπορά
6. Μέτρηση στις 60 μέρες μετά τη σπορά
7. Μέτρηση στις 70 μέρες μετά τη σπορά
8. Μέτρηση στις 80 μέρες μετά τη σπορά

Μετρήσεις έγιναν τόσο στις επεμβάσεις με παρουσία υλικού εδαφοκάλυψης, όσο και στο ακάλυπτο έδαφος.

3.5.3. Ύψος φυτού

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 cm.

Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μέτρου και καταγράφηκε το ύψος του φυτού.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 10 μετρήσεις του ύψους των φυτών, κατά τις ακόλουθες ημερομηνίες :

1. Μέτρηση στις 1 μέρες μετά τη σπορά
2. Μέτρηση στις 5 μέρες μετά τη σπορά
3. Μέτρηση στις 10 μέρες μετά τη σπορά
4. Μέτρηση στις 20 μέρες μετά τη σπορά
5. Μέτρηση στις 30 μέρες μετά τη σπορά
6. Μέτρηση στις 40 μέρες μετά τη σπορά
7. Μέτρηση στις 50 μέρες μετά τη σπορά
8. Μέτρηση στις 60 μέρες μετά τη σπορά
9. Μέτρηση στις 70 μέρες μετά τη σπορά
10. Μέτρηση στις 80 μέρες μετά τη σπορά

Υπολογίστηκε το ύψος από 8 φυτά ανά επέμβαση . Η επιλογή έγινε με τυχαίο τρόπο και υπολογίστηκε ο μέσος όρος από κάθε επέμβαση.

3.5.4. Ειδική φυλλική επιφάνεια (Specific Leaf Area - SLA) και Ειδικό Βάρος Φυλλώματος (Specific Leaf Weight- SLW)

Η ειδική φυλλική επιφάνεια είναι ο λόγος της επιφάνειας των φύλλων προς το ξηρό βάρος φύλλων του φυτού και εκφράζεται σε $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$.

Ο τύπος της ειδικής φυλλικής επιφάνειας είναι :

$$SLA = \text{Επιφάνεια των φύλλων} \mid \text{Βάρος φύλλων Φυτού}$$

Μονάδα: $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$

Επομένως, εάν η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) είναι υψηλή, η φωτοσύνθεση θα είναι υψηλή. Ωστόσο, δεν μπορεί να αναμένεται αναγκαία και θετική συσχέτιση με την απόδοση.

Ο δείκτης ειδικό βάρος φυλλώματος είναι ουσιαστικά ο αντίθετος δείκτης σε σχέση με τον δείκτη SLA. Όσο αυξάνει αυτός ο δείκτης, τόσο μεγαλύτερη βιομάζα αναμένεται να έχουμε στο φυτό και μπορεί να εκφράζει θετική συσχέτιση με τις αποδόσεις σε ξηρό βάρος φυτού.

Ο τύπος του ειδικού βάρους φυλλώματος:

$$SLW = \text{Βάρος φύλλων} \mid \text{Επιφάνεια Φύλλων Φυτού}$$

Μονάδα: $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$

Για αυτούς τους δυο δείκτες έγιναν μετρήσεις τόσο στο ακάλυπτο έδαφος, όσο και με την παρουσία υλικού εδαφοκάλυψης. Από κάθε επέμβαση πάρθηκαν 8 δείγματα, όπου υπολογίστηκε μέσω σαρωτή η επιφάνεια του φύλλου, με ζυγαριά το βάρος των φύλλων και υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι.

Οι μετρήσεις που έγιναν:

1. 20 μέρες από τη σπορά
2. 40 μέρες από τη σπορά
3. 60 μέρες από τη σπορά

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) κλιμακώνεται θετικά με το φωτοσυνθετικό ρυθμό ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία βιομάζας και με τη συγκέντρωση

αζώτου (N) στα φύλλα και αρνητικά με τη μακροζωία των φύλλων και την επένδυσή τους με ποσοτικά σημαντικές δευτερογενείς ενώσεις όπως οι τανίνες ή η λιγνίνη. Γενικά, τα φυτικά είδη (πολυετή ή μονοετή) εκμεταλλεύονται το περιβάλλον τους. Έτσι, αν ένα φυτικό είδος βρεθεί σε περιβάλλον πλούσιο (π.χ. εύφορο έδαφος με μεγάλη I.A.K.), κατά μέσο όρο, θα έχει υψηλότερη SLA από αυτά που βρίσκονται σε περιβάλλον με χαμηλότερη κατανάλωση πόρων (Osone, 2008)

3.5.5. Φρέσκο Βάρος gr/ φυτό (χωρίς ταξιανθία)

Υπολογίστηκε το νωπό βάρος 8 φυτών βιομηχανικής κάνναβης ανά επέμβαση, τόσο στο καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης, όσο και στο ακάλυπτο έδαφος με ζυγαριά. Οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα στο χρονικό διάστημα της καλλιέργειας ήταν:

1. 5 μέρες μετά τη σπορά
2. 15 μέρες μετά τη σπορά
3. 20 μέρες μετά τη σπορά
4. 25 μέρες μετά τη σπορά
5. 30 μέρες μετά τη σπορά
6. 35 μέρες μετά τη σπορά
7. 40 μέρες μετά τη σπορά
8. 45 μέρες μετά τη σπορά
9. 50 μέρες μετά τη σπορά
10. 60 μέρες μετά τη σπορά
11. 70 μέρες μετά τη σπορά
12. 80 μέρες μετά τη σπορά

3.5.6. Ξηρό Βάρος gr/ φυτό (χωρίς ταξιανθία)

Υπολογίστηκε το ξηρό βάρος 8 φυτών βιομηχανικής κάνναβης ανά επέμβαση, τόσο στο καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης, όσο και στο ακάλυπτο έδαφος με ζυγαριά. Οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα στο χρονικό διάστημα της καλλιέργειας ήταν:

1. 5 μέρες μετά τη σπορά
2. 15 μέρες μετά τη σπορά

3. 20 μέρες μετά τη σπορά
4. 25 μέρες μετά τη σπορά
5. 30 μέρες μετά τη σπορά
6. 35 μέρες μετά τη σπορά
7. 40 μέρες μετά τη σπορά
8. 45 μέρες μετά τη σπορά
9. 50 μέρες μετά τη σπορά
10. 60 μέρες μετά τη σπορά
11. 70 μέρες μετά τη σπορά
12. 80 μέρες μετά τη σπορά

3.5.7 Δείκτης ρυθμού ανάπτυξης

Ο δείκτης του ρυθμού ανάπτυξης(gr/day) (Crop Growth Rate) αποτελεί έναν από τους βασικότερους δείκτες αξιολόγησης μια επέμβασης στο γεωργικό πειραματισμό.

Παρουσιάζει το ρυθμό συσσώρευσης ξηρού βάρους ανά ημέρα.

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήσαμε τον τύπο:

$$\text{Crop Growth Rate} = \frac{W_2 - W_1}{P(t_2 - t_1)}$$

Όπου

W_1 =ξηρό βάρος φυτού/ m^2 που καταγράφηκε στο χρόνο t_1 ,

W_2 =ξηρό βάρος φυτού/ m^2 που καταγράφηκε στο χρόνο t_2 ,

t_1 και t_2 ήταν το χρονικό διάστημα, αντίστοιχα και εκφράζεται σε $g / m^2 / \text{ημέρα}$ (R. Overman,1984).

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν από κάθε επέμβαση 8 φυτά το χρονικό διάστημα:

1. 15 μέρες μετά τη σπορά
2. 20 μέρες μετά τη σπορά
3. 25 μέρες μετά τη σπορά
4. 30 μέρες μετά τη σπορά
5. 35 μέρες μετά τη σπορά
6. 40 μέρες μετά τη σπορά
7. 45 μέρες μετά τη σπορά
8. 50 μέρες μετά τη σπορά

9. 60 μέρες μετά τη σπορά
10. 70 μέρες μετά τη σπορά
11. 80 μέρες μετά τη σπορά

3.5.8 Ριζικό σύστημα κάνναβης

Μετρήθηκε η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στις 60 μέρες μετά τη σπορά , σε 3 φυτά ανά επέμβαση με τη βοήθεια μέτρου. Από τα δείγματα αυτά υπολογίστηκε η ριζική πυκνότητα μάζας, ξηρή μάζα, επιφάνεια του ριζικού συστήματος και η πυκνότητα του ριζικού. Με αυτές τις μετρήσεις έγινε σύγκριση μεταξύ των ακόλυπτων και των επεμβάσεων με υλικό εδαφοκάλυψης.

Τέλος μετρήθηκε και ο αποικισμός από μυκόρριζα στα δείγματα που συλλέξαμε σε κάθε επέμβαση. 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 . Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού λειτουργεί ανταγωνιστικά σε μύκητες ριζικού συστήματος σε παθογόνα και κατ' επέκταση την αντιμετώπιση ριζοπαθολογιών.

3.5.9.Χαρακτηριστικά των αποδόσεων

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν από κάθε επέμβαση 8 φυτά και υπολογίστηκαν ο αριθμός των ταξιανθιών, το μήκος των ταξιανθιών, το ξηρό βάρος και η συμπάγεια των ταξιανθιών για τις δυο μεταχειρίσεις.

Ο δείκτης συμπάγειας αξιολογήθηκε από τον τύπο :

(Ξηρό βάρος ταξιανθίας/ μήκος ταξιανθίας, gr/cm).

Ο δείκτης συμπάγειας εκτός από χαρακτηριστικό απόδοσης είναι και δείκτης ποιότητας.

3.5.10. Περιεκτικότητα σε CBD

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν από κάθε επέμβαση 8 φυτά και υπολογίστηκε η περιεκτικότητα σε CBD, ώστε να γίνει σύγκριση ανάμεσα στα καλυμμένα με υλικό εδαφοκάλυψης τεμάχια και στα ακάλυπτα.

