



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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:**

**«Καινοτόμες εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών  
και στην Αγρομετεωρολογία»**

**Ειδίκευση : Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**« Σύστημα περιβαλλοντολογικής διαχείρισης σε μονάδα φαρμακευτικής  
κάνναβης »**



**Βασίλειος Λαμπρινέας**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Μπιλάλης Δημήτριος**

**ΑΘΗΝΑ 2019**

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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:**

«Καινοτόμες εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών  
και στην Αγρομετεωρολογία»

**Ειδίκευση :** Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

« Σύστημα περιβαλλοντολογικής διαχείρισης σε μονάδα  
φαρμακευτικής κάνναβης »

“ Environmental management system in a cannabis pharmaceutical  
unit ”

**Βασίλειος Σ. Λαμπρινέας**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

**Επικεφαλής:**

**Μπιλάλης Δημήτριος :** Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Μέλη της επιτροπής αξιολόγησης:**

**Παναγιώτα Παπαστυλιανού :** Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γεωπονικού  
Πανεπιστημίου Αθηνών

**Ηλίας Τραυλός :** Επίκουρος Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου  
Αθηνών

**ΑΘΗΝΑ 2019**

*η πιο όμορφη θάλασσα...*

## Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή αυτής της μελέτης Καθηγητή Κον Δημήτριο Μπιλάλη, τόσο για την αρίστη συνεργασία μας κατά την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος όσο και για την απαραίτητη βοήθεια του στην διόρθωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Επίσης , θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Κα Παναγιώτα Παπαστυλιανού για την συμβολή της στην διόρθωση της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής.

Ακόμη , θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή Κον Ηλία Τραυλό για την συνεχή καθοδήγηση του και την μεταλαμπάδευση των γνώσεων του.

Τέλος , θα ήταν παράληψη μου αν δεν ευχαριστούσα την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την συνεχή στήριξη τους σε όλη την διάρκεια της ζωής μου μέχρι σήμερα. Εγκάρδιες ευχαριστίες σε όλους τους συμφοιτητές μου για τις όμορφες αναμνήσεις από την συμμετοχή μας στο μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα. Ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα να κάνω στην πολύ καλή μου φίλη και υποψήφια διδάκτορα στο εργαστήριο γεωργίας Φωλίνα Ελένη-Αντιγόνη, ευχαριστώντας τη για την βοήθεια της αλλά κατά κύριο λόγο για την διαρκή ενθάρρυνση της.

## Περίληψη

Η καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης για την παραγωγή των πρώτων υλών και των ουσιών των ποικιλιών κάνναβης του είδους *Cannabis Sativa L* περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) άνω του 0,2%, καθώς και η εγκατάσταση και λειτουργία μεταποιητικής μονάδας επεξεργασίας και παραγωγής τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης με αποκλειστικό σκοπό είτε την προμήθεια του κρατικού μονοπωλίου και την διάθεσή τους για ιατρικούς σκοπούς, είτε την εξαγωγή τους δεν επιτρεπόταν από το αρχές σχεδόν του 20<sup>ου</sup> αιώνα . Στις 7 Ματιού του 2018 δημοσιεύεται στην εφημερίδα της Κυβερνήσεως ο ΝΟΜΟΣ ΥΠ’ ΑΡΙΘΜ. 4523 που αφορά τις Διατάξεις για την παραγωγή τελικών προϊόντων Φαρμακευτικής Κάνναβης και άλλες διατάξεις. Από τότε έχει εκφραστεί υψηλό ενδιαφέρον από τους γεωπόνους για την ανάπτυξη της έρευνας, από την ιατρική κοινότητα αλλά και από αρκετούς οργανισμούς που επιθυμούν επενδύσουν σε καινοτόμες καλλιέργειες όπως αυτή της φαρμακευτικής κάνναβης.

Η τετραϋδροκανναβινόλη (THC) είναι η κύρια ψυχοτρόπος ουσία της κάνναβης. Σχηματίζεται στις θηλυκές ταξιανθίες του φυτού και αποτελεί την δραστική ουσία για την παραγωγή των φαρμάκων, αυτό καθιστά αναγκαίο ότι σε όλη την διάρκεια του βιολογικού κύκλου της ανάπτυξης των φυτών πρέπει να τηρούνται οι προδιαγραφές στα πλαίσια αυστηρών προτύπων. Αυτές οι προδιαγραφές είναι απαραίτητο να τηρούνται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η υψηλή ποιότητα.

Κάθε οργανισμός παραγωγής φαρμακευτικής κάνναβης πρέπει να εφαρμόζει τεχνικές οι οποίες θα μειώνουν τους παράγοντες οικολογικής επιβάρυνσης, θα εξασφαλίζουν την ασφάλεια όλου του προσωπικού που εργάζεται στην μονάδα , θα διαμορφώνουν άριστες κοινοτικές σχέσεις με την ευρύτερη κοινωνία που θα βρίσκεται η κάθε εγκατάσταση καθώς επίσης και με το κράτος τηρώντας την κείμενη νομοθεσία, με σκοπό την παραγωγή υψηλής ποιοτικά πρώτης ύλης.

Οι γεωπόνοι που εργάζονται σε κάθε μονάδα είναι υπεύθυνοι για τον ποιοτικό έλεγχο σε όλα τα τμήματα παραγωγής , την ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού, την ανάπτυξη νέων μεθόδων παραγωγής για την βελτίωση των αποδόσεων , τον έλεγχο της τήρησης όλων των απαιτήσεων που προκύπτουν από τα πρότυπα πιστοποίησης και των δεσμεύσεων που ορίζονται από την νομοθεσία με σκοπό την συμμόρφωση του οργανισμού.

Λέξεις κλειδιά : φαρμακευτική κάνναβη, τετραϋδροκανναβινόλη (THC) , *Cannabis Sativa L*, παραγωγή των φαρμάκων, κείμενη νομοθεσία, πρότυπα πιστοποίησης , καινοτόμες καλλιέργειες.

## Abstract

The cultivation of medicinal cannabis for the production of raw materials and substances of cannabis varieties of Cannabis Sativa L content of tetrahydrocannabinol (THC) above 0,2%, as well as the establishment and operation of a processing plant for the production and production of finished cannabis products the sole purpose of either procuring the state monopoly and making it available for medical purposes, or exporting it was not permitted by the authorities in the early 20th century. On 7 March 2018, the law 4523 is published in the Government Gazette, the law 5423 concerning the Provisions for the Production of Finished Cannabis Products and other provisions. Since then, there has been a great deal of interest from agronomists in the development of research, the medical community and many organizations that want to invest in innovative crops such as medicinal cannabis.

Tetrahydrocannabinol (THC) is the major psychotropic substance of cannabis. It is formed in the female inflorescences of the plant and is the active ingredient in the production of medicines, which makes it necessary to comply with stringent standards throughout the biological life cycle of plant growth. These specifications need to be adhered to ensure high quality.

Every pharmaceutical cannabis organization must apply techniques that reduce environmental impacts, ensure the safety of all staff working in the plant, form excellent community relationships with the wider community of each facility as well as with state compliance with the current legislation, with the aim of producing high quality raw material.

The agronomists who work in each unit are responsible for quality control in all production departments, information and training of personnel, development of new production methods to improve yields, control of compliance with all requirements arising from certification standards and the commitments set out in the legislation for the purpose of conformity of the organization.

Key words: Medical cannabis, Tetrahydrocannabinol (THC), Cannabis Sativa L, Production of Medicines, Legislation, Certification Standards, Innovative Crops.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη.....	5
Abstract .....	6
Περιεχόμενα.....	7
Ορισμοί.....	8
Μέρος Πρώτο I .....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : Εισαγωγή.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : Πιστοποίηση Ορθών Πρακτικών Μεταποίησης (GMP), Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (GAP) & Περιβαλλοντολογικά Πρότυπα Διαχείρισης .....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> : Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις .....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> : Σκοπός της Μελέτης .....	28
Μέρος Δεύτερο II .....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : Περιγραφή Παραγωγικής Διαδικασίας Καλλιέργειας.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> : Περιγραφή Παραγωγικής Διαδικασίας Μεταποίησης .....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 <sup>ο</sup> : Περιγραφή Εξοπλισμού .....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 <sup>ο</sup> : Περιβαλλοντολογικό Αποτύπωμα Νερού .....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 <sup>ο</sup> : Επιπλέον Περιβαλλοντολογικές Μέθοδοι .....	70
Βιβλιογραφία .....	78

## Ορισμοί

**Ακτινοβολία-Μονάδα μέτρησης της:** Μετράται ως ισχύς που προσπίπτει στη μονάδα της επιφάνειας, συνήθως ως  $W/m^2$ . Αυτό κρίνεται ικανοποιητικό για όλες τις περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, εκτός της ορατής. Επειδή η φωτοσύνθεση, που λαμβάνει χώρα σ' αυτήν ακριβώς την περιοχή, είναι μια φωτοχημική διαδικασία της οποίας η ταχύτητα εξαρτάται από τον αριθμό των απορροφούμενων φωτονίων, μεγαλύτερη σημασία έχει όχι η ενέργεια των φωτονίων αλλά ο αριθμός τους. Έτσι, στη φωτοσυνθετικά ενεργή (ορατή) περιοχή του φάσματος, έχει επικρατήσει η τάση να μετράμε την ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας ως φωτονική ροή, δηλαδή ως  $\mu\text{moles}$  φωτονίων που προσπίπτουν στη μονάδα της επιφάνειας και στη μονάδα του χρόνου ( $\mu\text{mol}/m^2 s$ ) όπου 1 mol φωτονίων ισούται με  $6.023 \cdot 10^{23}$  φωτόνια.

**Άγαρ:** Το θρεπτικό Άγαρ στη μικροβιολογία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη βακτηρίων ώστε να ανιχνευθεί η τυχόν ύπαρξη μικροβίων σε ένα δείγμα.

**Αδιάρρηκτοι καρποί :** Κατά την ωρίμανση ο καρπός παραμένει κλειστός ή περιβάλλεται μερικώς από τα διαφοροποιημένα καρπόφυλλα.

**Αναγωγή:** Είναι η ένωση ενός στοιχείου με το υδρογόνο ή η αφαίρεση οξυγόνου από μία ένωση. Η πρόσληψη των ηλεκτρονίων.

**Αντίστροφη Όσμωση:** Όταν ασκείται πολύ μεγάλη πίεση στο πυκνό διάλυμα (το διάλυμα με τα άλατα), το φαινόμενο της όσμωσης αντιστρέφεται - ο διαλύτης (νερό) κινείται από το πυκνότερο στο αραιότερο διάλυμα. Από την μεμβράνη εξέρχεται σχεδόν καθαρό νερό ( $H_2O$ ), το οποίο και χρησιμοποιούμε. Το μέρος του διαλύματος με τη μεγάλη συγκέντρωση σε άλατα (πυκνότερο) αποβάλλεται στην αποχέτευση. Με αυτό τον τρόπο μετατρέπεται το υφάλμυρο ή σκληρό νερό σε πόσιμο. Το νερό περνά από επεξεργασία πριν εισέλθει στη μεμβράνη ώστε να μην την καταστρέφει, καθώς περάσει από τη μεμβράνη ώστε να γίνει πόσιμο. Η αντίστροφη όσμωση λέγεται για συντομία RO από το Reversed Osmosis.

**Αποκαρβοξυλίωση:** Χημική αντίδραση που έχει ως αποτέλεσμα την αφαίρεση διοξειδίου του άνθρακα από μία οποιαδήποτε ένωση. Είναι η απόσπαση μίας ή περισσότερων καρβοξυλικών ομάδων από ένα μόριο οργανικού οξέος με τον σχηματισμό ανθρακικού ανυδρίτη ( $CO_2$ ).

**Αχάινιο:** Έχει περικάρπιο δερματώδες που συμφύεται πλήρως με το φλοιό του σπέρματος. Προκύπτει από υποφυή ωθήκη. Είναι μικροί καρποί συχνά εφοδιασμένοι με πτητικό εξάρτημα. Είναι το είδος του καρπού της κάνναβης.



**Βλαστικότητα σπόρου:** Εκφράζει το ποσοστό των σπόρων που είναι σε θέση να βλαστήσουν και να δώσουν φυτάρια όταν βρεθούν κάτω από ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας , υγρασίας και φωτισμού στο σύνολο των σπόρων που τίθενται κάτω από τέτοιες συνθήκες.

**Βολταϊκό τόξο:** Ονομάζεται το εκτυφλωτικό ηλεκτρικό φαινόμενο που σχηματίζεται μεταξύ των άκρων δύο εγγύτατα ευρισκομένων τεμαχίων άνθρακος που διαρρέονται με ηλεκτρικό ρεύμα.

**Δίοικο :** Τα αρσενικά και τα θηλυκά άνθη βρίσκονται σε διαφορετικά φυτά (του ίδιου είδους), τότε το φυτό χαρακτηρίζεται ως δίοικο (δύο + οίκος).

**Ενεργή ακτινοβολία φωτοσύνθεσης (PAR, Photosynthetically Active Radiation):** Όλες οι φυσικές διεργασίες που πραγματοποιούνται στο έδαφος , στο φυτό και στο περιβάλλον εξαρτώνται από το φως. Η ηλιακή ακτινοβολία ελέγχει την κατανομή της θερμοκρασίας σε μια καλλιέργεια. Η ορατή ακτινοβολία είναι πολύ σημαντική στον φωτοσυνθετικό μηχανισμό των φυτών. Η φωτοσυνθετική ενεργός ακτινοβολία (PAR , 0,4-0,7 nm) είναι απαραίτητη για την παραγωγή υδατανθράκων και βιομάζας.

**Εκχύλιση :** Είναι μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους διαχωρισμού ενώσεων που βασίζεται στη διαφορετική διαλυτότητα τους σε δύο διαλύτες που δεν αναμειγνύονται . Διαδικασία: Με την εκχύλιση μια από τις ενώσεις που βρίσκεται διαλυμένη στον ένα διαλύτη, μεταβαίνει στον άλλο διαλύτη, που ονομάζεται διαλύτης εκχύλισης, λόγω διαφορετικής διαλυτότητας και διαχωρίζεται.

**Επικονίαση:** Ονομάζεται η διαδικασία μέσω της οποίας πραγματοποιείται η γονιμοποίηση στα φυτά. Για να γίνει η γονιμοποίηση θα πρέπει να μεταφερθούν οι γυρεόκοκκοι από τους ανθήρες στο στίγμα του υπέρου. Η διαδικασία επιτυγχάνεται κυρίως με τη βοήθεια των εντόμων και του αέρα.