3.5.11.Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Stat Graphics (STATGRAPHICS Centurion XVI Version 16.1.18 StatPoint Technologies, Inc.). Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

4.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Φωτισμός στη βάση της φυτείας εκφρασμένη σε ποσοστό % επί της υπέργειας

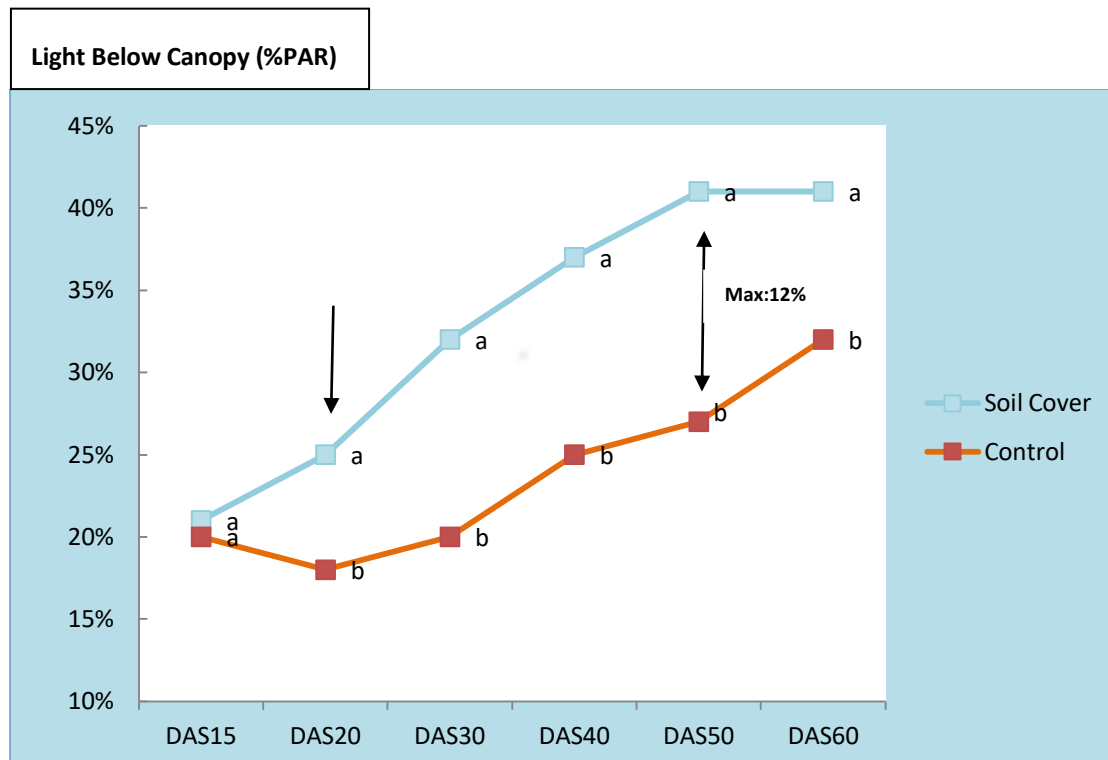
Αφού μετρήθηκε η ενεργός φωτοσυνθετική ικανότητα τόσο πάνω όσο και κάτω από τη φυτεία, υπολογίστηκε ο δείκτης L.B.C(%) ώστε να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα της αντανακλαστικής ιδιότητας του υλικού. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης τόσο αυξάνεται και η αποτελεσματικότητα του υλικού.

Φωτισμός στη βάση της φυτείας εκφρασμένη σε ποσοστό % επί της υπέργειας φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας (PAR) ήταν μεγαλύτερος στα τεμάχια με το υλικό εδαφοκάλυψης. Με τη παρουσία του υλικού αυξάνεται και η αντανάκλαση του φωτός, κυρίως στη περιοχή της βάσης της φυτείας όπου είναι δύσκολη η διαπερατότητα του. Η αύξηση των τιμών οφείλονται αποκλειστικά στην αντανάκλαση του υλικού και οι διαφορές με το ακάλυπτο έδαφος είναι ακόμα πιο εμφανής όσο αυξάνεται η ανάπτυξη της καλλιέργειας και μεγαλώνει η φυλλική επιφάνεια των φυτών.

Όσο αναφορά την φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία τόσο στα καλυμμένα, όσο και στα ακάλυπτα τεμάχια υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις τιμές στα διάφορα χρονικά διαστήματα που έγιναν οι μετρήσεις, μέχρι και την 50 ΗΑΣ για τα καλυμμένα τεμάχια. Στα τελευταία δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά από την 50 ΗΑΣ και την 60 ΗΑΣ, ενώ στα ακάλυπτα όλες οι μετρήσεις μεταξύ τους είχαν σημαντικές διαφορές.

Όσο αναφορά τις διαφορές ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις, το πρώτο διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου, λόγω της περιορισμένης ανάπτυξης της καλλιέργειας δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ τους. Όμως από τις 20 ΗΑΣ και μετά, η διαφορά, των δυο επεμβάσεων, άγγιξε το 7%. Στατιστικώς σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μετά από τις 20ΗΑΣ μεταξύ των καλυμμένων και ακάλυπτων τεμαχίων. Στα τεμάχια με υλικό εδαφοκάλυψης παρατηρήθηκε 7% περισσότερη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία στη βάση της φυτείας σε σύγκριση με τα ακάλυπτα. Στην αρχή της άνθισης (50-60 ΗΑΣ) η διαφορά έφτασε 12% υπέρ των τεμαχίων που είχε εφαρμοσθεί η εδαφοκάλυψη. Παρατηρήθηκε, λοιπόν, υπεροχή κατά μέσο όρο περίπου 10 %, για την βλαστική περίοδο.

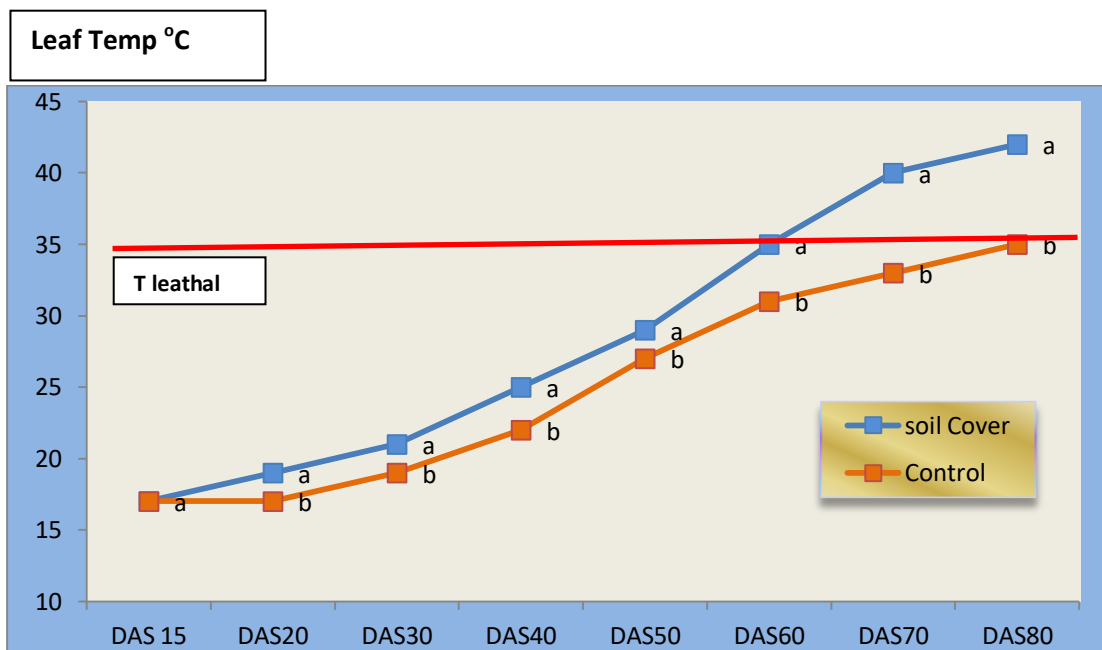
Στο διάγραμμα γίνεται σύγκριση μεταξύ των δυο επεμβάσεων κάθε μέτρησης ξεχωριστά.



Διάγραμμα 1: Φωτισμός στη βάση της φυτείας εκφρασμένη σε ποσοστό % επί της υπέργειας κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (soil)

4.2. Θερμοκρασία φυλλώματος

Όπως διαπιστώσαμε η ύπαρξη υλικού εδαφοκάλυψης επέφερε αύξηση στη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία(PAR). Η αύξηση αυτή επηρέασε και τη θερμοκρασία των φύλλων, που μετρήθηκε με κατάλληλο θερμόμετρο και ήταν μεγαλύτερη στα τεμάχια με κάλυψη σε σχέση με τα ακάλυπτα. Η τιμή της μέσης θερμοκρασίας στα καλυμμένα τεμάχια έφτασε τους 28.5 °C ενώ στο ακάλυπτο ήταν 25,12 °C. Στην αρχή της καλλιέργειας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς διαφορές, ύστερα όμως από την 20 ΗΑΣ οι διαφορές άρχισαν να είναι στατιστικά σημαντικές και εμφανής. Μετά την 60 ΗΑΣ οι θερμοκρασίες ξεπέρασαν το επιθυμητό όριο στα καλυμμένα τεμάχια και δημιούργησε προβλήματα ενώ στο ακάλυπτο δε παρατηρήθηκε τέτοια αύξηση θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 2: Πορεία θερμοκρασίας φύλλου για τις επεμβάσεις καλυμμένο με υφάσμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (soil).

4.3. Ύψος φυτού

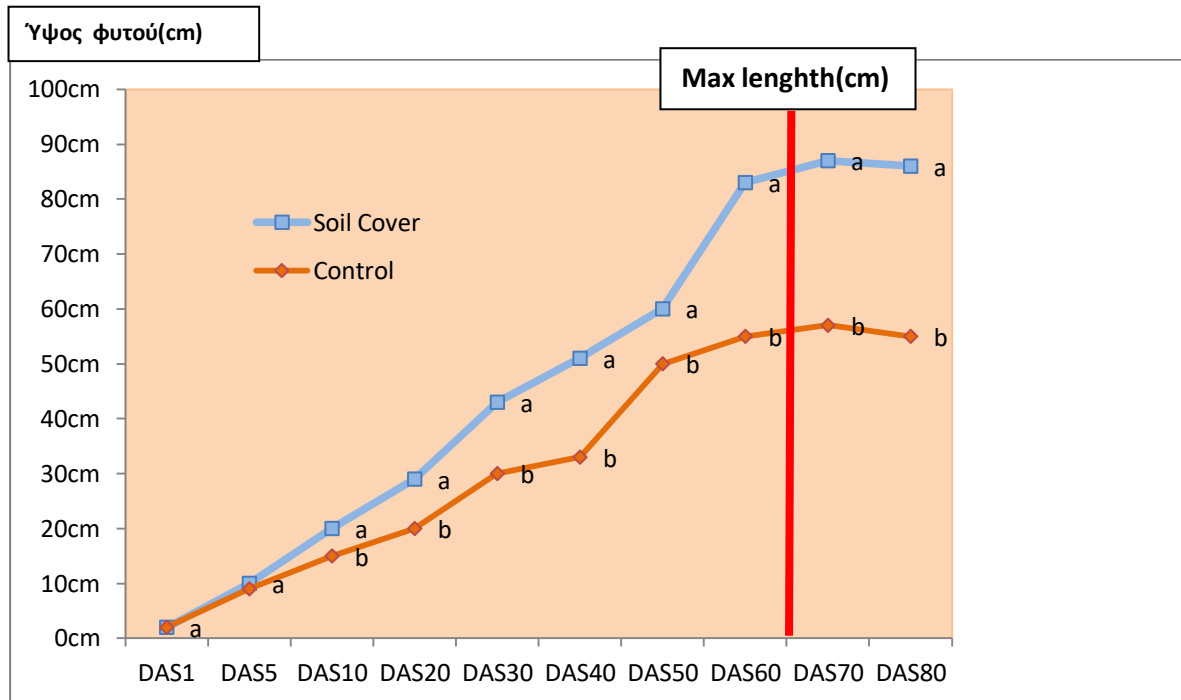
Όσο αναφορά το ύψος του φυτού, παρατηρήθηκε σιγμοειδής ανάπτυξη (ακολουθεί σιγμοειδή καμπύλη) τόσο στα ακάλυπτα όσο και στα καλυμμένα τεμάχια. Με την παρουσία όμως υλικού παρατηρήθηκαν υψηλότερα φυτά, έως και 20 cm. Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με άλλα δεδομένα άλλων καλλιεργειών κανονικής ανάπτυξης- όπως ο αραβόσιτος. Συμπεραίνουμε ότι η αυξημένη φωτοσυνθετική ακτινοβολία δημιούργησε μεγαλύτερα μεσογονάτια διαστήματα. Μέχρι και την 15 ΗΑΣ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις σε κάθε μέτρηση, ενώ ύστερα από αυτή άρχισε να είναι εμφανής η διαφορά.