Σε ερμαφρόδιτα άνθη ή σε φυτά που έχουν άνθη και των δύο φύλων (όπως π.χ. το σιτάρι) είναι πολύ πιθανό να γίνει αυτεπικονίαση. Το γεγονός αυτό αποτρέπει την εξέλιξη του οργανισμού και είναι απευκταίο για την Φύση. Ο μηχανισμός πρόληψης της αυτεπικονίασης είναι να ωριμάζουν τα όργανα ή τα άνθη του ενός φύλου σε διαφορετική περίοδο από την αντίστοιχη του άλλου.

**Καθαρότητα σπόρου:** Ορίζεται ως η εκατοστιαία αναλογία (%) καθαρού σπόρου στο σύνολο μίας ποσότητας σπόρου. Για τον προσδιορισμό της καθαρότητας του σπόρου λαμβάνεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα και εξετάζεται η ύπαρξη ξένων υλών ( π.χ. σπόροι ζιζανίων , αδρανείς ύλες κ.α.)

**Κλωνοποίηση:** Είναι η διαδικασία δημιουργίας ενός ή περισσότερων ομοίων αντιγράφων από ένα πρότυπο.

**Κυτταροκαλλιέργεια (cell culture) και Ιστοκαλλιέργεια (tissue culture):** Είναι γενικότερα γνωστότερες με τους όρους «καλλιέργεια in vitro» ή «τεχνικές in vitro». Ως τεχνική in vitro θα χαρακτηρίσουμε οποιαδήποτε μέθοδο ή διαδικασία αναφέρεται στην απομάκρυνση κυττάρων από έναν οργανισμό και, στη συνέχεια, τη διατήρησή του σε ένα τεχνητό περιβάλλον καλλιέργειας, όπου προσπαθούμε να ελέγξουμε τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων αυτών.

**Μεστότητα σπόρου:** Είναι ένα μέτρο του μεγέθους των σπόρων και μετράται με το βάρος χιλίων σπορών. Το βάρος χιλίων σπόρων της κάνναβης κυμαίνεται από 20 έως 60 γρ. .

**Περιβαλλοντικό πρόγραμμα :** Η περιγραφή των μέτρων, αρμοδιοτήτων και μέσων που έχουν καθοριστεί ή μελετώνται για την επίτευξη των περιβαλλοντικών σκοπών και στόχων και οι προθεσμίες για την επίτευξη των περιβαλλοντικών σκοπών και στόχων.

**Περιβαλλοντικός σκοπός :** Ο συνολικός περιβαλλοντικός σκοπός, που απορρέει από την περιβαλλοντική πολιτική, τον οποίο ορίζει να επιτύχει ένας οργανισμός, και ο οποίος εκφράζεται ποσοτικά όπου είναι εφικτό.

**Περιβαλλοντική πολιτική:** Οι γενικές επιδιώξεις και κατευθύνσεις ενός οργανισμού όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιδόσεις του, όπως εκφράζονται επίσημα από τα ανώτατα διοικητικά όργανά του, συμπεριλαμβανομένης της συμμόρφωσης με όλες τις εφαρμοστέες νομικές απαιτήσεις σχετικά με το περιβάλλον καθώς και της ανάληψης δέσμευσης για συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων. Η πολιτική αυτή προσφέρει το πλαίσιο δράσης και ορισμού περιβαλλοντικών σκοπών και στόχων.

**Πολλαπλασιασμός :** Ο πολλαπλασιασμός των καλλιεργούμενων φυτών αποτελεί μία απαραίτητη καλλιεργητική εργασία που αποσκοπεί στην παραγωγή και ανάπτυξη νέων ατόμων τα οποία θα διατηρούν τους επιθυμητούς χαρακτήρες τους.

- **Αγενής:** Βασίζεται στην ικανότητα των φυτών να γεννούν από φυτικά τους μέρη νέα άτομα με τις ίδιες ακριβώς ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα μητρικά φυτά από τα οποία προήλθαν. Καλείται αγενής πολλαπλασιασμός γιατί οι νέοι οργανισμοί δεν είναι προϊόντα γονιμοποίησης, δηλαδή δεν προέρχονται από την ένωση των δύο γενών. Γίνεται αντιληπτό ότι με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η διάδοση της ποικιλίας.
- **Εγγενής:** Αποτελεί τον κατ' εξοχήν φυσικό τρόπο πολλαπλασιασμού των φυτών. Ονομάζεται εγγενής διότι οι σπόροι που χρησιμοποιούνται για την απόκτηση νέων φυτών, προέρχονται από τη γονιμοποίηση και ανάπτυξη

ωαρίου, μέσα στο άνθος, διαδικασία στην οποία παίρνουν μέρος και τα δύο γένη του φυτού.

**Ποικιλιακή καθαρότητα σπόρου:** Όταν το ποσοστό σπόρων άλλων ποικιλιών είναι σημαντικό, τα φυτά που προκύπτουν από το σπόρο αυτό εμφανίζουν ανομοιόμορφα χαρακτηριστικά όσον αφορά το χρόνο άνθησης, το μέγεθος και το χρωματισμό των ανθέων τους, το ύψος τους και γενικά την εμφάνισή τους. Το ποιοτικό αυτό χαρακτηριστικό είναι ακόμη πιο σημαντικό όταν πρόκειται για επώνυμες ποικιλίες υψηλής αξίας όπως είναι η καλλιέργεια κάνναβης.

**Ρύπανση:** θεωρείται οποιαδήποτε υποβάθμιση της φυσικής ποιότητας του νερού. Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 της Ε.Ε για την πολιτική των νερών, ρύπανση ορίζεται: η, συνεπεία ανθρώπινων δραστηριοτήτων, άμεση ή έμμεση εισαγωγή, στον αέρα, το νερό ή το έδαφος, ουσιών ή θερμότητας που μπορούν να είναι επιζήμια για την υγεία του ανθρώπου ή την ποιότητα των υδατικών οικοσυστημάτων ή των χερσαίων οικοσυστημάτων που εξαρτώνται άμεσα από υδατικά οικοσυστήματα, συντελούν στη φθορά υλικής ιδιοκτησίας, ή επηρεάζουν δυσμενώς ή παρεμβαίνουν σε λειτουργίες αναψυχής ή σε λοιπές νόμιμες χρήσεις του περιβάλλοντος.

**Ρυπαντής ή ρύπος ή ρυπαντική ουσία** είναι κάθε διαλυτή (υδρόφιλη π.χ. ανόργανα άλατα) ή αδιάλυτη (υδρόφοβη, π.χ. υδρογονάνθρακες) στο νερό, ουσία, η οποία όταν εισάγεται στο περιβάλλον από ανθρώπινες δραστηριότητες, προκαλεί δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι πιο συνηθισμένοι ρυπαντές, που με διάφορους τρόπους καταλήγουν στα νερά είναι:

- 1) Βαρέα μέταλλα (Hg, Pd, Cd κ.ά.)
- 2) Τοξικά στοιχεία και ενώσεις (As, Se, CN- κ.ά.)
- 3) Ανόργανες ενώσεις (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>2</sub> - κ.ά.)
- 4) Οργανικές ενώσεις (φαινόλες, χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, απορρυπαντικά, παρασιτοκτόνα, χρώματα βαφής, προϊόντα πετρελαίου κ.ά.).
- 5) Ραδιενεργές ουσίες
- 6) Παθογόνοι μικροοργανισμοί (βακτήρια και ιοί)

Ποιοτική υποβάθμιση των νερών συμβαίνει επίσης λόγω θερμικής αλλοίωσης από νερά ψύξης των βιομηχανιών και από υπαλμύριση του γλυκού νερού στους παράκτιους υδροφόρους ορίζοντες.

**Σχετική υγρασία (RH, Relative Humidity ):** του ατμοσφαιρικού αέρα ονομάζεται ο λόγος της μάζας ( $m_u$ ) των υδρατμών που περιέχονται σε δοσμένο όγκο υγρού αέρα, προς τη μάζα των υδρατμών ( $m_{su}$ ) που θα περιείχε ο όγκος αυτός, αν ήταν κορεσμένος με υδρατμούς, κάτω από τις ίδιες συνθήκες πίεσης ( $P$ ) και θερμοκρασίας ( $T$ ).

**Οξειδωση:** Είναι η ένωση ενός στοιχείου με το οξυγόνο ή η αφαίρεση υδρογόνου από μία ένωση. Η αποβολή των ηλεκτρονίων.

**Υπερκρίσιμα υγρά:** Υπερκρίσιμο υγρό είναι κάθε συστατικό που βρίσκεται σε θερμοκρασία και πίεση πάνω από το θερμοδυναμικά κρίσιμο σημείο του. Ένα υπερκρίσιμο ρευστό είναι οποιαδήποτε ουσία σε μία θερμοκρασία και πίεση πάνω από το κρίσιμο σημείο του, όπου δεν υπάρχουν διακριτές φάσεις υγρού και αερίου. Μπορεί να εκρέει μέσω στερεών όπως ένα αέριο, και να διαλύει υλικά όπως ένα υγρό. Επιπλέον, κοντά στο κρίσιμο σημείο, οι μικρές μεταβολές της πίεσης ή της θερμοκρασίας οδηγούν σε μεγάλες μεταβολές της πυκνότητας, επιτρέποντας την "τελειοποίηση" πολλών ιδιοτήτων ενός υπερκρίσιμου υγρού. Τα υπερκρίσιμα υγρά είναι κατάλληλα ως υποκατάστατο των οργανικών διαλυτών σε μια σειρά βιομηχανικών και εργαστηριακών διεργασιών. Το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα υπερκρίσιμα υγρά, που χρησιμοποιούνται για την αποκαφεΐνωση και την παραγωγή ενέργειας, αντίστοιχα.

**BTU :** Η πράξη της ψύξης δεν είναι η προσθήκη ψυχρού αέρα, είναι η αφαίρεση της θερμότητας. Η πράξη της ψύξης είναι απλά η ανταλλαγή θερμότητας ή απορρόφησης BTUs από μια θέση και η τοποθέτησή τους κάπου αλλού. Όσο πιο ενεργειακά αποδοτική είναι η ανταλλαγή θερμότητας, τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το σύστημα ψύξης. Η BTU, ή η Βρετανική θερμική μονάδα, είναι μια μονάδα μέτρησης της θερμότητας και σημαίνει ότι ένα BTU είναι η ποσότητα της θερμικής ενέργειας που απαιτείται για να αλλάξει η θερμοκρασία μιας λίβρας νερού κατά ένα βαθμό σε ένα ώρα.

## Μέρος Πρώτο Ι

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή

### 1.1 Βοτανική ταξινόμηση

Η κάνναβη ( *Cannabis sativa* ) είναι μονοτυπικό είδος της οικογενείας *Cannabaceae* με χρωμοσωμικό αριθμό  $2n=20$  (Παπαστυλιανού, 2019) .Σύμφωνα με παλαιότερη βιβλιογραφία το γένος *Cannabis* υπάγεται στη οικογένεια *Moraceae* των *Urticinae* (Παπαδόπουλος 1974).

Είναι ετήσιο και δίοικο φυτό. Στην καλλιέργεια της κάνναβης , τα αρσενικά φυτά ξηραίνονται λίγο μετά την άνθιση (Παπαδόπουλος 1974). Προκύπτει λοιπόν ότι τα κανναβινοειδή δομούνται στα άνθη των θηλυκών φυτών της κάνναβης .

Η βιοσύνθεση των κανναβινοειδών συστατικών καθορίζει τους τρεις διαφορετικούς χημειότυπους κάνναβης οι οποίοι διαχωρίζονται εύκολα με την περιεκτικότητα τους σε THC, την ψυχοτρόπο ουσία:

- Ο φαρμακευτικός τύπος χαρακτηρίζεται για την περιεκτικότητα του σε THC > 2%, υψηλή ρητίνη και απαντάται κυρίως σε περιοχές με καλές κλιματικές συνθήκες και επαρκή ηλιοφάνεια .
- Ο κλωστικός τύπος έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε THC < 0.5%, σε αντίθεση με το CBD > 0.5% και καλλιεργείται για την παραγωγή χαρτιού, υφασμάτων και στρωμνής ζώων. Η περιεκτικότητα σε Δ9 -THC στη κλωστοϋφαντουργική καλλιέργεια δεν ξεπερνά 0.03 %.
- Ο ενδιάμεσος τύπος χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα Δ9-THC > 0,5% και CBD > 0,5%.

### 1.2 Περιγραφή του φυτού

**Ρίζα :** Το ριζικό σύστημα της κάνναβης είναι πασσαλώδες με την κύρια ρίζα , από αυτή εκτίνονται πολλά πλευρικά ριζίδια. Το βάθος στο οποίο εκτίνεται η κύρια ρίζα είναι ανάλογο με τον τύπο των εδαφών, μπορεί να φτάσει έως και τα δυο μέτρα. Οι πλευρικές ρίζες εκφύονται από το επάνω μέρος της κύριας ρίζας και σε ελαφριά εδάφη φτάνουν έως και 0,80 εκ. . ( Παπαδόπουλος , 1974) .

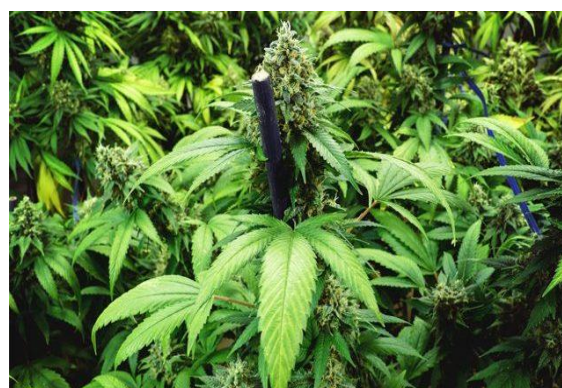
**Στέλεχος :** Με εγκάρσια τομή στο βλαστό διακρίνονται οι εξής τρεις δακτύλιοι :

- Το φλοιό , ο οποίος είναι τον εξωτερικό δακτύλιο και έχει το μικρότερο πάχος
- Το ξύλο , που είναι ο δεύτερός δακτύλιος και έχει τετραπλάσιο πάχος από το πάχος του φλοιού και
- Την εντεριώνη , με διπλάσιο πάχος από τους προηγούμενους δυο.