Ενώ μέχρι την 60^η ημέρα ακολουθούσε αυξητική πορεία το ύψος των φυτών, μετά από αυτή σταμάτησε η ανάπτυξη. Υπάρχουν δυο λόγοι για τη διακοπή αυτή:

- Τα φυτά φτάνουν μέχρι ένα συγκεκριμένο ύψος, οπότε έφτασαν στο τελικό τους ύψος και άρχισε η διαφοροποίηση του κορυφαίου μεριστώματος,

- λόγω επίδρασης της υψηλής θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο άρχισαν να δημιουργούνται συνθήκες καταπόνησης και επιτάχυναν την άνθιση των φυτών.

Στο διάγραμμα γίνεται σύγκριση σε κάθε μέτρηση ξεχωριστά ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις.



Διάγραμμα 3: πορεία ύψους για την για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος

4.4. Ειδική φυλλική επιφάνεια (Specific Leaf Area - SLA) και Ειδικό Βάρος Φυλλώματος (Specific Leaf Weight- SLW)

Όπως όλα τα χαρακτηριστικά που έχουμε εξετάσει μέχρι στιγμής έτσι και το ειδικό βάρος φυλλώματος έχει επηρεαστεί από το υλικό εδαφοκάλυψης, λόγω αύξησης της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας.

Συγκεκριμένα, την 60^η ημέρα από την σπορά, στο καλυμμένο σημειώθηκαν 58,39 cm²/ gr ειδική επιφάνεια φύλλου σε σύγκριση με το ακάλυπτο όπου σημειώθηκε 50,4 cm²/ gr ειδική επιφάνεια φύλλου.

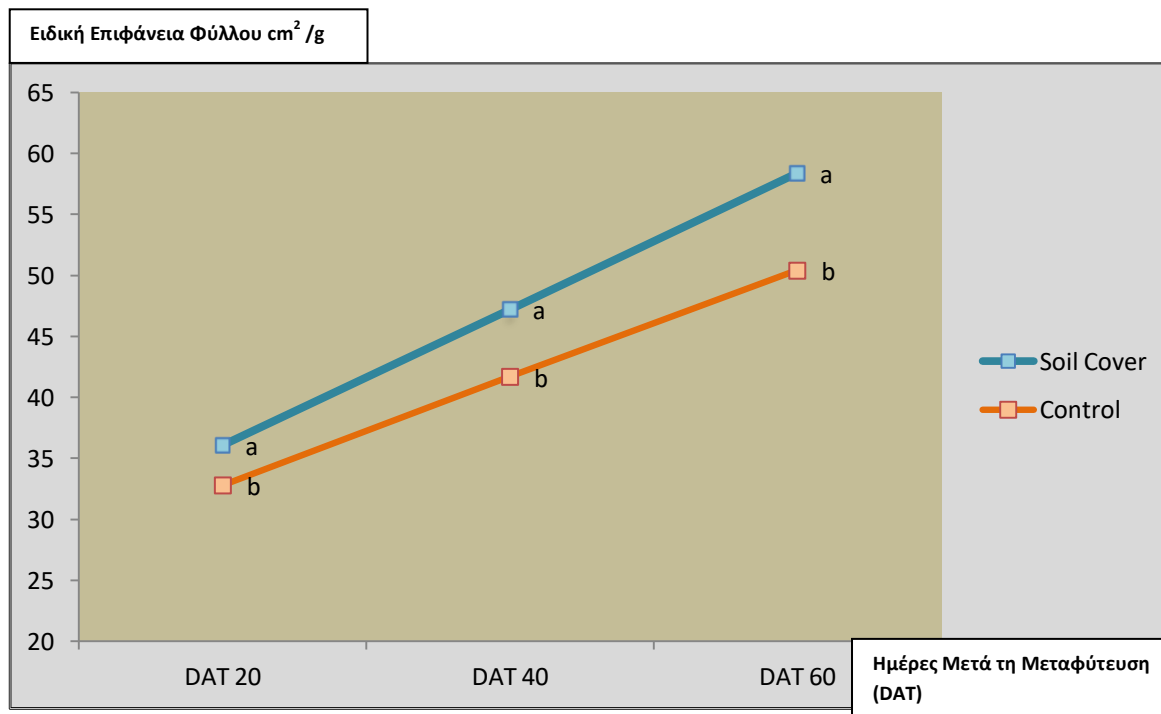
Υπογραμμίζουμε τι υπάρχει διαφοροποίηση από την 20^η ημέρα. Η Ειδική Φυλλική Επιφάνεια (SLA), την 20^η ημέρα, είχε τιμή 36,1 cm²/gr στα καλυμμένα

τεμάχια ενώ στα ακάλυπτα ήταν 32,8 cm²/gr. 40 ΗΑΣ στα καλυμμένα σημειώθηκε 47,2 cm²/gr και στα ακάλυπτα 41,7 cm²/gr.

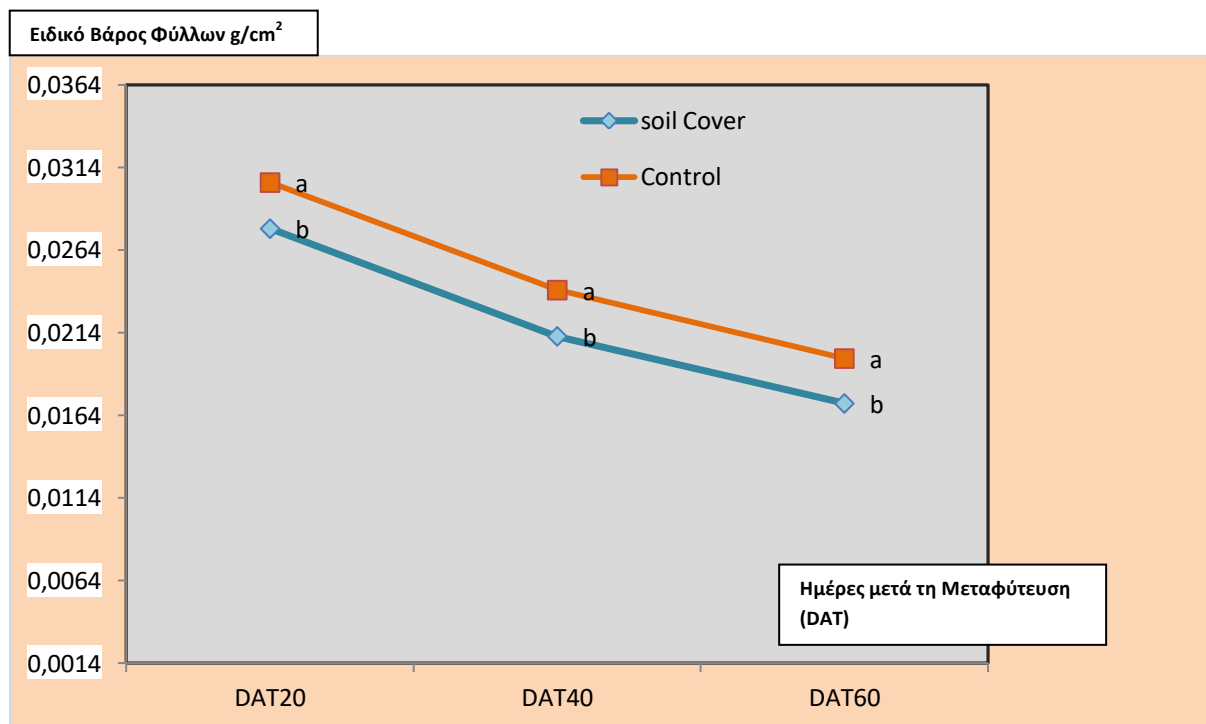
Η ύπαρξη υλικού εδαφοκάλυψης αυξάνει την ειδική φυλλική επιφάνεια 15% περισσότερο από το ακάλυπτο τεμάχιο. Με την αύξηση της φωτοσυνθετικής ακτινοβολίας, το φυτό θέλει να εκμεταλλευτεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό αυτή την αύξηση και έτσι παράγει λεπτότερα και μεγαλύτερης επιφάνειας φύλλα.

Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίστηκαν και στον δείκτη SLW (όπου είναι ο αντίστροφος δείκτης SLA) όπου στα ακάλυπτα τεμάχια το βάρος του φύλλου(g) ανά τετραγωνικό εκατοστό cm² ήταν μεγαλύτερο από τα τεμάχια με παρουσία υλικού εδαφοκάλυψης. Η διαφορά ήταν ίδια σε όλες τις μετρήσεις που έγιναν από την 20^η μέρα έως την 60^η.

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές παρατηρούνται από την πρώτη μέτρηση ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις σε κάθε μέτρηση, ενώ η σύγκριση γίνεται σε κάθε μέτρηση ξεχωριστά



Διάγραμμα 4: SLA για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (soil).

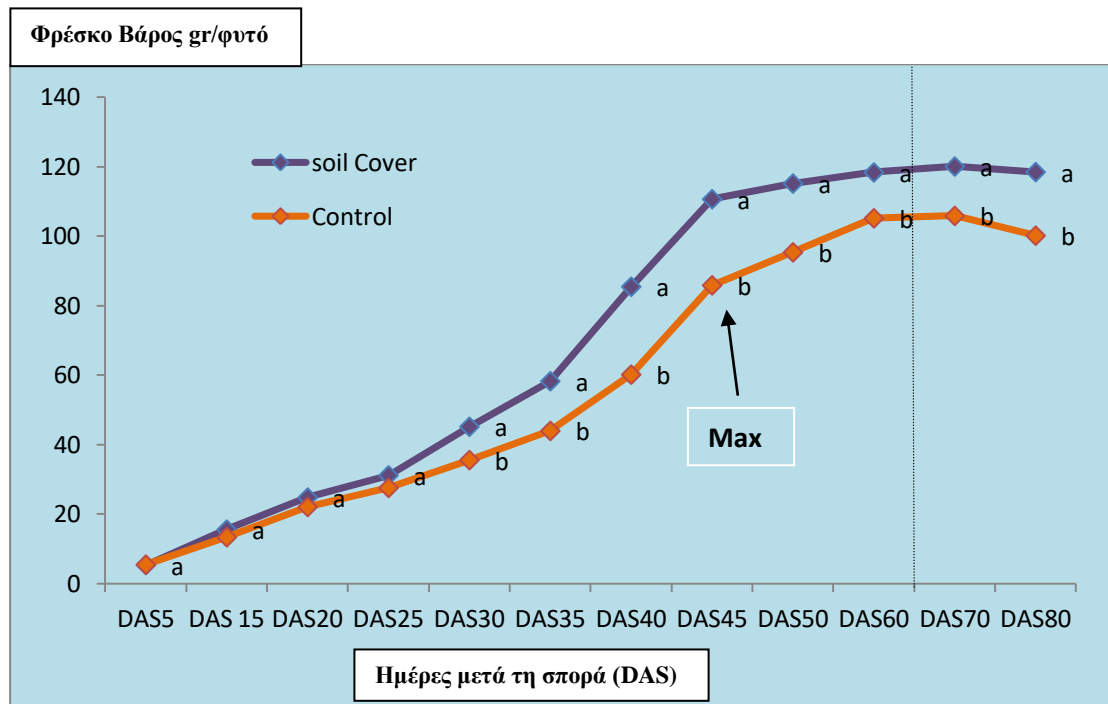


Διάγραμμα 5: SLW για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό κάυσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (soil)

Γ.5. Φρέσκο Βάρος gr/φυτό (χωρίς ταξιανθία)

Όπως και το ύψος, έτσι και το φρέσκο βάρος των φυτών της καλλιέργειας ακολουθεί σιγμοειδή εξίσωση ανάπτυξης. Έως και την 60^η μέρα ακολουθεί αυξητική πορεία ανάπτυξης και ύστερα το φρέσκο βάρος σταθεροποιείται. Αυτό δικαιολογείται ότι ξεκίνησε η ανάπτυξη των ταξιανθιών και όλα τα θρεπτικά στοιχεία πηγαίνουν εκεί. Το φυτό έφτασε στο τελικό του φρέσκο βάρος που ήταν 118,5 g στα τεμάχια με τη κάλυψη και 100,2 στο ακάλυπτο. Η διαφορά μεταξύ των δύο ήταν περίπου 18% υπέρ των τεμαχίων της κάλυψης. Αυτό οφείλετε κυρίως στο γεγονός ότι τα φυτά ήταν υψηλότερα συνεπώς όπως ήταν αναμενόμενο είχαν και μεγαλύτερο φρέσκο βάρος. Η ύπαρξη υλικού εδαφοκάλυψης επηρέασε το φρέσκο βάρος των φυτών θετικά και η διαφορά με τα ακάλυπτα άρχισε να είναι αρκετά εμφανής μετά από την 25^η ημέρα, με την μέγιστη διαφορά να εμφανίζεται την 45^η μέρα.

Μέχρι και την 25^η μέρα δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις, όμως ύστερα από την 25^η μέρα η διαφορά ήταν εμφανής και στατιστικώς σημαντική.

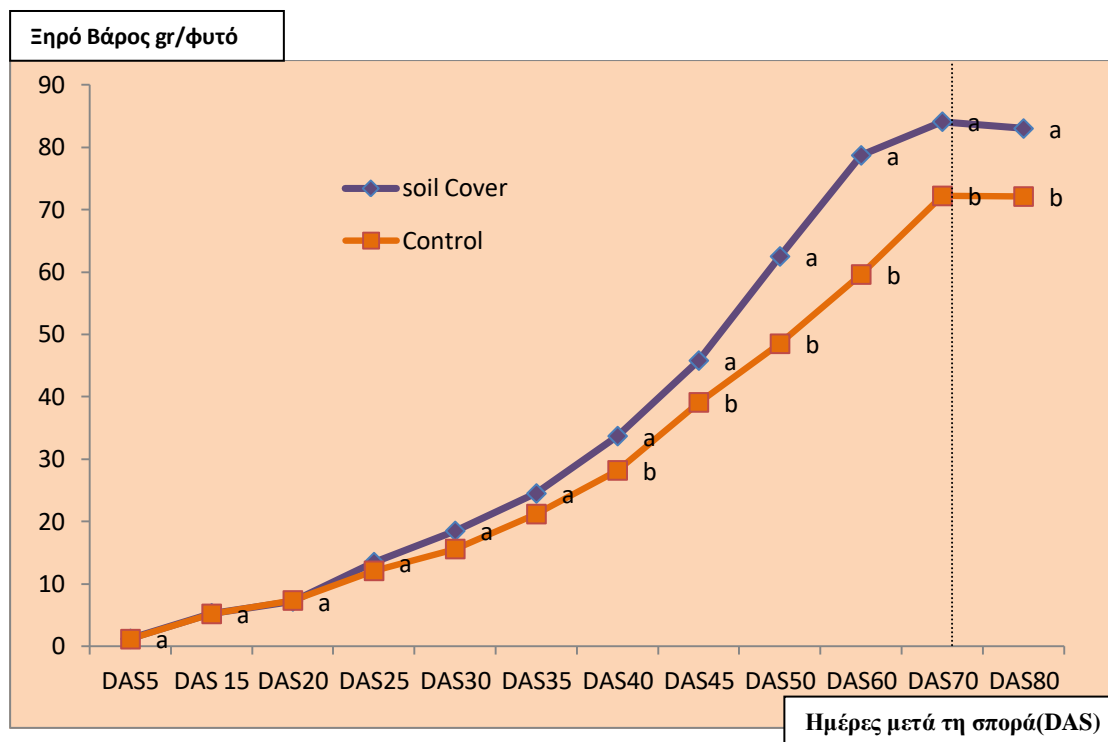


Διάγραμμα 6: Νωπό βάρος φυτού βιομηχανικής κάνναβης για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (soil).

4.6 Ξηρό Βάρος gr/φυτό (χωρίς ταξιανθία)

Όπως και το νωπό, έτσι και το ξηρό βάρος ακολουθεί σιγμοειδή πορεία ανάπτυξης και οι διαφορές ανάμεσα στα καλυμμένα τεμάχια και στα ακάλυπτα ήταν παρόμοιες από με το νωπό βάρος. Σε αυτή την περίπτωση η υπεροχή των τεμαχίων ξεκινά από την 40DAS και η συσσώρευση ξηρού βάρους στις 70DAS όπου παρατηρείται και η τελική τιμή του ξηρού βάρους. Δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μέχρι και την 40^η μέρα από τη σπορά ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις, ενώ μετά από αυτή είναι εμφανής οι διαφορές.

Η τελική ποσοστιαία διαφορά αγγίζει το 15,12% μεταξύ των 2 επεμβάσεων. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας και η υψηλότερη φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία οδήγησε τα φυτά σε υψηλότερους ρυθμούς φωτοσύνθεσης, με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη συσσώρευση φωτοσυνθετικών προϊόντων και υψηλότερο ξηρό βάρος.



Διάγραμμα 7: ξηρό βάρος φυτού βιομηχανικής κάνναβης για τις επεμβάσεις καλυμμένο με υφάσμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (soil).

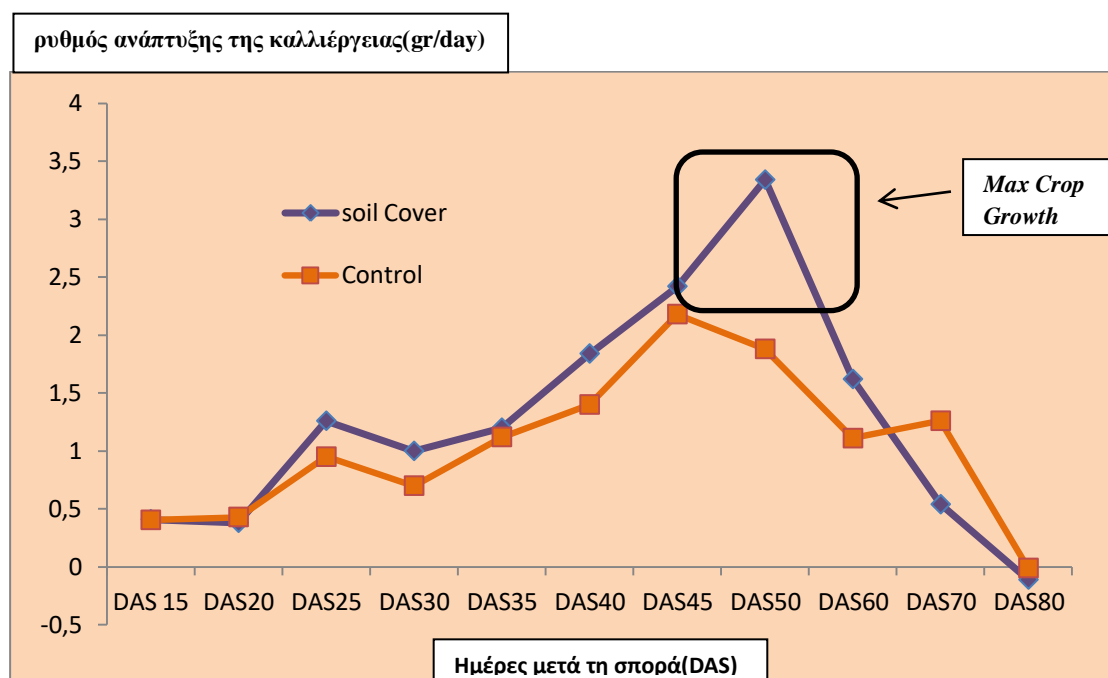
4.7. Ρυθμός Ανάπτυξης της Καλλιέργειας (gr/μέρα)

Παρατηρήθηκαν διαφορές ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις, με υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης να εμφανίζεται στα τεμάχια με εδαφοκάλυψη. Η αύξηση αυτή παρατηρήθηκε από την 25DAS έως την 60DAS και έδωσε υψηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με το ακάλυπτο. Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις στις δυο πρώτες μετρήσεις μέχρι και την 25^η μέρα.

Ο μεγαλύτερος ρυθμός στα τεμάχια με υλικό εδαφοκάλυψης και η μεγαλύτερη διαφορά με τα ακάλυπτα παρατηρήθηκε περί των 50-60 DAS όπου έφτασε και την τιμή των 3,34 g/day. Όμως μετά από την 60^η μέρα άρχισε η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και μετά από την 65^η μέρα τα ακάλυπτα τεμάχια είχαν υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με τα καλυμμένα. Ο λόγος είναι η έλευση των υψηλών θερμοκρασιών φυλλώματος, όπου άρχισε η καταπόνηση του φυτού και μειώθηκε ο ρυθμός ανάπτυξης του. Όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 4.2, όταν οι θερμοκρασίες φυλλώματος ξεπερνούν τους 35 °C έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην

καλλιέργεια. Η αρνητική τιμή που παρουσιάστηκε στο τέλος οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά χάνουν φύλλα και συνεπώς και το ξηρό βάρος μειώνεται κατά λίγο.