Το ύψος του φυτού μπορεί να φτάσει έως και τα 5 μέτρα( Pate, 1994). Τυπικά, το αρσενικό φυτό είναι κάπως ψηλότερο από το θηλυκό.

**Φύλλα :** Τα φύλλα είναι σύνθετα αποτελούμενα από 5 με 11 άνισων φυλλαρίων. Ανάλογα με την θέση τους στο βλαστό στα κατώτερα τμήματα είναι αντίθετα ενώ στα άνω τμήματα του βλαστού είναι κατ' εναλλαγή. Εμφανίζονται επίσης τα βράκτεια φύλλα που στις μασχάλες αυτών φέρονται τα άνθη , τα βράκτεια φύλλα είναι απλά ή σύνθετα με 2 ή 3 φυλλάρια και συνήθως στερούνται μίσχου.

**Ταξιανθία :** Όπως αναφέραμε η κάνναβη είναι δίοικο ( δυο οίκους ) φυτό , φέρει λοιπόν αρσενικά και θηλυκά άνθη σε διαφορετικά φυτά. Οι κύριες θέσεις της παραγωγής κανναβινοειδών φαίνεται να είναι επιδερμικοί αδένες ή αλλιώς αδενώδεις τρίχες (Fairbairn 1972, Hammond and Mahlberg 1973, Lanyon *et al.*, 1981, Malingre *et al.*, 1975) οι οποίοι εμφανίζουν έντονη μεταβολή στο μέγεθος, το σχήμα και την πληθυσμιακή πυκνότητα ανάλογα με την ανατομική τους θέση . Αυτοί οι αδένες , εμφανίζονται από την αρχή της άνθισης και έως την ωρίμανση έχουν αυξηθεί σε μέγεθος και αριθμό.



Εικόνα 1.1 : Η ταξιανθία της κάνναβης , πρόκειται για το συγκομιζόμενο τελικό προϊόν .

### 1.3 Κανναβινοειδή

Τα κανναβινοειδή θεωρήθηκαν αρχικά ότι υπήρχαν ως φαινολικές ενώσεις, αλλά αργότερα η έρευνα (Fetterman *et al.*, 1971a, Masoud and Doorenbos 1973, Small and Beckstead 1973, Turner *κ.ά.*, 1973b) έδειξε την ύπαρξή τους κυρίως με τη μορφή καρβοξυλικών οξέων τα οποία αποκαρβοξυλιώνονται (Masoud and Doorenbos, 1973) με θέρμανση (De Zeeuw *et al.* 1972a, Kimura και Okamoto 1970) ή σε αλκαλικές συνθήκες (Grlic and Andrec 1961, Masoud and Doorenbos 1973). Υπάρχουν πάνω από 60 από αυτές τις ενώσεις στο φυτό (Turner *et al.*, 1980).

### **Η κανναβιγερόλη (CBG) :**

Το φυτό της κάνναβης περιέχει αρκετά κανναβινοειδή. Μέχρι στιγμής έχουν απομονωθεί περισσότερες από εξήντα ενώσεις. Η κανναβιγερόλη (CBG) χαρακτηρίζεται ως δευτερεύον κανναβινοειδές ωστόσο αποτελεί θεμελιώδες πρόδρομο των κύριων κανναβινοειδών (THC – CBD) (Δρούμπουλα). Η κανναβιγερόλη (CBG) υπάρχει με την μορφή κανναβιγερολικού οξέος (CBGA) , η τετραϋδροκανναβινόλη (THC) με την μορφή τετραϋδροκανναβινολικού οξέος (TCHA) και η κανναβιδιόλη\_ (CBD) με την μορφή κανναβιδιολογικού οξέος (CBDA), με την εφαρμογή της θερμότητας αφαιρείται η όξινη ομάδα (A) , το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αποκαρβοξυλίωση, και έχουμε την μετατροπή του THCA σε THC και στα υπόλοιπα κανναβινοειδή αντίστοιχα.

### **Τετραϋδροκανναβινόλη (D9-THC):**

Η Τετραϋδροκανναβινόλη είναι η κύρια ψυχοτρόπος ουσία του φυτού της κάνναβης. (Mechoulam 1970). Απομονώθηκε το 1964 από τους Raphael Mechoulam και Yechiel Gaoni στο Ινστιτούτο Weizmann του Ισραήλ. Από χημικής άποψης, η τετραϋδροκανναβινόλη κατατάσσεται στις αρωματικές τερπενοειδείς ενώσεις (Ethan B Russo). Ο κύριος ρόλος της είναι η προστασία του φυτού από χορτοφάγους και παθογόνους οργανισμούς. Η υψηλή απορρόφησή του φάσματος της UVB (210-315 nm) προστατεύει το φυτό από την επικίνδυνη ηλιακή ακτινοβολία.

### **Κανναβιδιόλη (CBD) :**

Η κανναβιδιόλη (CBD) είναι ένα από τα κύρια συστατικά του *Cannabis sativa*. Η κάνναβη περιέχει περίπου 80 συστατικά, που ονομάζονται κανναβινοειδή . Η CBD δεν είναι ψυχοδραστική, σε αντίθεση με την άλλη κύρια συνιστώσα της κάνναβης την Δ9-τετραϋδροκανναβινόλη (M.Malfait,et al). Πρόκειται για ένα σημαντικό φυτοκανναβινοειδές, που αντιστοιχεί στο 40% του εκχυλίσματος του φυτού κάνναβης και χρησιμοποιείται σε ευρύ φάσμα ιατρικών εφαρμογών.





Εικόνα 1.2 : Οι χημικοί τύποι των δυο κύριων κανναβινοειδών.

#### 1.4 Νομοθεσία

***Ο νόμος Βενιζέλου «περί απαγορεύσεως της καλλιέργειας, της εμπορίας και της καταναλώσεως της ινδικής καννάβης».***

Το 1920 η κυβέρνηση Ελευθέριου Βενιζέλου προωθεί τον νόμο 2107 (ΦΕΚ 62/14.3.1920) «περί απαγορεύσεως της καλλιέργειας, της εμπορίας και της καταναλώσεως της ινδικής καννάβης (χασίς)», που όριζε ότι η απαγόρευση θα άρχιζε από την 1η Ιανουαρίου 1921. Όμως, το 1924 συντάσσεται ο νόμος 3070 της 24/31 Μαρτίου, που τροποποιούσε τον προηγούμενο νόμο και μετέθετε την έναρξη της απαγόρευσης από την 1η Ιανουαρίου 1921 στην 1η Ιανουαρίου 1926. Δύο μήνες πριν αρχίσει η απαγόρευση, επέρχεται νέα αλλαγή. Με νομοθετικό διάταγμα της 7/20 Νοεμβρίου 1925 ορίζεται νέα ημερομηνία απαγόρευσης η 1η Ιανουαρίου 1936.

Τελικά, το 1932 σταματά ολοκληρωτικά η νόμιμη καλλιέργεια ινδικής κάνναβης, παραγωγή και εξαγωγή χασίς με τον νόμο 5539 της 15/23 Ιουνίου 1932 «Περί μονοπωλίου των ναρκωτικών φαρμάκων και του ελέγχου αυτών». Εκεί καθορίζονται ποια είναι τα ναρκωτικά, των οποίων η εισαγωγή και η πώληση «είναι αποκλειστικών δικαιώμα του Κράτους», ενώ τίθεται ρητά η απαγόρευση καλλιέργειας και κατοχής της ινδικής κάνναβης.

(Πηγή: cannabisnews, 2017)

*Η νομοθεσία σήμερα:*

Για πολλά χρόνια από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα μέχρι σήμερα απαγορευόταν η νόμιμη καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης. Στις 7 Ματιού του 2018

δημοσιεύεται στην εφημερίδα της Κυβερνήσεως ο ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 4523 που αφορά τις Διατάξεις για την παραγωγή τελικών προϊόντων Φαρμακευτικής Κάνναβης και άλλες διατάξεις. Ο Νομός ορίζει συνοπτικά τα εξής :

- Κατ' εξαίρεση εγκρίνεται ενιαία η παραγωγή, κατοχή, μεταφορά, αποθήκευση, προμήθεια των πρώτων υλών και των ουσιών των ποικιλιών κάνναβης του είδους Cannabis Sativa L περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) άνω του 0,2%, καθώς και η εγκατάσταση και λειτουργία μεταποιητικής μονάδας επεξεργασίας και παραγωγής τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης με αποκλειστικό σκοπό είτε την προμήθεια του κρατικού μονοπωλίου και την διάθεσή τους για ιατρικούς σκοπούς, είτε την εξαγωγή τους.
- Η ενιαία έκταση της δραστηριότητας είναι περικλειστη και η καλλιεργούμενη περιοχή είναι κλειστή.
- Ο Ε.Ο.Φ. εγκρίνει την παραγωγή και την κυκλοφορία των τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης των ποικιλιών κάνναβης του είδους Cannabis Sativa L περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) άνω του 0,2% για ιατρικούς σκοπούς,.
- Άρθρο 8 Έναρξη ισχύος Η ισχύς του παρόντος νόμου αρχίζει από τη δημοσίευσή του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά σε επιμέρους διατάξεις του. Παραγγέλλομε τη δημοσίευση του παρόντος στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως και την εκτέλεσή του ως νόμου του Κράτους. Αθήνα, 6 Μαρτίου 2018 Ο Πρόεδρος της Δημοκρατίας ΠΡΟΚΟΠΙΟΣ Β. ΠΑΥΛΟΠΟΥΛΟΣ.

Γίνεται λοιπόν σαφές ότι η καλλιέργεια των ποικιλιών κάνναβης του είδους Cannabis Sativa L περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) άνω του 0,2% αφορά κλειστού τύπου εγκαταστάσεις και επιτρέπεται σύμφωνα με όσα ορίζει η νομοθεσία στην οποία έχει πρόσβαση κάθε πολίτης στον επίσημο ιστότοπο του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης.

 [http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/KANABH/nomos4523\\_2018kanabi.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/KANABH/nomos4523_2018kanabi.pdf).

### **1.5 Η κατάσταση που επικρατεί στις χώρες της Ευρώπης σε σχέση με τους νόμους που διέπουν τη φαρμακευτική κάνναβη.**

Η εκάστοτε νομοθεσία για την φαρμακευτική κάνναβη κάθε χώρας, στην Ευρωπαϊκή ήπειρο, ορίζει διαφορετικές συνθήκες για ότι επιτρέπεται ως προς την παραγωγή και την ιατρική πώληση της .

Στις χώρες που επιτρέπεται η παραγωγή και η καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης ορίζεται κάτω από αυστηρά νομοθετικά πλαίσια τόσο για την ποιότητα του τελικού προϊόντος όσο και την ασφάλεια της παραγωγής ενώ σε κάποιες άλλες δεν επιτρέπεται καμία ανάπτυξη επιχειρησιακής δραστηριότητας γύρω από την παραγωγή-καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης για φαρμακευτικούς σκοπούς. Στις περισσότερες χώρες η νομοθεσία δίνει στην ιατρική κοινότητα την δυνατότητα συνταγογράφησης φαρμάκων που ως δραστική ουσία έχουν τετραϋδροκανναβινόλη-Δ9-THC.

Η καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης για παραγωγή φαρμάκων επιτρέπεται στην Ελλάδα, στην Τσεχία , στην Ουγγαρία και στην Ρουμάνια.

Η συνταγογράφηση φαρμάκων επιτρέπεται σε Πολωνία , Τσεχία, Αυστρία, Ουγγαρία, Κροατία, Ιταλία, Ρουμανία, Κύπρο, Ελλάδα, Πορτογαλία, Γερμανία , Ολλανδία, Βέλγιο, Γαλλία, Λουξεμβούργο και στην Σλοβενία.

(Πηγή : talkingdrugs , 2018)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° : Πιστοποίηση Ορθών Πρακτικών Μεταποίησης (GMP), Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (GAP) & Περιβαλλοντολογικά Πρότυπα Διαχείρισης**

Η καλλιέργεια των ποικιλιών κάνναβης του είδους Cannabis Sativa L περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) άνω του 0,2%, κλειστού τύπου με σκοπό την παραγωγή τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης με αποκλειστικό σκοπό είτε την προμήθεια του κρατικού μονοπωλίου και την διάθεσή τους για ιατρικούς σκοπούς, είτε την εξαγωγή τους. Καθιστά αναγκαία την πιστοποίηση ορθών πρακτικών παραγωγής (GMP) και την πιστοποίηση από περιβαλλοντολογικά πρότυπα με σκοπό την συμμόρφωση κάθε μονάδας προς το περιβάλλον σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και τις προδιαγραφές κάθε προτύπου. Σε αυτό το κεφαλαίο, θα αναφερθούμε: α) Σε αυτές τις πιστοποιήσεις και β) για ποιο λόγο είναι αναγκαίες . Στη συνέχεια αυτής της μελέτης, θα αναλυθούν όλες οι προδιαγραφές των προτύπων τις οποίες πρέπει να πλήρη κάθε στάδιο παραγωγής ξεχωριστά.

### **2.1 Πιστοποίηση ορθών πρακτικών μεταποίησης (GMP)**

Είναι οι πρακτικές που απαιτούνται για να συμμορφωθούν με τις κατευθυντήριες γραμμές που συνιστώνται από τους οργανισμούς που ελέγχουν την έγκριση και αδειοδότηση της κατασκευής και πώλησης :

- τροφίμων και ποτών
- καλλυντικά
- φαρμακευτικών προϊόντων
- διατροφικά συμπληρώματα
- ιατρικές συσκευές

Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές παρέχουν τις ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι κατασκευαστές για να εξασφαλίζουν ότι τα προϊόντα τους είναι σταθερά υψηλής ποιότητας, από παρτίδα σε παρτίδα, για την προβλεπόμενη χρήση τους. Οι κανόνες που διέπουν κάθε κλάδο ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά. Ωστόσο, ο κύριος σκοπός της GMP είναι πάντα να αποτρέψει την εμφάνιση βλάβης στον τελικό χρήστη. Η GMP εξασφαλίζεται συνήθως με την αποτελεσματική χρήση ενός συστήματος διαχείρισης ποιότητας (QMS).

Οι ορθές παρασκευαστικές πρακτικές, μαζί με τις ορθές γεωργικές πρακτικές, τις ορθές εργαστηριακές πρακτικές και τις καλές κλινικές πρακτικές, εποπτεύονται από ρυθμιστικούς οργανισμούς στο Ηνωμένο Βασίλειο, τις Ηνωμένες Πολιτείες, τον Καναδά, την Ευρώπη, την Κίνα, την Ινδία και άλλες χώρες. Η πιστοποίηση GMP λειτουργεί υπό την αιγίδα της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας.