Συμπερασματικά από τη πορεία του δείκτη επιβεβαιώνεται η αρχή ότι όταν η θερμοκρασία φυλλώματος υπερβεί τους 35°C το υλικό κάλυψης πρέπει να απομακρύνεται γιατί μειώνεται ο σχετικός ρυθμός ανάπτυξης και είναι κατάλληλη η χρήση του μόνο για δυο βιολογικούς κύκλους τον χρόνο.



Διάγραμμα 8: Ο ρυθμός ανάπτυξης της καλλιέργειας βιομηχανικής κάνναβης για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (soil).

4.8. Ριζικό σύστημα

Και σε αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια με εδαφοκάλυψη σε σχέση με τα ακάλυπτα. Στις 60 DAS όπου έγιναν οι μετρήσεις η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος ήταν μεγαλύτερη στις γλάστρες με εδαφοκάλυψη. Στα τεμάχια αυτά, οι καλύτερες θερμοκρασιακές συνθήκες των φυτών και η αύξηση της φωτοσύνθεσης οδήγησε το φυτό να αναπτύξει μεγαλύτερο ριζικό σύστημα για να καλύψει τις ανάγκες για θρεπτικά στοιχεία.

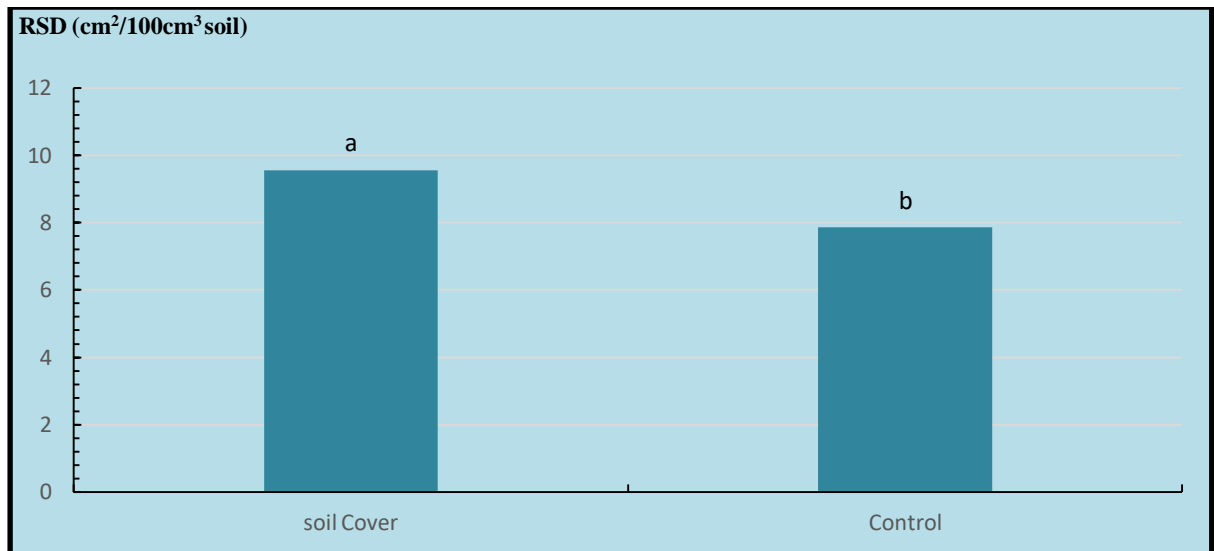
Όσο αναφορά την πυκνότητα μάζας του ριζικού εμφανίστηκαν μεγαλύτερες τιμές στα τεμάχια με εδαφοκάλυψη και η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική ανάμεσα στις

δου επεμβάσεις. Η ξηρή μάζα της ρίζας ήταν 1,35 g/100 cm³ εδάφους, σε σχέση με τα ακάλυπτα τεμάχια που η τιμή ήταν 1,11 g/100 cm³ εδάφους



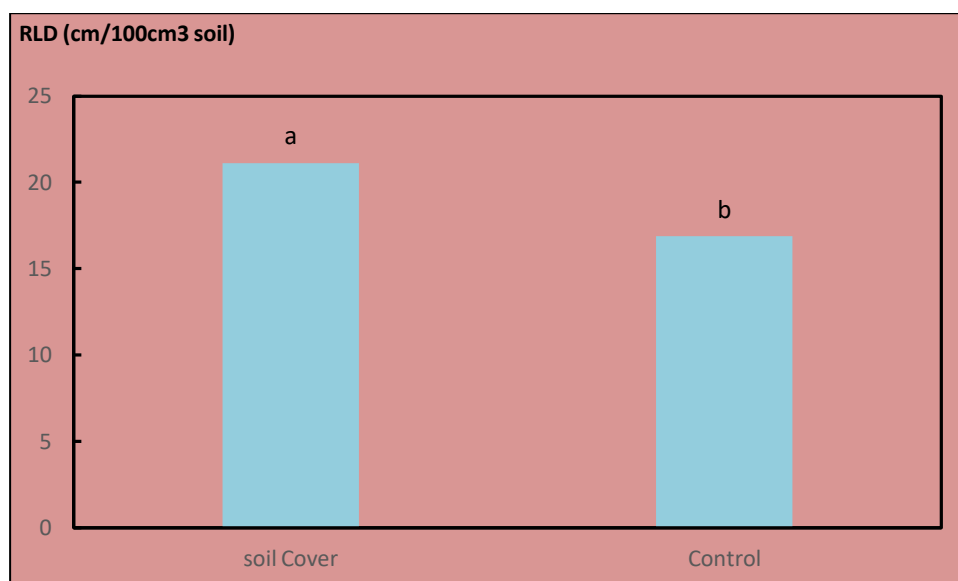
Διάγραμμα 9: Ριζική πυκνότητα μάζας (Root Mass Density) βιομηχανικής κάνναβης για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (soil cover) και ακάλυπτο έδαφος (Control).

Ένα άλλο ποιοτικό χαρακτηριστικό που μας ενδιαφέρει είναι η επιφάνεια του ριζικού συστήματος. Και σε αυτό το χαρακτηριστικό οι διαφορές ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις ήταν στατιστικώς σημαντικές στη μέτρηση που έγινε. Όσο αυξημένη είναι, τόσο μεγαλύτερη είναι η εμβέλεια πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η επιφάνεια του ριζικού συστήματος ήταν 9,56 cm²/100 cm³ εδάφους στα υπό κάλυψη με πλαστικό τεμάχια και 7,85 cm²/100 cm³ εδάφους στα ακάλυπτα τεμάχια.



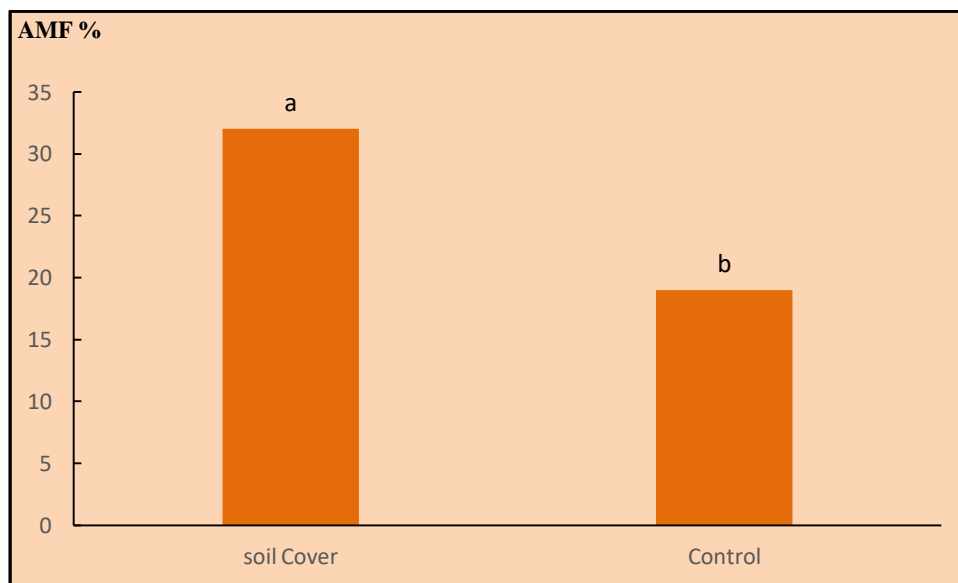
Διάγραμμα 10: Επιφάνεια του ριζικού συστήματος (*Root Surface Density*) βιομηχανικής κάνναβης για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (*Soil Cover*) και ακάλυπτο έδαφος (*Control*).

Τέλος, ένα ακόμα ποιοτικό χαρακτηριστικό που ασχοληθήκαμε για αξιολόγηση της ανάπτυξης της ρίζας είναι η πυκνότητα μήκους του ριζικού συστήματος σε cm /100 cm³. Και σε αυτή την περίπτωση η κάλυψη με υλικό έδωσε καλύτερα αποτελέσματα καθώς η πυκνότητα του ριζικού είναι μεγαλύτερη. Η τιμή ήταν 21,11 cm/100 cm³ εδάφους στα καλυμμένα ενώ στα αντίστοιχα του μάρτυρα (ακάλυπτα) η τιμή ήταν 16,87 cm/100 cm³ εδάφους.



Διάγραμμα 11: Πυκνότητα του ριζικού συστήματος (*Root Length density*) βιομηχανικής κάνναβης για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό κάυσης (*soil cover*) και ακάλυπτο έδαφος (*Control*).

Ένας σημαντικός βιολογικός παράγοντας για την ενίσχυση της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος είναι ο αποικισμός από μυκόρριζα. Οι τιμές που παρατηρήθηκαν στα καλυμμένα τεμάχια ήταν 32% επί του μήκους της ρίζας ενώ στα ακάλυπτα 19%. Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού λειτουργεί ανταγωνιστικά σε μύκητες ριζικού συστήματος σε παθογόνα και κατ' επέκταση την αντιμετώπιση ριζοπαθολογιών.



Διάγραμμα 12: Αποικισμός μυκόρριζας βιομηχανική (*AMF: Arbuscular Mycorrhizal Fungi*) κάνναβης για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό κάυσης (*soil cover*) και ακάλυπτο έδαφος (*Control*).

4.9. Χαρακτηριστικά αποδόσεων

Ο αριθμός των ταξιανθιών που αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικά της απόδοσης, δεν φάνηκε να επηρεάζεται από το υλικό εδαφοκάλυψης, διότι δεν εμφανίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Και στις δυο επεμβάσεις ο αριθμός των ταξιανθιών ήταν παρόμοιος, λόγω του ότι ελέγχεται κυρίως από κληρονομικούς παράγοντες παρά από τους καλλιεργητικούς χειρισμούς. Το φυτό έδωσε μια επάκρεια ταξιανθία και δεν εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον αριθμό των ταξιανθιών.