Ο λόγος της δημιουργίας ήταν να εξασφαλίσει σε παγκόσμιο επίπεδο επί το πλείστον αβλαβή φάρμακα. Η κακή ποιότητα των φαρμάκων δεν φέρει μόνο

κινδύνους για την υγεία, αλλά είναι επίσης μια σπατάλη των ταμείων και όχι μόνο από τους καταναλωτές, αλλά και από τις εθνικές κυβερνήσεις. Κακός χειρισμός των φαρμάκων μπορεί να περιέχει τοξικές ουσίες ή αντιθέτως τα θεραπευτικά συστατικά σε ανεπαρκείς ποσότητες, τις οποίες δεν απαιτείται θεραπευτικό αποτέλεσμα. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής, η ποιότητα πρέπει να ελεγχθεί. Ελέγχονται τα διάφορα στάδια της παραγωγής. Δεν είναι αρκετό για να δοκιμάσει το τελικό προϊόν. Ο στόχος είναι ότι οι χώρες να δέχονται μόνο την εισαγωγή και την πώληση των φαρμάκων, τα οποία έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με GMP.

## **2.2 Οι βασικές απαιτήσεις της πιστοποίησης GMP**

Οι ορθές πρακτικές μεταποίησης (GMP) των φαρμάκων αποτελούν στοιχείο της διασφάλισης της ποιότητας, που εγγυάται ότι τα προϊόντα παράγονται και ελέγχονται με συνέπεια και σύμφωνα με τα πρότυπα ποιότητας.

I – Κάθε διαδικασία παραγωγής είναι σαφώς καθορισμένη και έχει επανεξεταστεί συστηματικά υπό το πρίσμα της εμπειρίας. Πρέπει να αποδειχθεί ότι η μέθοδος είναι ικανή να παράγει κατ' επανάληψη φάρμακα που ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές τους.

II – Τα κρίσιμα στάδια παραγωγής και όλες οι σημαντικές διαφοροποιήσεις έχουν επικυρωθεί.

III – Κάθε μέσο που είναι αναγκαίο για την εφαρμογή της GMP είναι, μεταξύ άλλων:

- εξειδικευμένο και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό
- κατάλληλη τοποθεσία και επαρκής χώρος
- επαρκής εξοπλισμός και υπηρεσίες
- σωστά προϊόντα, δοχεία και ετικέτες
- εγκεκριμένες διαδικασίες και οδηγίες
- κατάλληλη αποθήκευση και μεταφορά εγκαταστάσεων

IV – Οι οδηγίες και οι διαδικασίες να είναι γραμμένες σε κατάλληλο ύφος και να χρησιμοποιούν ένα σαφές και ξεκάθαρο λεξιλόγιο, που να έχει προσαρμοστεί ιδιαίτερα για τα παρεχόμενα μέσα.

V – Οι επιχειρήσεις εκπαιδεύονται για να μπορούν να εφαρμόσουν σωστά τις διαδικασίες.

VI - Οι έρευνες πραγματοποιούνται χειρωνακτικά ή με συσκευές καταγραφής ή με το χέρι και με συσκευές καταγραφής κατά την παραγωγή. Αποδεικνύουν ότι όλα τα βήματα που απαιτεί η διαδικασία όντως ακολουθούνται και ότι η ποιότητα και η ποσότητα του προϊόντος που λαμβάνεται συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές του. Κάθε σημαντική απόκλιση καταγράφεται λεπτομερώς και εξετάζεται.

VII – Τα αρχεία παραγωγής και ιδιαίτερα της διανομής (χονδρική πώληση) υπάρχουν ούτως ώστε να μπορεί να εντοπιστεί το πλήρες ιστορικό μιας παρτίδας. Είναι γραμμένα με σαφήνεια και είναι εύκολα προσβάσιμα.

VIII – Η διανομή των φαρμάκων να φέρει τον ελάχιστο κίνδυνο για την ποιότητά τους.

ΙΧ – Υπάρχει ένα οργανωμένο σύστημα ανάκλησης σε περίπτωση που καταστεί αναγκαία η ανάκληση μιας παρτίδας προϊόντος.

Χ – Εξετάζονται καταγγελίες που αφορούν τα εμπορεύσιμα προϊόντα, διερευνούνται τα αίτια των ελαττωμάτων παραγωγής και η λήψη των κατάλληλων μέτρων, όχι μόνο όσον αφορά το ίδιο το ελαττωματικό προϊόν, αλλά και για να αποφευχθεί η επανάληψη αυτών των ελαττωμάτων.

Έχει ιδιαίτερη σημασία να κατανοήσουμε ότι οι κατευθυντήριες οδηγίες για την ορθή παρασκευαστική πρακτική δεν αποτελούν καθοδηγητικές οδηγίες για τον τρόπο κατασκευής των προϊόντων. Πρόκειται για μια σειρά γενικών αρχών που πρέπει να τηρούνται κατά την κατασκευή. Όταν μια εταιρεία δημιουργεί το πρόγραμμα ποιότητας και τη διαδικασία παραγωγής της, μπορεί να υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της GMP. Είναι ευθύνη της εταιρείας να καθορίσει την πιο αποτελεσματική και αποδοτική διαδικασία ποιότητας που να ανταποκρίνεται στις επιχειρηματικές και ρυθμιστικές ανάγκες.

Οι κυριότεροι κίνδυνοι μη - πιστοποιημένων επιχειρήσεων είναι:

- Μόλυνση του προϊόντος - μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία ή ακόμη και θάνατο
- Εσφαλμένη επισήμανση της συσκευασίας - τον κίνδυνο κατάχρησης
- Ανεπαρκές ή πολύ ενεργό συστατικό - αναποτελεσματικές ανεπιθύμητες ενέργειες ή παρενέργειες.

### **2.3 Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (GAP)**

Ο Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής είναι ένας απλός πρακτικός οδηγός που απευθύνεται προς όλους όσους ασχολούνται με γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες και έχει ως σκοπό να τους καθοδηγήσει να προστατεύουν το περιβάλλον, αποφεύγοντας να το μολύνουν ή να ελαχιστοποιούν τη μόλυνση του.

Ο Κώδικας περιγράφει με απλό και κατανοητό τρόπο τα αίτια που είναι δυνατό να προκαλούν μόλυνση στο περιβάλλον από διάφορες γεωργικές δραστηριότητες και υποδεικνύει τρόπους και μεθόδους προστασίας και διατήρησης του σε αειφόρο παραγωγή.

Αυτό σημαίνει ότι ο σύγχρονος γεωργός καθώς και όλοι οι οργανισμοί που δραστηριοποιούνται στον τομέα της γεωργίας δεν πρέπει να έχουν ως στόχο μόνο την παραγωγή αλλά ταυτόχρονα πρέπει να εντάξουν στο πρόγραμμα των δραστηριοτήτων τους και την αναγκαιότητα της προστασίας του περιβάλλοντος.

Νομοθετικά, ο Κώδικας έχει δημοσιευτεί ως διάταγμα στις 6 Σεπτεμβρίου του 2002 και καλύπτεται με τον Περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών και Εδάφους Νόμο του 2002.

Κύριος **στόχος** του Κώδικα είναι να ενημερώσει και να βοηθήσει όλους όσους ασχολούνται με τη γεωργία και κτηνοτροφία να αποφεύγουν ή να περιορίζουν τη

μόλυνση του περιβάλλοντος όταν χρησιμοποιούν λιπάσματα και κτηνοτροφικά απόβλητα και να καθορίσει περιβαλλοντικά αποδεκτές συνθήκες για τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού και της λάσπης, για γεωργικούς σκοπούς, που παράγονται από την επεξεργασία αστικών αποβλήτων (**λάσπη** είναι τα στερεά απόβλητα που παράγονται από την επεξεργασία των υγρών αστικών αποβλήτων από τους βιολογικούς σταθμούς).

Ο Κώδικας περιλαμβάνει τέσσερα μέρη, τα ακόλουθα:

Μέρος I - Κώδικας Χρήσης Λιπασμάτων

Μέρος II - Κώδικας Χρήσης Κτηνοτροφικών Αποβλήτων

Μέρος III - Κώδικας Χρήσης Ανακυκλωμένου Νερού Αστικών Αποβλήτων για Σκοπούς Άρδευσης

Μέρος IV - Κώδικας Χρήσης Λάσπης Αστικών Αποβλήτων για Γεωργικούς Σκοπούς

## **2.4 Σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS)**

Κάθε μονάδα παραγωγής στην βιομηχανική κλίμακα πρέπει να έχει ως κύριο μέλημα όχι μόνο την παράγωγη υψηλής ποιότητας προϊόντος και την ασφάλεια των εργαζόμενων της αλλά και περιβαλλοντική πολιτική. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη προτύπων οικολογικής διαχείρισης όπως είναι το EMAS.

## **2.5 Ορισμός και Σκοπός**

**Το σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EMAS)** είναι ένα εργαλείο διαχείρισης υψηλής ποιότητας που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για επιχειρήσεις και άλλους οργανισμούς για την αξιολόγηση, την αναφορά και τη βελτίωση των περιβαλλοντικών τους επιδόσεων. Το EMAS είναι ανοικτό σε κάθε τύπο οργανισμού που επιθυμεί να βελτιώσει τις περιβαλλοντικές του επιδόσεις. Καλύπτει όλους τους τομείς της οικονομίας και των υπηρεσιών και ισχύει παγκοσμίως.

Σκοπός του EMAS, ως σημαντικού μέσου του σχεδίου δράσης για τη βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή και τη βιώσιμη βιομηχανική πολιτική, είναι να προωθήσει τη συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των οργανισμών με την καθιέρωση και εφαρμογή συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης από τους οργανισμούς, με τη συστηματική, αντικειμενική και περιοδική αξιολόγηση των επιδόσεων των συστημάτων αυτών, με την ενημέρωση ως προς τις περιβαλλοντικές επιδόσεις, με ανοικτό διάλογο με το κοινό και άλλους ενδιαφερόμενους, καθώς και με την ενεργό συμμετοχή των εργαζόμενων στους οργανισμούς και την κατάλληλη εκπαίδευση.



Αγγλικά:	«Verified environmental management»
Εσθονικά:	«Toendatud keskkonnajuhtimine»
Φινλανδικά:	«Todennettu ymparist5asioiden hallinta»
Γαλλικά:	«Management environnemental verifie»
Γερμανικά:	«Geprüftes Umweltmanagement»
Ελληνικά:	«Επιθεωρημένη περιβαλλοντική διαχείριση»

Εικόνα 2.1: Το επίσημο λογότυπο του EMAS. Οι οργανισμοί που παρουσιάζουν το λογότυπο πρέπει να έχουν την πιστοποίηση σε αντίθετη περίπτωση υποβάλλονται σε αυστηρές κυρώσεις.

## 2.6 Προσδιορισμός των άμεσων και έμμεσων περιβαλλοντικών πτυχών

Όταν αξιολογείται η σημασία μιας περιβαλλοντικής επίπτωσης, οιαδήποτε δηλαδή αρνητική ή θετική αλλαγή στο περιβάλλον, η οποία οφείλεται, εξ ολοκλήρου ή εν μέρει, στις δραστηριότητες, τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες ενός οργανισμού. Ο κάθε οργανισμός πρέπει πρώτα να εξετάζει τα εξής θέματα:

- τις δυνατότητες πρόκλησης βλάβης στο περιβάλλον·
- την ευπάθεια του τοπικού, περιφερειακού ή πλανητικού περιβάλλοντος·
- την κλίμακα, το πλήθος, τη συχνότητα και την αναστρεψιμότητα της πτυχής, ή επίπτωσης·
- τη σχετική νομοθεσία για το περιβάλλον, εάν υπάρχει, και τις απαιτήσεις της·
- τη σημασία για τα ενδιαφερόμενα μέρη και για το προσωπικό του οργανισμού.

Ως περιβαλλοντική πτυχή ορίζεται κάθε στοιχείο των δραστηριοτήτων, προϊόντων ή υπηρεσιών ενός οργανισμού, το οποίο έχει ή ενδέχεται να έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον και διαχωρίζονται σε άμεσες και έμμεσες.

### Άμεσες περιβαλλοντικές πτυχές :

- νομικές απαιτήσεις και όρια αδειών.
- Εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα.
- απορρίψεις στα ύδατα ( υγρά απόβλητα )
- παραγωγή, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, μεταφορά και διάθεση στερεών και άλλων αποβλήτων, ιδίως επικίνδυνων.
- χρήσεις γης και μόλυνση του εδάφους.



- χρήση φυσικών πόρων και πρώτων υλών (συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας).
- χρήση προσθέτων και βοηθητικών προϊόντων καθώς και ημικατεργασμένων προϊόντων.
- τοπικής εμβέλειας ζητήματα (θόρυβος, κραδασμοί, οσμές, σκόνη, οπτική εμφάνιση κ.λπ.).
- ζητήματα μεταφορών (τόσο εμπορευμάτων, όσο και υπηρεσιών).
- κίνδυνοι περιβαλλοντικών ατυχημάτων και επιπτώσεις ή ενδεχόμενες επιπτώσεις από συμβάντα, ατυχήματα και πιθανές καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.
- επιδράσεις στη βιοποικιλότητα.

#### **Έμμεσες περιβαλλοντικές πτυχές:**

- θέματα που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής των προϊόντων (σχεδιασμός, ανάπτυξη, συσκευασία, μεταφορά, χρήση και ανάκτηση/διάθεση αποβλήτων).
- επενδύσεις κεφαλαίου, χορήγηση δανείων και ασφαλιστικές υπηρεσίες.
- νέες αγορές.
- επιλογή και σύνθεση των υπηρεσιών (π.χ. μεταφορές ή τροφοδοσία).
- διοικητικές αποφάσεις και αποφάσεις προγραμματισμού.
- σύνθεση της κλίμακας των προϊόντων.
- περιβαλλοντικές επιδόσεις και πρακτικές των αναδόχων, υπεργολάβων και προμηθευτών.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις

Στο κεφάλαιο αυτό είναι αναγκαίο, πριν από την ανάλυση των ορισμών , των μεθόδων και των τεχνικών που θα ακολουθήσουν στα επόμενα κεφάλαια της μελέτης , να αποτυπώσουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις δεσμεύσεις από μια μονάδα παραγωγής φαρμακευτικής κάνναβης που προκύπτουν σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. Φ.15/4187/266 (ΦΕΚ 1275/Β/11.04.2012), όπως ισχύει σήμερα.