	Αριθμός Ταξιανθιών/Φυτό	Μήκος ταξιανθίας (cm)	Ξηρό Βάρος Ταξιανθίας(gr)	Συμπάγεια Ταξιανθιών(gr/cm)
Με υλικό εδαφοκάλυψης	1,1 a	19,2 a	21,11 a	1,10 a
Μάρτυρας	1 a	19,1 a	16,87 b	0,88 b

Πίνακας 1. Αριθμός, Μήκος , Ξηρό βάρος και συμπάγεια ταξιανθιών για τις δύο μεταχειρήσεις (καλυμμένο και ακάλυπτο)

Όσο αναφορά το μήκος της ταξιανθίας όπως βλέπουμε στον πίνακα 1 δεν επηρεάστηκε καθόλου από το υλικό εδαφοκάλυψης, καθώς δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του καλυμμένου με πλαστικό εδαφοκάλυψης και των φυτών στα ακάλυπτα τεμάχια και το μέσο μήκος της ταξιανθίας να είναι περίπου 19 cm.

Το χαρακτηριστικό της απόδοσης που εμφάνισε αξιοσημείωτη στατιστική διαφορά διαφορά με παρουσία υλικού ήταν το ξηρό βάρος της ταξιανθίας. Η αύξηση των τιμών του χαρακτηριστικού παρουσία υλικού ,παρατηρείται λόγω του υψηλότερου ρυθμού φωτοσύνθεσης στα καλυμμένα τεμάχια, οπότε γίνεται μεταφορά φωτοσυνθετικών στοιχείων κατά τον σχηματισμό των ταξιανθιών. το ξηρό βάρος ταξιανθίας ήταν 21,11 gr ενώ στα ακάλυπτα το μέσο ξηρό βάρος της ταξιανθίας ήταν 16,87 gr.

Τέλος μέσω του τύπου :

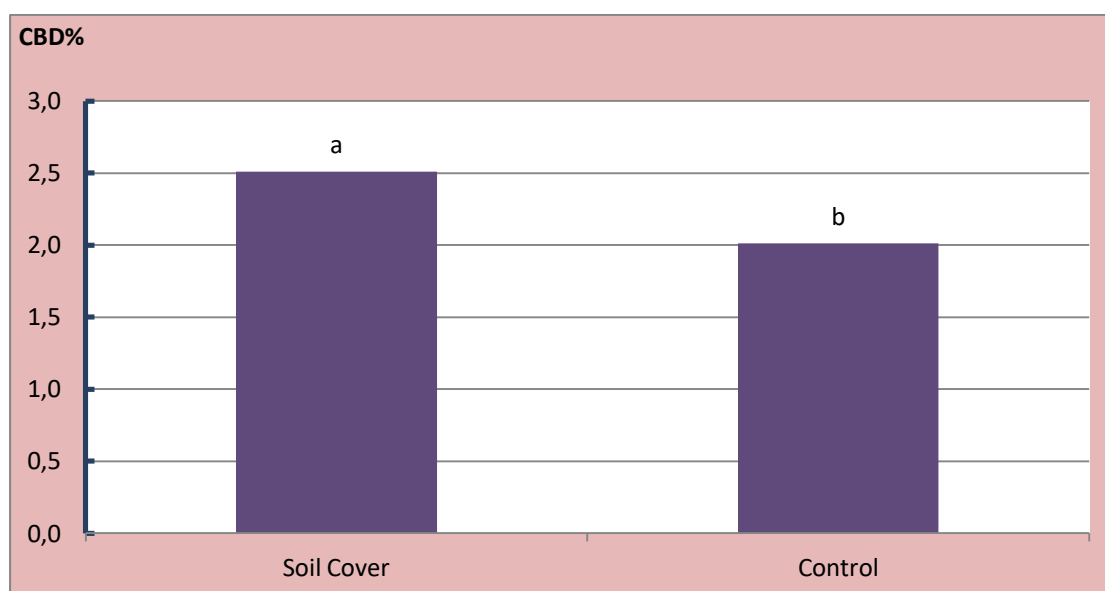
$$\text{Ξηρό βάρος ταξιανθίας/ μήκος ταξιανθίας (gr/cm)}$$

Υπολογίστηκε ο δείκτης συμπάγειας.

Ο δείκτης συμπάγειας ήταν μεγαλύτερος στα καλυμμένα τεμάχια (1,10 gr/cm) σε σύγκριση με τα ακάλυπτα (0,88 gr/cm). Ο δείκτης συμπάγειας εκτός από χαρακτηριστικό απόδοσης είναι και δείκτης ποιότητας.

4.10. Περιεκτικότητα σε CBD

Η παρουσία υλικού εδαφοκάλυψης φάνηκε να επηρεάζει θετικά την περιεκτικότητα σε κανναβιδιόλη, όπου είναι και ο τελικός σκοπός όλων των παραγωγών που καλλιεργούν βιομηχανική κάνναβη για το έλαιο του φυτού. Οι τιμές που παρατηρήθηκαν ήταν 2,51% στα τεμάχια με υλικό εδαφοκάλυψης και 2,01% στα ακάλυπτα τεμάχια. Συμπερασματικά η αύξηση της περιεκτικότητας αυξάνει την ικανότητα επίδρασης του ελαίου άρα και την τιμή του.



Διάγραμμα 13. Περιεκτικότητα σε CBD (κανναβιδιόλη) για τις επεμβάσεις καλυμμένο με ύφασμα εδαφοκάλυψης με επιβραδυντικό καύσης (Soil Cover) και ακάλυπτο έδαφος (Control).

5.Συζήτηση- Συμπεράσματα

Η μελέτη της επίδρασης του υλικού εδαφοκάλυψης στην ανάπτυξη και στα χαρακτηριστικά της απόδοσης βιομηχανικής κάνναβης στο θερμοκήπιο, παρουσίασε αξιοσημείωτες στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με το ακάλυπτο τεμάχιο και προέκυψαν οι παρακάτω εκτιμήσεις.

Φωτισμός στη βάση της φυτείας εκφρασμένη σε ποσοστό % επί της υπέργειας

Από τη μελέτη και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι υπήρχαν στατιστικώς σημαντική επίδραση του υλικού εδαφοκάλυψης στη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία και στατιστικώς σημαντική διαφορά με το ακάλυπτο έδαφος. Η παρουσία του υλικού αύξησε την φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία τόσο πάνω, όσο και κάτω από τη φυτεία. Λόγω της αντανάκλαστικής ικανότητας του υλικού, επέτρεπε στη φυλλική επιφάνεια που είναι στη βάση να φωτοσυνθέτει και έτσι μείωνε την παρεμπόδιση του φωτός, σε αντίθεση με το ακάλυπτο έδαφος. Η διαφορά που βρέθηκε ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις ήταν 10%. Δηλαδή απαιτείται 10% λιγότερη απαιτούμενη ενέργεια στο θερμοκήπιο στα καλυμμένα τεμάχια λόγω αύξησης της φωτοσύνθεσης.

Αυτή η αύξηση μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής με τη χρήση υλικού εδαφοκάλυψης, μέσω μείωσης του μέχρι και 5%, καθώς το 50% του κόστους είναι η ενέργεια για φωτισμό.

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε από το διάγραμμα 1 ότι με την παρουσία υλικού εδαφοκάλυψης το 59% του φωτός περιορίζεται και δεν διεισδύει κάτω από τη φυλλική επιφάνεια, ενώ στα ακάλυπτα το 68% δεν διεισδύει. Ο φωτισμός στη βάση της φυτείας στα καλυμμένα τεμάχια αγγίζει το 41% ενώ στα ακάλυπτα το 32%, ενώ οι διαφορές αρχίζουν από τις πρώτες μέρες.

Αξίζει να αναφέρουμε το πλεονέκτημα καλλιέργειας βιομηχανικής κάνναβης σε γλάστρες στο θερμοκήπιο έναντι καλλιέργειας στον αγρό. Δεδομένα από άλλες έρευνες σε αγρό της Ολλανδίας δείχνουν ότι η παρεμπόδιση της ηλιακής ακτινοβολίας λίγο πριν τη συγκομιδή φτάνει το 90%(H M G Van Der Werf,1996) κάτι που δείχνει ότι ακόμα και στις ακάλυπτες γλάστρες έχουμε συγκριτικό αποτέλεσμα.

Θερμοκρασία φύλλου

Υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις, όπου με την παρουσία υλικού αυξανόταν η θερμοκρασία των φύλλων. Λόγω αύξησης της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας, είναι αναμενόμενη και η αύξηση της θερμοκρασίας. Η διαφορά ανάμεσα στις δυο επεμβάσεις ήταν 3,38°C,

Η αύξηση αυτή έχει και θετικά και αρνητικά αποτελέσματα στην πορεία της καλλιέργειας. Είναι ιδιαίτερα επιθυμητό τους μήνες Οκτώβρη έως Απρίλιο όπου οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος είναι αρκετά χαμηλές και το θερμοκήπιο χρησιμοποιεί θέρμανση. Έτσι με την ύπαρξη υλικού κάλυψης μπορεί να μειώσει τις ανάγκες σε θέρμανση, τόσο των φυτών όσο και του χώρου.

Όμως κατά τους θερινούς μήνες, όπου οι θερμοκρασίες της ατμόσφαιρας και ιδιαίτερα του φυτού αυξάνονται πάνω από τους 35 °C, τότε η κάλυψη έχει αρνητικές επιπτώσεις, καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας επιτείνει το πρόβλημα μείωση του ρυθμού αύξησης του φυτού.

Συμπερασματικά η κάλυψη μπορεί να καλύψει δύο κύκλους της καλλιέργειας το χρόνο από τις τέσσερις που εκτιμάμε ότι θα έχουμε σε Ελληνικές συνθήκες.

Η ανάπτυξη του φυτού και των φύλλων εξαρτάται από την θερμοκρασία που επικρατεί στο περιβάλλον ανάπτυξης τους. Αποτελέσματα δείχνουν ότι για την εμφάνιση των 50% των φυτών από τη σπορά μέχρι τα 10 φύλλα, το χρονικό διάστημα υπολογίστηκε στις 19 μέρες στους 28°C, ενώ στους 10 °C διήρκεσε 86 μέρες. Όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 30 °C έχει μείωση στην ανάπτυξη του φυτού, καθώς και μείωση στη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία, ενώ η ιδανική θερμοκρασία είναι 10 με 28 °C (H M G Van Der Werf, 1995). Τα δεδομένα συμφωνούν με τη θεωρία μας, ότι η χρήση του υλικού εδαφοκάλυψης είναι κατάλληλη μόνο για τους δυο βιολογικούς κύκλους.