Δίνοντας τον ορισμό της περιβαλλοντική επίπτωση, προκύπτει ότι είναι: Οιαδήποτε αρνητική ή θετική αλλαγή στο περιβάλλον, η οποία οφείλεται, εξ ολοκλήρου ή εν μέρει, στις δραστηριότητες, τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες ενός οργανισμού (Μπιλάλης, 2019).

Οι δεσμεύσεις ως προς το περιβάλλον και την τοπική κοινωνία χωρίζονται σε γενικές και ειδικές, σε κανόνες υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων, σε δεσμεύσεις για τα στερεά , τα υγρά και τα αέρια απόβλητα καθώς επίσης και σε υποχρεώσεις για την κάλυψη θορύβων.

**Ως γενικές δεσμεύσεις** ορίζεται ότι έχει σχέση με τον τρόπο της υδροδότηση και της ηλεκτροδότηση με απαραίτητη προϋπόθεση την δανειοδότηση από νομίμους φορείς. Με τον περιορισμός των τσιμεντοεπικαλύψεων του εδάφους ώστε να μην αλλοιωθεί ο ρυθμός απορρόφησης των όμβριων και να αποφευχθεί η πρόκληση δυσμενών για το περιβάλλον φαινομένων, όπως λιμνάζοντα νερά κ.λπ. Δεν προβλέπεται η αποθήκευση( μηχανημάτων , πρώτων υλών κ.α.) σε ακάλυπτους χώρους της μονάδας , κάθε οργανισμός πρέπει να διατηρεί καθαρούς αυτούς τους χώρους από υλικά και κυρίως από απόβλητα που θα επιφέρουν οικολογική επιβάρυνση. Στις γενικές δεσμεύσεις αναφέρονται επίσης τα μέτρα πυρασφαλείας που οφείλονται να τηρούνται από κάθε οργανισμό. Προτείνονται ακόμα τρόποι με τους οποίους περιορίζεται η έκλυση της σκόνης από βαρέως τύπου οχήματα που μεταφέρουν υλικά για την λειτουργία της μονάδος. Γίνεται κατανοητό ότι απαγορεύεται η υπαίθρια καύση αποβλήτων ή οποιοδήποτε άλλου υλικού ακόμα και σε στεγασμένους χώρους. Η καύση υλικών δεν είναι καθόλου φιλική προς το περιβάλλον. Αναφέρεται επίσης η απαγόρευση της επιβάρυνσης με απορρίμματα κάθε μορφής ( π.χ. οικοδομικά κ.α.) των ποταμών , ρεμάτων ή υγροβιότοπων.

Τέλος κάθε φορέας υποχρεούται κατά το μήνα Φεβρουάριο κάθε έτους να διαβιβάζει υποχρεωτικά στην Αδειοδοτούσα Αρχή, Ετήσια Έκθεση Παραγωγού Αποβλήτων (ΕΕΠΑ) με στοιχεία για τα απόβλητα που παρήγαγε ή/και διαχειρίστηκε κατά τον προηγούμενο χρόνο. Η έκθεση πρέπει να αναφέρεται τόσο στα επικίνδυνα όσο και στα μη επικίνδυνα απόβλητα. Το προς συμπλήρωση έντυπο της ΕΕΠΑ ο φορέας μπορεί να το προμηθευτεί είτε από Αδειοδοτούσα Αρχή είτε από την

ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.ypeka.gr> με βάση τις ΚΥΑ 13588/725/2006 (ΦΕΚ 383/Β), Κοινή Υπουργική Απόφαση 24944/1159/2006 (791/Β) και την Κοινή Υπουργική Απόφαση 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β) όπως εκάστοτε ισχύουν.

Ως **κανόνες υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων** ορίζεται η τήρηση των Υγειονομικών Διατάξεων για την εν λόγω δραστηριότητα. Είναι απαραίτητο να λαμβάνονται όλα τα μέτρα για την ατομική υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων καθώς και για την προστασία τους κατά την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Η συνεχής εκπαίδευση των εργαζομένων όσο αφορά την εφαρμογή των σχεδίων έκτακτης ανάγκης είναι αναγκαία να πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Προτείνονται επίσης μέθοδοι για την μείωση της **ηχορύπανσης**. Για παράδειγμα ο θόρυβος στα όρια που θα εγκατασταθεί η μονάδα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50 dB αλλά και τα μηχανήματα που θα πραγματοποιούν εξωτερικές εργασίες, ο εξοπλισμός της μονάδας ή άλλες εξωτερικές ενέργειες που θα συμβάλουν στην εκπομπή ήχων, πρέπει να καλύπτουν τις προϋποθέσεις της νομοθεσίας σχετικά με την εκπομπή θορύβων και τις προτεινόμενες τεχνικές με σκοπό την μείωση οχλήσεων και την διάδοση των θορύβων . Οι πίνακες που περιγράφονται τα όρια εκπομπής ήχων αναφέρονται αναλυτικά στην Κ.Υ.Α. Φ.15/4187/266 (ΦΕΚ 1275/Β/11.04.2012).

Οι **ειδικές δεσμεύσεις** αφορούν τεχνικά και λειτουργικά θέματα των δεξαμενών και του εξοπλισμού. Τις απαιτούμενες διαδικασίες που πρέπει να γίνουν σε περίπτωση που η μονάδα σταματήσει την λειτουργία της, καθώς επίσης, τις προδιαγραφές αποθήκευσης των χημικών και των καυσίμων ώστε να αποφεύγονται διαρροές που θα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και στην υγεία των εργαζομένων ή θα είναι πιθανή αιτία για πυρκαγιές.

Όπως προκύπτει **υγρά απόβλητα** δεν παρατηρούνται κατά την παραγωγική διαδικασία. Για τα **αέρια απόβλητα** αναφέρονται οι απαιτήσεις για τον σωστό τρόπο της λειτουργίας , τον καθαρισμό και προληπτικά μέτρα μείωσης και διαχείρισης των καυσαερίων από την λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης (λέβητες) .

Για τα **στερεά απόβλητα** όπως αστικά απορρίμματα ,επικίνδυνα στερεά απόβλητα (ένα προκύπτουν θα συλλέγονται από νόμιμο φορέα διαχείρισης) , συσκευασίες χημικών ή άλλων υλών , ηλεκτρικές συσκευές και μέρη του εξοπλισμού οι μέθοδοι απομάκρυνσης συμφώνα με την νομοθεσία αναφέρονται αναλυτικά στην Κ.Υ.Α. Φ.15/4187/266 (ΦΕΚ 1275/Β/11.04.2012) και στην συνέχεια της μελέτης σε κάθε στάδιο απ όπου προέρχονται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Σκοπός της Μελέτης

Σκοπός αυτής της βιβλιογραφικής μελέτης είναι να λειτουργήσει σαν ένα χρήσιμο μέσο πρώτης γνωριμίας με την καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης καθώς για τους έλληνες γεωπόνους, τους επενδύτες και τους πολίτες αποτελεί μια καινοτόμο καλλιέργεια.

Προτείνονται επίσης οι βέλτιστες φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές, που σαν σκοπό έχουν την ανάπτυξη περιβαλλοντικής πολιτικής για τον κάθε οργανισμό με αποτέλεσμα την ασφάλεια των εργαζομένων , την προστασία του περιβάλλοντος και την εξασφάλιση υψηλών , ως προς την ποιότητα, τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης.

## Μέρος Δεύτερο II

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : Περιγραφή Παραγωγικής Διαδικασίας Καλλιέργειας

Όπως έχει ήδη αναλυθεί και διευκρινιστεί στη παρούσα μελέτη , η καλλιέργεια των ποικιλιών κάνναβης του είδους *Cannabis Sativa L* ( περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) άνω του 0,2%) αφορά παραγωγικές μονάδες κλειστού τύπου (καλλιέργεια σε θερμοκήπιο). Κάτι το οποίο γίνεται σαφές και από τον ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 4523 που αφορά τις Διατάξεις για την παραγωγή τελικών προϊόντων Φαρμακευτικής Κάνναβης. Λόγω του ότι το τελικό προϊόν απευθύνεται αποκλειστικά για την παραγωγή τελικών προϊόντων για φαρμακευτική χρήση ,οι προδιαγραφές των εγκαταστάσεων είναι υψηλές και καθιστά αναγκαία την πιστοποίηση ορθών πρακτικών παραγωγής (GMP) .

Σε αυτό το κεφαλαίο, θα αναφερθούμε στην περιγραφή μιας τέτοιας μονάδος και στις ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες που προτείνονται να επικρατούν σε κάθε ζώνη παραγωγής.

Οι κύριες ζώνες παραγωγής είναι οι εξής:

- I. Ζώνη παραγωγής μητρικών φυτών (Mother room)
- II. Ζώνη διαχείρισης μοσχευμάτων και κλώνων (Clone chambers)
- III. Ζώνη ανάπτυξης βλαστικού σταδίου (Vegetative growth)
- IV. Ζώνη Ανθοφορίας (Flower growth)

### 5.1 Ζώνη παραγωγής μητρικών φυτών .

Η πρώτη ζώνη παραγωγής αφορά την δημιουργία και την διατήρηση της μητρικής φυτείας με σκοπό να τροφοδοτείται η κύρια παραγωγική διαδικασία συνεχώς με υγιή θυγατρικά και πανομοιότυπα φυτά με τα μητρικά.

#### 5.1.1 Είδη Πολλαπλασιασμού

Οι ποικιλίες κάνναβης του είδους *Cannabis Sativa L* μπορούν να πολλαπλασιαστούν είτε εγγενώς είτε αγενώς. Αυτοί είναι οι δυο τρόποι παραγωγής μιας εύρωστης μητρικής φυτείας.

Όλα τα ετήσια ποώδη καλλωπιστικά φυτά καθώς και πολλά από τα πολυετή ποώδη, δενδρώδη και θαμνώδη πολλαπλασιάζονται με σπόρους (εγγενώς). Το ίδιο συμβαίνει και με την κάνναβη. Είναι επομένως απαραίτητο να χρησιμοποιείται σπόρος καλής ποιότητας, ώστε τα φυτά που θα προκύπτουν από αυτόν να είναι εύρωστα, ζωηρά και να έχουν ομοιόμορφη εμφάνιση, καλή ποιότητα και υψηλή απόδοση (Δ.Σάββας).

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που αξιολογούνται για την καλή ποιότητα του σπόρου σαν πολλαπλασιαστικό υλικό είναι η καθαρότητα, η βλαστικότητα, η ζωτικότητα, η μεστότητα, η υγιεινή, η ομοιομορφία και η ποικιλιακή καθαρότητα (Δ.Σάββας).



**Εικόνα 5.1 : Σπόροι κάνναβης**

Οι σπόροι της κάνναβης είναι αδιάρρηκτοι σπόροι (αχαίνιο) που περικλείουν μόνο ένα σπέρμα, αυτό πρακτικά σημαίνει ότι προκύπτει ένα φυτό από κάθε σπόρο.

Η μέθοδος του εγγενούς πολλαπλασιασμού για την παραγωγή μητρικών φυτών κάνναβης παρουσιάζει πλεονεκτήματα καθώς και μειονεκτήματα:

#### Πλεονεκτήματα:

- Χαμηλότερο κόστος προμήθειας. Η μέση τιμή ενός σπόρου στην αγορά σήμερα κυμαίνεται μεταξύ € 4,00 - € 9,00 / σπόρο
- Πιστοποιημένη υγιεινή. Όλοι οι σπόροι πρέπει να είναι πιστοποιημένοι και εγκεκριμένοι σύμφωνα με τις νομικές διατάξεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της ισχύουσας νομοθεσίας στη χώρα μας.
- Γρήγορη ανάπτυξη ριζών.
- Υψηλή Παραγωγικότητα.
- Ανάπτυξη μητρικών φυτών μέσα σε 8 με 9 εβδομάδες.

#### Μειονεκτήματα:

- Τα φυτά της κάνναβης είναι δίοικα φυτά, παρουσιάζεται λοιπόν η αδυναμία προσδιορισμού του φύλου από σπόρο. Το πρόβλημα αυτό έχει λυθεί λόγω της ύπαρξης Feminized σπόρου. Οι Feminized σπόροι είναι εκθηλυμένοι σπόροι και από αυτούς προκύπτουν μόνο θηλυκά φυτά.
- Στη Φαρμακευτική κάνναβη τα θηλυκά φυτά είναι αυτά που παράγουν υψηλά επίπεδα τετραϋδροκανναβινόλη (THC).

Εκτός όμως από τον πολλαπλασιασμό με σπόρο υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας μητρικής φυτείας με την αγορά έτοιμων φυταρίων κάνναβης που θα

αναπτυχθούν και θα στελεχώνουν την μητρική φυτεία για την παραγωγή μοσχευμάτων με σκοπό τον εφοδιασμό της παραγωγής με θυγατρικά φυτά.

Τα θυγατρικά φυτά είναι πανομοιότυπα με τα μητρικά φυτά. Τα μοσχεύματα λαμβάνονται είτε με κοπή είτε με τεχνικές ιστοκαλλιέργειας (Αγενής πολλαπλασιασμός). Στον πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα αφαιρούνται τμήματα βλαστικών οργάνων από ένα φυτό (βλαστός, ρίζα ή φύλλο) τα οποία στη συνέχεια αφού τοποθετηθούν κάτω από ευνοϊκές συνθήκες αποκτούν νέες ρίζες και βλαστούς με συνέπεια να εξελίσσονται σε αυτόνομα φυτά. Τα νέα φυτά που παράγονται είναι γενετικά πανομοιότυπα με το μητρικό δεδομένου ότι έχουν παραχθεί από σωματικά κύτταρα χωρίς να έχει μεσολαβήσει μειωτική διαίρεση και σχηματισμός νέου ζυγωτού κυττάρου και επομένως χωρίς να έχει προηγηθεί γενετικός ανασυνδυασμός γονιδίων.

Τα κριτήρια και οι τεχνικές με τις οποίες πραγματοποιείται η λήψη του πολλαπλασιαστικού υλικού (μοσχεύματα) από τα μητρικά φυτά θα αναλυθούν παρακάτω.

Ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αγοράς φυταρίων για την παραγωγή μητρικής φυτείας είναι τα εξής:

#### Πλεονεκτήματα:

- Γενετικά πανομοιότυπα φυτά
- Ανάπτυξη μητρικών φυτών σε τέσσερις περίπου εβδομάδες, απαιτείται δηλαδή ο μισός σχεδόν χρόνος από την ανάπτυξη των φυτών με σπόρο.

#### Μειονεκτήματα:

- Κίνδυνος μετάδοσης ασθενειών ή καταστροφής κατά τη μεταφορά.
- Υψηλό κόστος μεταφοράς
- Κόστος: € 30,00 - € 60,00 / μόσχευμα.



### 5.1.2 Συνθήκες δημιουργίας και διατήρησης μητρικών φυτών.

#### Καλλιέργεια φυτών με σπόρους (Feminized) :

Η καλλιέργεια των σπόρων γίνεται σε πετροβάμβακα . Προκειμένου να ξεκινήσει το φύτευμα του σπόρου και να αναπτυχθεί ένα υγιές και εύρωστο φυτό από κάθε σπόρο που θα αποτελεί στο σύνολο με τα υπόλοιπα, την μητρική φυτεία της μονάδος παράγωγης. Όπως έχει προαναφερθεί, σκοπός είναι να τροφοδοτείται η γραμμή παραγωγής συνεχώς με μοσχεύματα. Σε αυτό το στάδιο σημαντικό ρόλο κατέχει η λήψη απόφασης για την σωστή επιλογή των υγιών και εύρωστων φυτών.

Πρέπει να διευκρινιστεί ότι κάθε ζώνη παραγωγής και κάθε στάδιο ανάπτυξης , από την αρχή του βιολογικού κύκλου των φυτών έως το τέλος, απαιτούν συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες ( π.χ. θερμοκρασίας , υγρασίας , φωτοπερίοδου ). Αυτό είναι και ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των μονάδων κλειστού τύπου , αφού πρόκειται για υψηλών προδιαγραφών θερμοκήπια , στα οποία υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης και ελέγχου των απαιτούμενων κλιματολογικών συνθηκών.

Κρίσιμο όσο αφορά τις συνθήκες που προτείνονται ώστε να φυτρώσει ο σπόρος είναι οι ιδανικές συνθήκες υγρασίας και οι συνθήκες σκότους .

#### Συνθήκες διατήρησης των μητρικών φυτών.

Στο σημείο αυτό έχει ολοκληρωθεί το φύτευμα των σπόρων , έχουν αναπτυχθεί τα φυτά και έχει πραγματοποιηθεί η επιλογή για την διατήρηση των πιο ικανών φυτών. Η μητρική φυτεία είναι πλέον έτοιμη για την λήψη μοσχευμάτων έπειτα από 8-9 εβδομάδες από την πρώτη ημέρα της σποράς ( set up ).

Όπως γίνεται κατανοητό ,η λήψη μοσχευμάτων θα πραγματοποιηθεί περισσότερες από μια φορές. Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης των μητρικών φυτών, αυτά παραμένουν σε ειδικά διαμορφωμένους στεγασμένους χώρους, εκτός θερμοκηπίου, με σκοπό τη συνεχή λήψη μοσχευμάτων για την ανάπτυξη φυτών κλώνων. Τα μοσχεύματα συλλέγονται από τα φύλλα και τμήμα του βλαστού των μητρικών φυτών. Κάθε εβδομάδα θα λαμβάνονται 6-10 μοσχεύματα/μητρικό φυτό. Επομένως πρέπει να διατηρηθεί η μητρική φυτεία σε τέτοιες συνθήκες , ικανές ώστε να προμηθεύεται με ποιοτικά μοσχεύματα η γραμμή παραγωγής. Οι συνθήκες που προτείνονται είναι οι εξής:

- Ώρες Φωτισμού 18 με 20
- 50%-70% Σχετική Υγρασία
- 24-26 °C Θερμοκρασία

- Στεγασμένου Τύπου
- Συγκέντρωση CO<sub>2</sub> : 800 ppm. Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> εξαρτάται από της συνθήκες φωτισμού. Η έκλυση πρέπει να γίνεται τις πρωινές ώρες και όταν έχει πλήρη ηλιοφάνεια.
- Εμβαδού 800 τ.μ. (ανάλογα το μέγεθος και τις ανάγκες της κάθε μονάδος παραγωγής)
- Το εγκεκριμένο ύψους του θερμοκηπίου από το υπουργείο είναι 4 μ..

Συνιστάται να χωρίζεται σε 3 μέρη η μητρική φυτεία ώστε κάθε εβδομάδα να γίνεται λήψη μοσχευμάτων από διαφορετική ομάδα φυτών.

Ο εξοπλισμός για κάθε ζώνη παραγωγής θα αναλυθεί σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

## **5.2 Ζώνη διαχείρισης μοσχευμάτων και κλώνων (Clone chambers)**

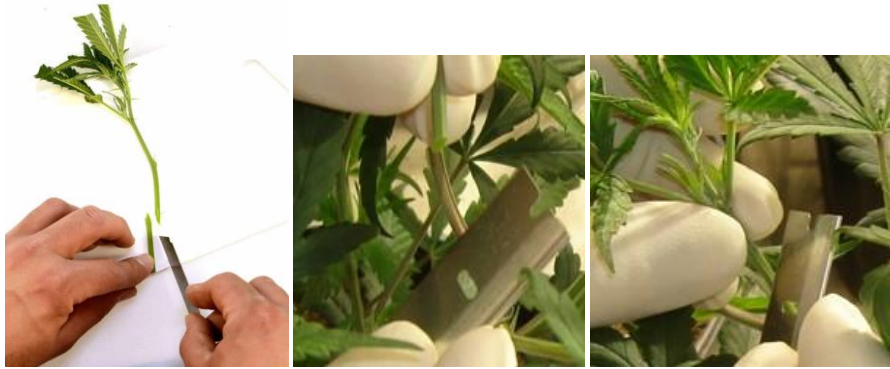
Πρόκειται για την δεύτερη ζώνη την κύριας παραγωγής. Αποτελεί το στάδιο στο οποίο διαχειριζόμαστε τα ληφθέντα μοσχεύματα της μητρικής φυτείας με σκοπό τη δημιουργία υγιών θυγατρικών φυτών πανομοιότυπων με τα μητρικά φυτά (κλωνοποίηση).

### **5.2.1 Κλωνοποίηση**

#### Περιγραφή διαδικασιών

Η πρώτη φάση της κλωνοποίησης αφορά την επιλογή του σημείου που θα κόψουμε το φυτό. Συνήθως η λήψη γίνεται από την κορυφή του φυτού στο διάστημα μεταξύ την 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> διακλάδωσης υπολογίζοντας να έχει ύψος 5 με 6 εκ. μετά την φύτευση στο υπόστρωμα. Σε ορισμένες ποικιλίες τα φυτά δεν αντιδρούν θετικά στο κόψιμο του κεντρικού κορμού, ωστόσο μπορούμε να επιλέξουμε κλώνους από τις κορυφές των υπόλοιπων κλαδίσκων. Προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε να μην επιλέγονται μοσχεύματα από τα κατωτέρα τμήματα του φυτού διότι παρουσιάζουν μικρή ανάπτυξη. Κάθε μόσχευμα αποδίδει ένα (1) φυτό κλώνο.

Ο τρόπος που κόβουμε τα τμήμα του φυτού που θα αποτελούν τα μοσχεύματα έχει μεγάλη σημασία. Γνωρίζουμε ότι οι βλαστοί της κάνναβης χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη συνεκτικών ινών έτσι το κόψιμο πρέπει να γίνεται με αιχμηρό εργαλείο (π.χ. ειδικό εργαλείο ή κοπίδι) ώστε η τομή να είναι απαλλαγμένη από ίνες που θα εμποδίζουν την ριζοβολία του μοσχεύματος. Η τομή συνιστάται να γίνεται στην άκρη του μοσχεύματος σε γωνία 45°. Η διαδικασία αυτή απαιτεί λεπτούς χειρισμούς και αρκετή εμπειρία.



Εικόνα 5.1: (Αριστερά) τομή 45° στη άκρη με λεπίδι ,(Δεξιά) λήψη μοσχευμάτων.

Κάθε μόσχευμα θα πρέπει να έχει τουλάχιστον 2 με 3 φύλλα , αξίζει να σημειωθεί ότι ο σωστός αριθμός των φύλλων για τα μοσχεύματα διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία. Η συνηθέστερη μέθοδος είναι ότι τα μοσχεύματα είναι φυλλοφορά μοσχεύματα για την επιτυχημένη ριζοβολία και την παραγωγή ενδογενών αυξινών. Εκτός όμως από τις ενδογενής αυξίνες χρησιμοποιούνται και μείγματα φυτικών ορμονών (όπως η χρήση των αυξινών και αυτή του αιθυλενίου) σε ποσοστό 90% από τις μονάδες παραγωγής παγκοσμίως . Εκεί εμβαπτίζονται οι βάσεις των κλώνων ώστε να επιταχύνουμε την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος τόσο για να ενταχθεί πιο γρήγορα στην γραμμή παραγωγής όσο και να διασφαλίσουμε ότι το μόσχευμα θα αναπτυχθεί και δεν θα μαραθεί, κάτι το οποίο αν συμβαίνει σε μεγάλη συχνότητα θα ανατρέψει την προσδοκώμενη παραγωγή και θα δημιουργεί σύγχυση στα σχέδια παραγωγής του τελικού προϊόντος και στους οικονομικούς δείκτες κάθε επιχείρησης .

Ανασταλτικός παράγοντας στην ανάπτυξη του φυτού – κλώνου είναι και η μεγάλη φυλλική επιφάνεια ο αριθμός δηλαδή των φύλλων στο μόσχευμα. Σε αυτό το σημείο το μόσχευμα δεν φέρει ρίζες , όσο μεγαλύτερη είναι η φυλλική επιφάνεια τόσο αυξάνεται και ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοή (απώλεια νερού) . Εάν δεν μειωθεί από την αρχή αυτός ο ρυθμός τότε το μόσχευμα θα αφυδατωθεί με αποτέλεσμα να μαραθεί αφού μη έχοντας ακόμα αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα του αδυνατεί να αναπληρώσει θρεπτικά συστατικά και νερό. Το τέχνασμα με το οποίο επιλύεται αυτή ιδιαιτερότητα είναι με αφαίρεση του 1/3 των κορυφών των φύλλων (ανάλογα με το μέγεθος).

Έχοντας ολοκληρώσει όλα τα προηγούμενα στάδια ,μεταφυτεύουμε τον κλώνο στο καλλιεργητικό μέσο που έχει επιλεγεί (υπόστρωμα ριζοβολίας) . Το υπόστρωμα μπορεί να είναι από περλίτη, πετροβάμβακα ή μείγμα τύρφης με περλίτη. Ιδανικό εδαφικό pH είναι 5,5 με 6,2.



Εικόνα 5.2: (Αριστερά) Τα μοσχεύματα όταν μεταφυτεύονται στο υπόστρωμα ριζοβολίας , εδώ φαίνεται και πως είναι τα φύλλα μετά την μείωση της φαλλικής επιφάνειας, (Δεξιά) τα μοσχεύματα είναι έτοιμα για να περάσουν στην ζώνη 3 της κύριας παραγωγής.

### 5.2.2 Συνθήκες καλλιέργειας των μοσχευμάτων

Εφόσον έχει πραγματοποιηθεί όλη η διαδικασία που περιγράφεται παραπάνω το τελευταίο βήμα είναι να δημιουργήσουμε ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες για τα φυτά-κλώνους. Λόγω του κινδύνου διαπνοής τοποθετούμε τα φυτά- κλώνους σε θερμοκοιτίδες ή σε αμιγώς κλειστούς θαλάμους (θάλαμο υδρονέφωσης) , ανάλογα τις απαιτήσεις της μονάδος, και με ειδικούς θερμοστάτες ( controllers ) ελέγχουμε και διαμορφώνουμε τις κλιματολογικές συνθήκες που απαιτούνται. Με τον τρόπο αυτό η σχετική υγρασία κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα και η διαπνοή του φυτού μειώνεται . Τα φυτά – κλώνοι θα χρησιμοποιήσουν τα αποθέματα ανόργανων συστατικών που έχουν στα φύλλα τους, για να συνεχίσουν να φωτοσυνθέτουν ενώ ταυτόχρονα θα δημιουργήσουν ένα σύστημα νέων ριζών. Αναμένεται τα μοσχεύματα να έτοιμα για την ζώνη 3 (Ζώνη ανάπτυξης βλαστικού σταδίου / Vegetative growth) μετά από 7 με 14 ημέρες από την μεταφύτευση ( DAP : Days After Planting ).



Εικόνα 5.3: (Αριστερά) θερμοκοιτίδες , (Δεξιά) θάλαμο υδρονέφωσης.

### Συνθήκες καλλιέργειας των φυτών-κλώνων.

- Σχετική υγρασία (RH) : RH 95% 0-4 DAP, 80% 5-8 DAP, 60% 9-12 DAP. Ανάλογα με την σχετική υγρασία που επικρατεί η ριζοβολία των μοσχευμάτων αναμένεται να προκύψει νωρίτερα η αργότερα από την πρώτη ημέρα της μεταφύτευσης (DAP).
- Η θερμοκρασία ημέρας /νύχτας (day/night) συνιστάται να είναι 22-30 °C για την επιτυχημένη ριζοβολία.
- Η φωτοπερίοδος γίνεται με χρήση λαμπτήρων LED και οι απατήσεις είναι 18 ώρες (18 h) φωτισμού ημερησίως.
- Ενεργή ακτινοβολία φωτοσύνθεσης (PAR) : 50  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$  0-5DAP, 80  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$  6-8DAP και 115  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$  9-12 DAP

#### 5.2.3 Κλωνοποίηση με την τεχνική της ιστοκαλλιέργειας

Η κυτταροκαλλιέργεια (cell culture) και η ιστοκαλλιέργεια (tissue culture) είναι γενικότερα γνωστότερες με τους όρους «καλλιέργεια in vitro» ή «τεχνικές in vitro». Ο λατινικός όρος in vitro σημαίνει κυριολεκτικά «στο γυαλί» και προέρχεται από την εποχή που οι κυτταροκαλλιέργειες πραγματοποιούνταν μέσα σε γυάλινους σωλήνες (αυτοί χρησιμοποιούνται ακόμα σε αρκετές εφαρμογές).