Ύψος φυτού

Παρατηρήθηκε κάτι το οποίο συμβαίνει και σε άλλες καλλιέργειες κανονικής ανάπτυξη όπως ο αραβόσιτος , όπου η αυξημένη φωτοσυνθετική ακτινοβολία δημιούργησε μεγαλύτερα μεσογονάτια διαστήματα και τελικά υψηλότερα φυτά έως και 20 cm στα καλυμμένα τεμάχια. Σύμφωνα με μια μελέτη καλλιέργειας αραβόσιτου, η ύπαρξη καλλιέργειας εδαφοκάλυψης στη διάρκεια ανάπτυξης της

καλλιέργειας είχε θετικά αποτελέσματα στο ύψος και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του φυτού σε σχέση με το ακάλυπτο τεμάχιο (M. G. Wagger, 1989).

Ειδική φυλλική επιφάνεια (Specific Leaf Area - SLA) και Ειδικό Βάρος Φυλλώματος (Specific Leaf Weight- SLW)

Είναι πλέον αποδεδειγμένο εδώ και κάποια χρόνια, ότι η διακύμανση στη δομή του φύλλου, συνήθως προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας τον δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA). Ο δείκτης αυτός σχετίζεται με τις διακυμάνσεις της μάζας του φύλλου και την περιοχή που πραγματοποιείται η φωτοσύνθεση και την αλληλένδετη σχέση με αυτή και τη πρόσληψη- αφομοίωση αζώτου (El-Sharkawy et al, 1965, Field, C. & Mooney, H.A. 1986). Παρόλα αυτά δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως η σχέση του δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας και τη φωτοσυνθετική ικανότητα και τη πρόσληψη N. Είναι αποδεκτό ότι τα φύλλα έχουν μικρότερο SLA αν είναι πιο συμπαγή(μεγαλύτερη μάζα / cm²) και πιο πυκνή η φυτεία(Garnier, E. & Laurent, G. 1994). Προηγούμενες μελέτες υποστηρίζουν ότι είδη με υψηλότερα επίπεδα SLA έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση N και φωτοσυνθετικής ικανότητας(Field, C. & Mooney, H.A. 1986, Reich, P.B.et al., 1991, Reich, P.B.,et al, 1992) ενώ επηρεάζει τη σχέση φωτοσυνθετικής ικανότητας- N (Reich, P.B., 1994). Ποικιλίες με πιο πυκνά και χοντρά φύλλα έχουν μικρότερη φωτοσυνθετική ικανότητα, καθώς μικραίνει η επιφάνεια πρόσληψης φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας & υπάρχει περισσότερη σκιά στο κάτω μέρος της φυτείας (Terashima, I. & Hirotsuka, K. 1995)

Όπως αναφέραμε οι τιμές της ειδικής φυλλικής επιφάνειας στα τεμάχια με υλικό εδαφοκάλυψης ήταν υψηλότερες από τα ακάλυπτα τεμάχια. Με την αύξηση της φωτοσυνθετικής ακτινοβολίας, το φυτό θέλει να εκμεταλλευτεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό αυτή την αύξηση και έτσι παράγει λεπτότερα και μεγαλύτερης επιφάνειας φύλλα. Λόγω αύξησης της φυλλικής επιφάνειας στο cm² στα καλυμμένα τεμάχια, είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί και το βάρος στο cm². Βέβαια το βάρος των φύλλων μειώνεται κατά την πορεία της καλλιεργητικής περιόδου διότι μετακινούνται τα φωτοσυνθετικά συστατικά σε άλλα μέρη του φυτού και κυρίως στα ανθικά μέρη, όταν σχηματιστούν.

Φρέσκο Βάρος gr/φυτό (χωρίς ταξιανθία)

Όπως και το ύψος, έτσι και το φρέσκο βάρος αυξήθηκε με την παρουσία υλικού εδαφοκάλυψης. Η αύξηση αυτή ήταν αναμενόμενη, καθώς το ύψος του φυτού αυξήθηκε, συνεπώς παρατηρήθηκε και μεγαλύτερο φρέσκο βάρος. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι μετά την 60DAS τα φυτά σταμάτησαν να αυξάνουν το φρέσκο βάρος τους λόγω της ανάπτυξης των ταξιανθιών και όλα τα θρεπτικά συστατικά μεταφέρθηκαν εκεί.

Ξηρό Βάρος gr/φυτό (χωρίς ταξιανθία)

Την ίδια πορεία – με το φρέσκο βάρος- ανάπτυξης ακολουθεί και το ξηρό βάρος. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας, του ύψους και η υψηλότερη φωτοσυνθετική ενεργή ακτινοβολία οδήγησε τα φυτά σε υψηλότερους ρυθμούς φωτοσύνθεσης, με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη συσσώρευση φωτοσυνθετικών προϊόντων και υψηλότερο ξηρό βάρος.

Ρυθμός ανάπτυξης φυτείας gr/day

Ο ρυθμός ανάπτυξης είχε υψηλότερους ρυθμούς στο τεμάχια με υλικό εδαφοκάλυψης, με το μέγιστο ρυθμό να παρατηρείται στις 50-60 μέρες μετά τη σπορά. Όμως μετά από αυτές η παρουσία υψηλών θερμοκρασιών φυλλώματος, προκάλεσε καταπόνηση του φυτού και μείωσε το ρυθμό ανάπτυξης του στα καλυμμένα τεμάχια και τιμές μικρότερες από τα ακάλυπτα. Η αρνητική τιμή που παρουσιάστηκε στο τέλος οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά χάνουν φύλλα και συνεπώς και το ξηρό βάρος μειώνεται κατά λίγο.

Δεδομένα από καλλιέργειες καλαμποκιού δείχνουν ότι η ύπαρξη αρκετά υψηλών θερμοκρασιών, ειδικά στο στάδιο της αναπαραγωγής μείωσε την απόδοση κατά 80-90% σε σχέση με την ύπαρξη φυσιολογικών θερμοκρασιών, καθώς και το ρυθμό ανάπτυξης της φυτείας (Jerry L.Hatfield, 2015).

Συμπερασματικά από τη πορεία του δείκτη επιβεβαιώνεται η αρχή ότι όταν η θερμοκρασία φυλλώματος υπερβεί τους 35 ο C το υλικό κάλυψης πρέπει να απομακρύνεται γιατί μειώνεται ο σχετικός ρυθμός ανάπτυξης.

Ριζικό σύστημα Κάνναβης

Όπως αναφέραμε για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ανάπτυξης της ρίζας, η παρουσία υλικού εδαφοκάλυψης στα τεμάχια έδωσε καλύτερες τιμές σε σχέση με τις

ακάλυπτες γλάστρες. Οι καλύτερες θερμοκρασιακές συνθήκες του φυτού και η ανάγκη τους για αυξημένη φωτοσύνθεση οδήγησε το φυτό να αναπτύξει μεγαλύτερο ριζικό σύστημα για να καλύψει τις θρεπτικές του ανάγκες. Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ριζική πυκνότητα μάζας ($\text{g}/100 \text{ cm}^3$), επιφάνεια του ριζικού συστήματος ($\text{cm}^2 /100\text{cm}^3$), πυκνότητα μήκους του ριζικού συστήματος ($\text{cm}/100 \text{ cm}^3$) και αυξημένος αποικισμός από μυκόρριζα.

Ο αποικισμός από μυκόρριζες συμβάλλει στην απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων καθώς και στη σύνθεση βιοσυνθετικών ουσιών που ενδεχομένως συμβάλλουν στη σύνθεση τερπενίων και CBD. Ο αποικισμός της ρίζας από μυκόρριζες επηρεάζεται θετικά από την ανάπτυξη της ρίζας και τη θερμοκρασία.

Δεδομένα από πειράματα σε καλλιέργειες καλαμποκιού δείχνουν ότι η θερμοκρασία παίζει βασικό ρόλο στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος λόγω των αυξημένων αναγκών του φυτού, έδειξε αύξηση 5 cm όταν η θερμοκρασία αυξήθηκε από 18 στους 25 °C (A. D. Mackay et al., 1984). Επιπλέον μελέτες σε φυτά κανονικής ανάπτυξης έδειξαν ότι η ανάπτυξη και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ρίζας εξαρτώνται από το ρυθμό φωτοσύνθεσης. Όσο αυξάνεται η φωτοσύνθεση, τόσο αυξανόταν το μήκος και τα άλλα χαρακτηριστικά της ρίζας, όταν επικρατούσε σκοτάδι η επιμήκυνση μειωνόταν & ύστερα από 2-3 μέρες παρουσία σκότους σταματούσε πλήρως η αύξηση της ρίζας. Η αιτιολόγηση είναι ότι με την αύξηση της φωτοσύνθεσης, οι ρίζες προσλάμβαναν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά από τα φύλλα για την επιμήκυνση τους, ώστε να στηρίζουν το φυτό (Lennart Eliasson, 1968).

Χαρακτηριστικά αποδόσεων

Η παρουσία υλικού κάλυψης δεν φάνηκε να επηρεάζει τον αριθμό των ταξιανθιών, ούτε το μήκος της ταξιανθίας όπου δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του καλυμμένου με πλαστικό εδαφοκάλυψης και των φυτών στα ακάλυπτα τεμάχια. Όμως το ξηρό βάρος της ταξιανθίας εμφάνισε μεγαλύτερες τιμές με την παρουσία υλικού λόγω υψηλότερου ρυθμού φωτοσύνθεσης στα τεμάχια που καλύφθηκαν. Η φωτοσύνθεση τροφοδοτεί το φυτό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του με τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Στο στάδιο της βλάστησης να αποκτήσει το επιθυμητό ύψος, τα φύλλα και το ριζικό σύστημα και στο στάδιο της άνθησης μεταφέρονται όλα τα αποθησαυριστικά συστατικά στην ταξιανθία. Έτσι η αυξημένη φωτοσύνθεση σε όλα

τα στάδια της φυτείας παρέχει στο φυτό περισσότερα θρεπτικά συστατικά που μεταφέρονται στη ταξιανθία, με αποτέλεσμα το αυξημένο βάρος της ταξιανθίας και αύξηση της απόδοσης.

Περιεκτικότητα σε CBD

Η περιεκτικότητα σε κανναβιδιόλη φάνηκε να επηρεάζεται θετικά από τη ύπαρξη υλικού εδαφοκάλυψης, καθώς μελέτες δείχνουν ότι αυξάνεται με την αύξηση της φωτοσύνθεσης, φωτοπεριόδου, ποιότητας του φωτός και της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας.