Εικόνα 5.4: Καλλιέργεια μοσχευμάτων κάνναβης με τεχνική “in vitro”

Η ιστοκαλλιέργεια είναι συνυφασμένη με μια σειρά από βασικές τεχνικές (όπως παρασκευή υποστρώματος, αποστείρωση και απολύμανση), οι οποίες απαιτούν ένα επαρκές επίπεδο εκπαίδευσης και εργαστηριακής υποδομής. Αν και για τις πλέον συνηθισμένες εργασίες οι απαιτήσεις δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές, μπορούν να αυξηθούν στην περίπτωση ειδικών εφαρμογών (Davey, M.R., & Anthony, P.).

### Συνθήκες καλλιέργεια μοσχευμάτων κάνναβης με τεχνική “in vitro”

- Αρκεί ένα μικρό τμήμα του φυτού για πολλαπλασιασμό ( συνήθως μασχαλιαίοι οφθαλμοί ).
- Θρεπτικό υπόστρωμα : 30 g/L σουκρόζης και 6.8 g/L agar
- Το pH του θρεπτικού υποστρώματος πρέπει να είναι 5,8 .
- Ο Θάλαμος ιστοκαλλιέργειας απαιτεί: Να έχει καθορισμένες συνθήκες υγρασίας, 16 ώρες φωτισμού και η θερμοκρασίας 25 °C (± 1 °C). Πρόκειται για μια αμιγής τεχνική που κρίσιμο σημείο είναι η απαλλαγή από κάθε είδους παθογόνα .
- Όταν οι ρίζες των εκφύτων είναι 0,5 -1 εκ. μεταφυτεύονται σε δοχεία πολλαπλών θέσεων (υπόστρωμα περλίτη) για 2-3 εβδομάδες.

Πίνακας 5.1: Σύγκριση των δυο μεθόδων καλλιέργειας φυτών-κλώνων.

ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ	ΙΣΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
Εύκολη μέθοδος	Περίπλοκη μέθοδος (εκπαίδευση, εγκαταστάσεις)
Μετάδοση παθογόνων από το μητρικό στα θυγατρικά φυτά	Θυγατρικά φυτά απαλλαγμένα από παθογόνους
Πιθανότητα ανάπτυξης μεταλλάξεων (περιβαλλοντικές συνθήκες)	Εξασφάλιση γενετικής ομοιομορφίας
Ανάγκη εξασφάλισης αριθμού μητρικών φυτών	Δεν χρειάζεται πλήθος μητρικών φυτών (διατήρηση φυτικών ιστών για μελλοντική χρήση)

γενετική εξασφάλιση αριθμού μητρικών φυτών

φυσική ταμπά για ηχογονική χημεία)  
για χημεία για γυμνάσιό μητρικών φυτών (σταμίνια)

### 5.3 Ζώνη ανάπτυξης βλαστικού σταδίου (Vegetative growth)

Εφόσον τα φυτά έχουν αναπτύξει ένα πιο εκτεταμένο δίκτυο ριζών και τα κυτταρικά τοιχώματα των μίσχων του φυτού έχουν διογκωθεί, οδηγούνται στη ζώνη ανάπτυξης του βλαστικού σταδίου των φυτών – κλώνων, είναι το σημείο της μονάδος παραγωγής όπου τα μοσχεύματα παραμένουν για τέσσερις εβδομάδες (ανάλογα με την ποικιλία) εντός των ζωνών βλάστησης του θερμοκηπίου, εκεί

αναπτύσσονται σε φυτά κλώνους. Στη συνέχεια, τα φυτά κλώνοι μεταφέρονται στις ζώνες ανθοφορίας του θερμοκηπίου.

Ο χώρος των ζωνών βλάστησης απολυμαίνεται για να υποδεχθεί την επόμενη νέα φυτεία είναι ένα προληπτικό μέτρο για την αποφυγή δυσμενών επιπτώσεων κατά την βλάστηση.

### 5.3.1 Περιγραφή κλιματολογικών συνθηκών

Στη ζώνη βλαστητικής ανάπτυξης τα φυτά παραμένουν για 4 εβδομάδες. Απαιτούνται λιγότεροι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα του θερμοκηπίου επειδή τα φυτά-κλώνοι έχουν αναπτύξει το ριζικό τους σύστημα, μπορούν να απορροφούν το απαιτούμενο νερό και τα θρεπτικά συστατικά. Τα βλαστικά φυτά έχουν την δυνατότητα να χειριστούν ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών αφού οι μίσχοι τους έχουν αναπτύξει ένα προστατευτικό στρώμα και τα φύλλα βρίσκονται στο επιθυμητό μέγεθος. Τα φυτά – κλώνοι από αυτό το σημείο είναι έτοιμα να ενταχθούν στην παραγωγή.

Εάν ο αέρας παραμένει σε 80-90% σχετική υγρασία δημιουργείται ένα ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη μούχλας και για προσβολή από έντομα (κρίσιμο στάδιο).

Σε όσο το δυνατόν περισσότερο σταθερές κλιματολογικές συνθήκες:

- Σχετική υγρασία (RH ): 50-70%
- Θερμοκρασία : 24-28 °C
- Φωτισμός : 20-24 ώρες 1.100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  ( στο σημείο αυτό η καλλιέργεια απαιτεί πολλές ώρες φωτισμού.

Τα φυτά της κάνναβης ξεκινούν την βλαστική τους ανάπτυξη.

### 5.4 Ζώνη Ανθοφορίας (Flower growth)

Η ζώνη αυτή είναι η τέταρτη και τελευταία ζώνη από την κύρια γραμμή παραγωγής. Ελκύει το περισσότερο ενδιαφέρον αφού εδώ με την έναρξη της ανθικής επαγωγής, σχηματίζεται η ταξιανθία και οι αδενώδεις τρίχες ή αλλιώς οι ρητινοφόροι αδένες (Παπαδόπουλος, 1974) που φέρουν στη βάση τους σφαιρικούς κυστόλιθους μέσα στους οποίους σχηματίζονται τα κανναβινοειδή (Παπαστυλιανού 2019) όπως η τετραϋδροκανναβινόλη (THC) που είναι η κύρια ουσία της παραγωγικής κατεύθυνσης.

Η λήψη απόφασης, για την ακριβή ώρα της συγκομιδής , συμπεριλαμβάνεται στα πιο κρίσιμα στάδια της παραγωγικής αλυσίδας και στο πιο σημαντικό αυτής της ζώνης.

Η άνθιση αποτελεί ίσως την πιο σημαντική φάση ανάπτυξης του βιολογικού κύκλου της φαρμακευτικής κάνναβης καθώς το κόστος τις οποιασδήποτε αστοχίας θα είναι ιδιαίτερα υψηλό. Το προηγούμενο επαληθεύεται αν σκεφτούμε, όχι μόνο την οξείδωση που μπορεί να υποστεί η τετραϋδροκανναβινόλη ( THC ) και να μειωθεί η ποσότητα καθώς να υποβαθμιστεί και η ποιότητα της παραγόμενης ουσίας , αλλά φυσικά την ενέργεια και τις εργατοώρες του προσωπικού που έχουν καταναλωθεί σε όλες τις προηγούμενες ζώνες παραγωγής .

Γίνεται κατανοητό το εξής: όσο κάθε παρτίδα παραγωγής αναπτύσσεται στην κάθε ζώνη τόσες περισσότερες οικονομικές μονάδες απαιτεί και καταναλώνει. Επομένως το κόστος κάποιας αστοχίας στα προχωρημένα στάδια του βιολογικού κύκλου, θα παρουσιάζει μεγαλύτερη οικονομική ζημία.

#### **5.4.1 Περιγραφή κλιματολογικών συνθηκών**

Η διατήρηση σταθερών συνθηκών σε αυτό το στάδιο είναι μείζονος σημασίας. Έχει γίνει η διαλογή σε προηγούμενα στάδια ανάπτυξης και πλέον υπάρχουν μόνο θηλυκά φυτά. Τα επίπεδα υγρασίας πρέπει να διατηρούνται σε χαμηλές τιμές ώστε να αποφεύγονται ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης μούχλας από την παγιδευμένη υγρασία εντός της ταξιανθίας, κάτι το οποίο είναι βέβαιο πως θα μείωση την βιωσιμότητα του τελικού προϊόντος, αυτό συμβαίνει γιατί τα φυτά ανταποκρίνονται στην υψηλή υγρασία , σχηματίζοντας χαλαρούς και λιγότερο πυκνούς ανθούς με σκοπό να αυξήσουν την ροή του αέρα και να αποφύγουν την καταστροφή των σπόρων από τους μύκητες πριν ωριμάσουν (S. Djomehri). Οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν το κλείσιμο των στομάτων στα φύλλα με αποτέλεσμα την επιβράδυνση την φωτοσύνθεσης.

#### **Συνθήκες ανάπτυξης ανθέων :**

- Στη Ζώνη 4 τα φυτά παραμένουν για 5 με 8 εβδομάδες και στη συνέχεια συγκομίζεται η ταξιανθία.
- Σχετική υγρασία ( RH ): 50-70%
- Θερμοκρασία : 20-25 °C
- Φωτισμός : 12 ώρες 1.300  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 /\text{s}$

Συνιστάται η αξιοποίηση του ηλιακού φωτός με συμπληρωματικό σύστημα φωτισμού και κουρτίνες συσκότισης για την κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας σε φως και σκοτάδι (12/12).





**Εικόνα 5.5: Ζώνη Ανθοφορίας (Flower growth)**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : Περιγραφή Παραγωγικής Διαδικασίας Μεταποίησης

Τα τμήματα της μεταποίησης είναι αυτά που πλαισιώνουν την κύρια ζώνη της παραγωγή και είναι απαραίτητα σε μια μονάδα παραγωγής φαρμακευτικής κάνναβης. Οι προδιαγραφές είναι επίσης αυστηρές και σε αυτά τα τμήματα για την εξασφάλιση της υψηλής ποιότητας .

Πρόκειται επί της ουσίας για το τμήμα που διαχειρίζεται το συγκομισμένο προϊόν, την νωπή ταξιανθία του φυτού της κάνναβης με σκοπό την λήψη του τελικού προϊόντος .



Εικόνα 6.1 : Ταξιανθία φαρμακευτικής κάνναβης (*Cannabis Sativa L*)

### 6.1 Συγκομιδή

Προτού αναφερθούμε στις τεχνικές διαχείρισης της ταξιανθίας , τις οποίες πρέπει να ακολουθήσουν οι χειριστές με σκοπό να παραχθεί υψηλής ποιότητας προϊόν και να μειωθούν οι απώλειες , είναι αναγκαίο να περιγραφεί ο τρόπος και το στάδιο της συγκομιδής.

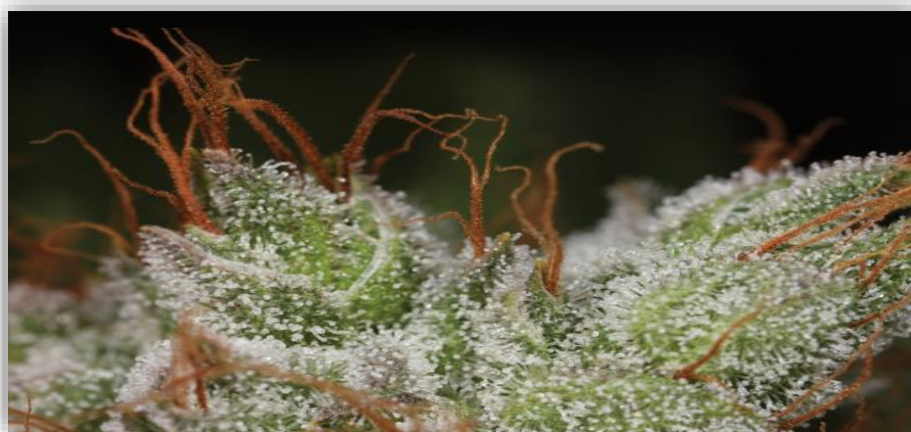
Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω το σημείο που η ταξιανθία είναι έτοιμη για συγκομιδή συμπεριλαμβάνεται στα κρίσιμα στάδια της παραγωγής.



Εικόνα 6.2: Απεικόνιση κρίσιμου σταδίου.

Ο Χρόνος της συγκομιδής εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC). Το βέλτιστο σημείο προσδιορίζεται με την πραγματοποίηση καθημερινών αναλύσεων για τον καθορισμό υψηλής συγκέντρωσης σε THC. Η εκτίμηση γίνεται οπτικά και όταν τουλάχιστον το 80% των σιγμάτων γίνουν καφέ και έχουν συρρικνωθεί, η ταξιανθία τότε θεωρείται έτοιμη για συγκομιδή.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα χαρακτηριστικά για την ημέρα συγκομιδής διαφέρουν από ποικιλία σε ποικιλία έτσι ο προσδιορισμός του βέλτιστου σημείου, απαιτεί την υψηλή εμπειρία του γεωπόνου - παρατηρητή.



Εικόνα 6.3: Καφέ χρωματισμός των σιγμάτων.

## 6.2 Τεχνικές συγκομιδής και trimming

Μόλις δοθεί η εντολή από τους γεωπόνους οι οποίοι είναι και οι υπεύθυνοι παραγωγής κάθε μονάδος τότε ξεκινάει η συγκομιδή από τους χειριστές.

Η κοπή των φυτών πρέπει να γίνει στη βάση τους, όσο το δυνατόν πιο κοντά στο έδαφος. Έπειτα τα φυτά τοποθετούνται σε αποστειρωμένη επιφάνεια απαλλαγμένη από υπολείμματα προηγούμενης πατρίδος, η αποστείρωση είναι αναγκαία ώστε να εξαλείφει κάθε πιθανότητα προσβολής από κάποιο παθογόνο μικροοργανισμό που θα έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος ( κρίσιμο στάδιο).

Δεν πρέπει να παραβλεφθεί ότι είναι σημαντική η καταγραφή του βάρους κάθε παρτίδας παραγωγής και αυτό γιατί είναι αναγκαίο να υπάρχουν δεδομένα σε μια σύγχρονη πλατφόρμα (BioTrackTHC) με τα οποία το τμήμα έρευνας και ανάπτυξης κάθε μονάδος να γνωρίζει την πορεία κάθε παρτίδας. Είναι ένας εσωτερικός τρόπος έρευνας με σκοπό την βελτίωση της παραγωγής στην επόμενη παρτίδα που θα καλλιεργηθεί.

Οι μετρήσεις και οι υπόλοιπες διαδικασίες πρέπει να συμβαίνουν γρήγορα τόσο για την μείωση προσβολών από εχθρούς και παθογόνα όσο και για την διατήρηση των δραστικών ενώσεων (THC) που είναι και το τελικό προϊόν.