Κάποιες άλλες έρευνες όμως υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει πάντα συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης φωτοσύνθεσης και του CBD. Για παράδειγμα οι Potter and Duncombe, (2012) χρησιμοποιώντας διαφορετικά επίπεδα έντασης φωτισμού δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στο CBD & THC, παρόλα αυτά οι ίδιοι άλλη χρονιά βρήκαν διαφορές. Σε αντίθεση με την πρώτη έρευνα ο Vanhove et al (2011) υποστηρίζει ότι η αυξημένη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα CBD (Karla Garcia,2012).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελένη Τσαλίκη, Απόστολος Καλύβας, Ελένη Μαλούπα, 2016, Οδηγος καλλιέργειας κλωστικής κανναβης στην Ελλάδα (Cannabis Sativa L.)

Κούστα, Αγγελική, 2011, Επίδραση της οργανικής λίπανσης και διαφορετικών επιπέδων άρδευσης στην ανάπτυξη και στις αποδόσεις βιομηχανικής κάνναβης (Cannabis sativa L.)

Παπαδόπουλου, Δ. 1974. Η κάνναβις. Β έκδοσις.

Adam R. Winstock, 2013, Synthetic cannabis: A comparison of patterns of use and effect profile with natural cannabis in a large global sample, 106-111 Hillig and Mahlberg, 2004, A chemotaxonomic analysis of cannabinoid variation in Cannabis(Cannabaceae)[‡]

A. D. Mackay ,S. A. Barber, 1984, Soil Temperature Effects on Root Growth and Phosphorus Uptake by Corn, p. 818-823

Amaducci S, Errani M, Venturi G (2002) Response of hemp to plant population and nitrogen fertilization. Ital J Agron 6 (2):103–111

Amaducci, S., D. Scordia, F.H. Liu, S.L. Cosentino. 2014. Key cultivation techniques for hemp in Europe in China. Industrial Crops and Products. 06:041.

Angelini, L.G., S. Tavarini, M.D. Candilo. 2016. Performance of new and traditional fiber hemp (Cannabis sativa L.) cultivars for novel applications: Stem, Bark, and Core Yield and Chemical Composition. Journal of Natural Fibers. 13:2, 238-252.

Bloomquist, E.R. (1971): Marijuana: The Second trip (rev. ed.) Beverly Hills, C.A. Glencoe Press.recher, E.M. & the Editors of

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

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

Cheng, David, Spiro, Adena S., Jenner, Andrew M., Garner, Brett, Karl, Tim, 2014, Long-Term Cannabidiol Treatment Prevents the Development of Social Recognition Memory Deficits in Alzheimer's Disease Transgenic Mice

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

Clarke R.C., 1997. Hanf - Botanik, Anbau, Vermehrung und Züchtung. [Hemp - botany, cultivation, propagation and breeding.] AT, Aarau, Switzerland

Crowley, J.G., 2001, Crowley, J.G., The Performance of Cannabis Sativa (HEMP) as a Fibre Source for Medium Density Fibre Board (MDF).

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

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

Desanlis, M., Aubertot, J. N.; Mestries, E.; Debaeke, P. Analysis of the Influence of a Sunflower Canopy on Phomopsis helianthi Epidemics as a Function of Cropping Practices. Field Crops Res. 2013, 149, 63–75

Divashuk MG, Alexandrov OS, Razumova OV, Kirov IV, Karlov GI (2014) Molecular cytogenetic characterization of the dioecious Cannabis sativa with an XY chromosome sex determination system

El-Sharkawy, M. & Hesketh, J. (1965) Photosynthesis among species in relation to characteristics of leaf anatomy and CO₂diffusion resistance. *Crop Science* **12**, 517–521.

Ethan B. Russo, 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

Field, C. & Mooney, H.A. (1986) The photosynthesis–nitrogen relationship in wild plants. *On the Economy of Plant Form and Function* (ed. T. Givnish), pp. 25–55. Cambridge University Press, Cambridge.

Garnier, E. & Laurent, G. (1994) Leaf anatomy, specific mass and water content in congeneric annual and perennial grass species. *New Phytologist* **12**, 725–736.

Haney, A.Kutscheid, B.B.,1975, Ecological study of naturalized hemp (*Cannabis sativa* L.) in east-central Illinois

Hayward H.E., 1951. The Structure of Economic Plants. Macmillan, New York, USA. 214-245

H M G Van der Werf W C A van Geel & M Wijnhuizen, 1987-1993, Agronomic research on hemp (*Cannabis sativa* L.) in The Netherlands,

H M G Van Der Werf, E W J M Mathijssen and A J Haverkort, 1996, The potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) for sustainable fibre production: a crop physiological appraisal, 129:109-123

Hu, J., Y. Su, B. Tan, D. Huang, W. Yang, M. Schull, M.A. Bull, J.V. Martonchik, D.J.Diner, Y. Knyazikhin, and R.B. Myeni. 2007. Analysis of the MISR LAI/FPAR product for spatial and temporal coverage, accuracy, and consistency. *Remote Sensing of Environment* 107: 334-347.

HUI-LIN LI 1,1973, An Archaeological and Historical Account of Cannabis in China,437-448

Jerry L.Hatfield, John H.Prueger,2015, Temperature extremes: Effect on plant growth and development, Pages 4-10

John M. McPartland,1997, Cannabis as repellent and pesticide, 89-90

Karla Garcia,2012, Light is one of the most important environmental factors when trying to grow high value hemp products.

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

K.J.McCree, 1966, A solarimeter for measuring photosynthetically active radiation, p. 353-366

Kohiyouma M, Lee I, Iida O, Kurihara K, Yamada K, Makino Y, Sekita S, Satake M (2000) Intraspecific variation in *Cannabis sativa* L. based on intergenic spacer region of chloroplast DNA. *Phar. Bull. Biol Pharm Bull* 23:727–730

Lennart Eliasson, 1968, Dependence of Root Growth on Photosynthesis in *Populus tremula*

Lisa L.Pittman,2018, The hemp revolution will not be televised...yet,7-8

Menzel MY (1964) Meiotic chromosomes of monoecious Kentucky hemp (*Cannabis sativa*). *Bull Torrey Bot Club* 91:193–205

Michaletz, Sean & Blonder, Benjamin. (2018). A model for leaf temperature decoupling from air temperature. *Agricultural and Forest Meteorology*. 262. 354-360. 10.1016/j.agrformet.2018.07.012

Michael P. Fleming, 1998, Physical evidence for the antiquity of *Cannabis sativa* L.,

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

M. G. Wagger, 1989, Cover Crop Management and Nitrogen Rate in Relation to Growth and Yield of No-Till Corn

M. G. Rowan ,j. W. Fairbairn, 1977, Cannabinoid patterns in seedlings of *Cannabis sativa* L. and their use in the determination of chemical race

Mohan Ram HY, Nath R (1964). The morphology and embryology of *Cannabis sativa* Linn.. *Phytomorphology* 14:414-429

M.I. ryder , thea gabra-sanders, 1987, a microscopic study of remains of textiles made from plant fibres,

Mohan Ram HY, Jaiswal VS (1972) Induction of male flowers on female plants of

Moliterni VMC, Cattivelli L, Ranalli P, Mandolino G (2004) The sexual differentiation of *Cannabis sativa* L.: a morphological and molecular study. *Euphytica* 140:95–106

Olga V. Razumova & Oleg S. Alexandrov & Mikhail G. Divashuk & Tatiana I. Sukhorada & Gennady I. Karlov, 2015, Molecular cytogenetic analysis of monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars reveals its karyotype variations and sex chromosomes constitution

Osono, Yoko & Ishida, Atsushi & Tateno, Masaki. (2008). Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots. *The New phytologist*. 179. 417-27. 10.1111/j.1469-8137.2008.02476.x.

Pietola LM (2005) Root growth dynamics of spring cereals with discontinuation of mouldboard ploughing. *Soil Till Res* 80:103–114

Poiša L.1 , Adamovičs A. 1 , Jankauskiene Z.2 , Gruzdeviene E.2, 2009, INDUSTRIAL HEMP (*CANNABIS SATIVA* L.) AS A BIOMASS CROP

Reich, P.B., Walters, M.B., Ellsworth, D.S. (1991) Leaf age and season influence the relationships between leaf nitrogen, leaf mass per area, and photosynthesis in maple and oak trees. *Plant, Cell and Environment* 12, 251–259.

Reich, P.B., Walters, M.B., Ellsworth, D.S. (1992) Leaf lifespan in relation to leaf, plant and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecological Monographs* 12, 365–392.

Reich, P.B., Walters, M.B., Ellsworth, D.S., Uhl, C. (1994) Photosynthesis–nitrogen relations in Amazonian tree species. I. Patterns among species and communities. *Oecologia* 12, 62–72.

R. Overman, 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).

Sakamoto K, Akiyama Y, Fukui K, Kamada H, Satoh S (1998) Characterization; genome sizes and morphology of sex chromosomes in hemp (*Cannabis sativa* L.). *Cytologia* 63:459–464

Salentijn, E.M.J., Q. Zhang, S. Amaducci, M. Yang, L.M. Trindade. 2015. New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. *Industrial Crops and Products*. 68. 32-41.

Schenk HJ, Jackson RB (2002) Rooting depths, lateral spreads, and belowground/aboveground allometries of plants in water-limited ecosystems. *J Ecol* 90:480–494

Schultes, R.E. and Hofmann, 1980, *The botany and chemistry of hallucinogens*. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, USA, P. 82-116

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 Hofmann, 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

Shephard HL, Parker JS, Darby P, Ainsworth CC (2000) Sexual development and sex chromosomes in hop. *New Phytol* 148:397–411

STEARNS, W. T., 1970, *The botany and chemistry of Cannabis*, pp 1-10

Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M.J., Stutterheim, N.C., Venturi, G., Cromaci, H.T.H., 2000. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Ind. Crops Prod.* 11, 107–118.

Vamerali T, Guarise M, Ganis A, Bona S, Mosca G (2003a) Analysis of root image from auger sampling with a fast procedure: a case of application to sugar beet. *Plant Soil* 255:387–397

Van der Werf H.M.G., K. Brouwer, M. Wijlhuizen and J.C.M. Withagen, 1995a. The effect of temperature on leaf appearance and canopy establishment in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Annals of Applied Biology* 126: 551-561.

Van der Werf HMG, Wijlhuizen 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

Venturi G, Amaducci MT (1997) Effetti di dosi di azoto e densità di semina su produzione e caratteristiche tecnologiche di *Cannabis sativa* L. *Riv Agron* 3:616–623

Venturi G, Amaducci MT (1999) *Le colture da fibra. Ed agricole* ISBN-88-206-4288-3

V. M. Cristiana Moliterni, Luigi Cattivelli, P. Ranalli, Giuseppe Mandolino. 2004, *The sexual differentiation of Cannabis sativa L.: A morphological and molecular study*

Xiaozhai Lu 1 and Robert C. Clarke, *The cultivation and use of hemp (Cannabis sativa L.) in ancient China*

William A. Emboden, 2012, *The Genus Cannabis and the Correct Use of Taxonomic Categories*,15-21

Westergaard M (1958) The mechanism of sex determination in dioecious flowering plants. *Adv Genet* 9:217–281