Οι προτεινόμενες τεχνικές είναι οι εξής:

Μετά την κοπή των ταξιανθιών και την ζύγιση τους ξεκινά η διαδικασία επεξεργασίας της ταξιανθίας. Όλες οι διαδικασίες που θα αναλύσουμε παρακάτω είναι γνωστές με τον αγγλικό όρο trimming.

Το trimming χωρίζεται σε δυο επιμέρους φάσεις νωπό και ξηρό ( wet και dry trimming).

**Νωπό - Wet trimming :** Ο κύριος στόχος εδώ είναι η απομάκρυνση των φύλλων (βράκτεια φύλλα) που εκφύονται από την ταξιανθία με κάποιο κοφτερό εργαλείο (ψαλίδι) και η κοπή των φυτών σε μεμονωμένα στελέχη μήκους μικρότερο των 45 εκ..

Έπειτα από αυτές τις ενέργειες οι ταξιανθίες τοποθετούνται σε ειδικές κρεμάστρες και εισέρχονται στο θάλαμο αποξήρανσης με σκοπό την μείωση της υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα, αξίζει να σημειωθεί ότι δεν επιθυμείται η πλήρης ξήρανση διότι κατά την συνέχεια της διαχείρισης, οι ταξιανθίες θα θρυμματίζονται. Αυτό είναι ένα ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό τόσο για την ποιότητα του προϊόντος όσο και για την εργασία των χειριστών .



Διάγραμμα 6.1: Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζεται η πορεία της διαδικασίας του wet trimming . Η απομάκρυνση των φύλλων ,η μορφή της ταξιανθίας χωρίς τα βράκτεια φύλλα και τοποθέτηση στις κρεμάστρες.

Εντός του ξηραντήριου οι ταξιανθίες παραμένουν για 3 έως 5 ημέρες με σκοπό την μείωση της περισσειας υγρασίας από 80% στο 15% , την κρυστάλλωση των κανναβινοειδών και την αποφυγή ανάπτυξης μούχλας (Μπιλάλης,2019) . Η υγρασία και θερμοκρασία που επικρατεί στο θάλαμο ξήρανσης είναι υπό ελεγχόμενες συνθήκες ( Σχετική υγρασία 40% - 60% και 18°C – 22°C) και απαιτείται επαρκής αερισμός .



Εικόνα 6.4 : Εσωτερική απεικόνιση από το ξηραντήριο.

**Ξηρό – Dry trimming :** Ο κύριος στόχος εδώ είναι η συλλογή των μπουμπουκιών. Οι ταξιανθίες απομακρύνονται από τον θάλαμο αποξήρανσης και αφαιρούνται τα στελέχη. Απομακρύνονται τα υπόλοιπα φύλλα και ξεκίνα η συλλογή των μπουμπουκιών είτε με ψαλίδι είτε με μηχανήμα κοπής. Συνίσταται να αποστειρώνονται τα εργαλεία πριν από κάθε εφαρμογή. Μετά την συλλογή είναι απαραίτητη η ζύγιση των μπουμπουκιών και η καταγραφή των δεδομένων.



Εικόνα 6.5 : Τρόποι συλλογής μπουμπουκιών (Αριστερά) Το μηχάνημα κοπής (Δεξιά) η απομάκρυνση των φύλλων με ψαλίδι.

### 6.3 Κονιορτοποίηση (milling)

Η διαδικασία αυτή συμβαίνει με ειδικούς μύλους άλεσης, προκειμένου να δώσουμε στα αποξηραμένα άνθη της κάνναβης την κατάλληλη ύφη για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η μέθοδος της εκχύλισης (η μέθοδος θα αναλυθεί παρακάτω) και να οδηγηθούμε στην λήψη του τελικού προϊόντος. Το τελικό προϊόν παραγωγής είναι το καθαρό THC (Δ-9-Τετραϋδροκανναβινόλη). Αξίζει να σημειωθεί ότι από την διαδικασία της κονιορτοποίησης εκμεταλλευόμαστε κάθε παράγωγο και σε οποιαδήποτε μορφή για εκχύλιση επομένως δεν υπάρχουν υπολείμματα. Η παραγομένη ποσότητα κονιορτοποιημένων ανθέων εξαρτάται από το μέγεθος της καλλιέργειας κάθε μονάδος ξεχωριστά.



Εικόνα 6.6 : Ο μύλος άλεσης των ανθέων.

## 6.4 Εκχύλιση THC (Δ-9-Τετραϋδροκανναβινόλη)

Όπως προκύπτει από την νομοθεσία ( Εισαγωγή 1.4 ) εντός της εγκατάσταση προβλέπεται η λειτουργία μεταποιητικής μονάδας επεξεργασίας και παραγωγής τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης.

Είναι το τελικό στάδιο πριν την λήψη του τελικού προϊόντος. Εντός της μονάδας θα υπάρχει το εργαστήριο εκχύλισης που θα στελεχώνεται από εξειδικευμένο προσωπικό υπό την επίβλεψη των γεωπόνων οι οποίοι είναι οι υπεύθυνοι για όλη την παραγωγική διαδικασία, από το φύτευμα του σπόρου έως την αποθήκευση και εξαγωγή του τελικού προϊόντος.

### 6.4.1 Το διοξείδιο του άνθρακα ( CO<sub>2</sub> ) ως διαλύτης

Η χρήση του διοξειδίου του άνθρακα ( CO<sub>2</sub> ) ως διαλύτη για την εξαγωγή φαρμακευτικών ουσιών από τους ανθούς του φυτού της κάνναβης εμφανίζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους παραδοσιακούς διαλύτες όπως είναι η αιθανόλη και το βουτάνιο. Λόγω της αφθονίας του στην φύση , είναι ένα από τα πιο καλά μελετημένα μόρια . Το γεγονός ότι η θεοκρασία και η πίεση του μορίου μπορούν εύκολα να χειραγωγούνται σε εργαστηριακές συνθήκες, επιτρέπει στους επιστήμονες να αναπτύσσουν την έρευνα και να χρησιμοποιούν τον διαλύτη σε διαφορετικές πιέσεις και θερμοκρασίες , προκειμένου να συλλέγουν ξεχωριστά τα κανναβινοειδή.

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα μόριο με μικρό μοριακό βάρος και τυπική ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία παρουσιάζοντας υψηλή εκλεκτικότητα στον τρόπο διαχείρισης του . Όταν αναμιχθεί με το υλικό τροφοδοσία στο δοχείο εκχύλισης σε μια τυπική supercritical διάταξη , σε ένα διαχωριστικό στρόβιλο, προκαλεί το διαχωρισμό του από το εκχύλισμα. Πλεονεκτεί σε σχέση με βαρύτερα μόρια όπως το βουτάνιο και με πιο πολικά μόρια όπως η αιθανόλη, που χρησιμοποιούνται ως διαλύτες και απαιτούν εισαγωγή περισσότερης ενέργειας για τον διαχωρισμό τους από το εκχύλισμα, γενικά η μέθοδος εκχύλισης με διαλύτη το διοξείδιο του άνθρακα απαιτεί χαμηλά κόστη λόγω και της δυνατότητας ανακύκλωσης του διαλύτη.

Είναι γνωστό ότι το διοξείδιο του άνθρακα υπάρχει σε αφθονία στην ατμόσφαιρα ως μη τοξικό και αναφλέξιμο αέριο. Η εισπνοή του σε χαμηλές συγκεντρώσεις είναι ακίνδυνη σε σχέση με άλλα χημικά που χρησιμοποιούνται ως διαλύτες εκχύλισης επομένως το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί την πιο ασφαλή επιλογή τόσο για τους εργαζόμενους του τμήματος εκχύλισης όσο και για το περιβάλλον. Θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε ως μια πράσινη επιλογή διαλύτη σημειώνοντας ακόμα, ότι είναι εγκεκριμένος διαλύτης όχι μόνο για βιομηχανίες

φαρμάκων αλλά και για βιομηχανίες τροφίμων σύμφωνα με αρμόδιος οργανισμούς των ΗΠΑ .

Σε θερμοκρασίες και πίεσης άνω των  $31,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $7,38\text{ MPa}$  ή  $73\text{bar}$  γίνεται ένα Supercritical ρευστό που παρουσιάζει χαρακτηριστικά τόσο αέριου όσο και υγρού. Η πυκνότητα των μορίων μοιάζει με υγρό, το ρευστό μείγμα διατηρεί χαμηλό ιξώδες και υψηλή διάχυση σαν ένα αέριο. Η απόδοση της εκχύλισης με supercritical  $\text{CO}_2$  μεγιστοποιείται σε θερμοκρασίες  $45 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$  και σε πιέσεις μεταξύ των  $25 - 30\text{ MPa}$  , έρευνες φανερώνουν ότι σε πιέσεις κάτω από  $20\text{ MPa}$  και σε θερμοκρασία κοντά στους  $40^{\circ}\text{C}$  διατηρούνται αποτελεσματικοί ρυθμοί απόδοσης. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι το ρευστό θα χάσει μέρος την υγρής πυκνότητας αν οι θερμοκρασία αυξηθεί και η πίεση παραμείνει χαμηλή. Έτσι δεν υπάρχει θερμική υποβάθμιση των φυσικών προϊόντων λόγω των ήπιων συνθηκών που εφαρμόζονται (συνήθως έως  $40\text{-}50^{\circ}\text{C}$ ) .

#### 6.4.2 Υπερκρίσιμη εκχύλιση (Supercritical Fluid Extraction)

##### Περιγραφή διαδικασίας



Εικόνα 6.7 : Πρότυπη εικόνα ενός συστήματος εκχύλισης

- Η διαδικασία ξεκινάει με την ετοιμασία του διαλύτη (διαμόρφωση συνθηκών πίεσης και θερμοκρασίας) . Το  $\text{CO}_2$  έχοντας πίεση άνω της κρίσιμης τιμής των  $7,38\text{ MPa}$  δηλαδή, προωθείται στο σύστημα θέρμανσης, ώστε η θερμοκρασία του να υπερβεί τους  $31,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



- Όπως έχουμε αναφέρει παραπάνω η εκχύλιση των κανναβινοειδών φτάνει την μέγιστη αποτελεσματικότητα της σε συνθήκες που προσεγγίζουν τα 25 MPa (250 bar) πίεσης και 40°C για την θερμοκρασία. Έχοντας λοιπόν διαμορφωθεί οι κατάλληλες συνθήκες , ο διαλύτης προχωράει στο κυρίως δοχείο του συστήματος εκχύλισης όπου έχει τοποθετηθεί το προς εκχύλιση υλικό (αποξηραμένα άνθη κάνναβης έπειτα από την διαδικασία της κονιορτοποίησης).
- Μόλις ολοκληρωθεί η μέθοδος , το εκχύλισμα συλλέγεται σε άλλο δοχείο και παραμένει καθαρό από τον διαλύτη . Λόγω των διαφορετικών συνθηκών το CO<sub>2</sub> έρχεται σε αέρια κατάσταση απαλλάσσοντας το εκχύλισμα από την παρουσία του.
- Στην συνέχεια πραγματοποιείται η ανακύκλωση του διαλύτη . Από την αέρια κατάσταση το CO<sub>2</sub> συμπιέζεται ξανά προκείμενου να έρθει σε υγρή μορφή. Απαλλαγμένος πλέον από διαλυτά συστατικά , ο διαλύτης είναι έτοιμος για την επαναχρησιμοποίηση του.

### 6.4.3 Διαχωρισμός των κανναβινοειδών

Στο εκχύλισμα που προκύπτει από την προηγούμενη διαδικασία περιλαμβάνονται διάφορα κανναβινοειδή (THC, CBD , CBG κ.α.) λιπίδια και κηροί που είναι επίσης μη πολικά και εξάγονται όλα μαζί , έτσι προκύπτει ένα συμπύκνωμα που δεν είναι μια ξεκάθαρη ουσία. Η στοχευόμενη ένωση είναι το οργανικό μόριο της THC (Δ-9-Τετραϋδροκανναβινόλη) που αποτελεί το ψυχοδραστικό κανναβινοειδές και το τελικό κύριο προϊόν της παραγωγικής διαδικασίας. Επομένως μετά την εκχύλιση, αναγκαία είναι η δευτερογενής επεξεργασία ώστε να πραγματοποιηθεί η λήψη της THC.

Για να παραχθεί ένα καθαρό ανοιχτόχρωμα συμπύκνωμα το εκχύλισμα υποβάλλεται σε μια πρόσθετη διαδικασία που ονομάζεται, εν ψυχρώ διήθηση (winterization) .

#### Περιγραφή διαδικασίας

- Το εκχύλισμα τοποθετείται σε καινούργιο δοχείο και πλημμυρίζεται από αιθανόλη σε θερμοκρασία δωματίου.
- Στη συνέχεια ψύχεται. Καθώς η αλκοόλη ψύχεται μεταξύ των -50 και -80° C , τα κεριά και τα λιπίδια στερεοποιούνται ενώ το THC και τα υπόλοιπα κανναβινοειδή παραμένουν σε ρευστή κατάσταση.
- Η διαδικασία διαρκεί από 24 – 48 ώρες. Το διάλυμα περνάει από φίλτρο με σκοπό να διαχωριστεί από τα στερεοποιημένα συστατικά.
- Με την βοήθεια ενός περιστροφικού εξατμιστή , απομακρύνεται ο διαλύτης που έχει απομείνει.

Οι μέθοδοι με τις οποίες μπορούμε να διαχειριστούμε όλα τα φυτικά υπολείμματα που προκύπτουν από την παραγωγική διαδικασία αναλύονται στο 9<sup>ο</sup> κεφάλαιο (Επιπλέον Περιβαλλοντολογικές Μέθοδοι).

## **6.5 Ποιοτικός έλεγχος , αποθήκευση και συσκευασία**

### **A) Ποιοτικός έλεγχος**

Ο ποιοτικός έλεγχος είναι απαραίτητος σε όλα τα σημεία της παραγωγικής διαδικασίας με συνεχόμενες δειγματοληψίες προκειμένου να εξασφαλιστεί η υψηλή ποιότητα και τα κριτήρια των GMPs.

Όλες οι εργαστηριακές αναλύσεις πρέπει να γίνονται με φιλικούς προς το περιβάλλον διαλύτες ικανούς να ανακυκλώνονται και να επαναχρησιμοποιούνται στις μεθόδους ανάλυσης. Όσο αφορά την επιλογή των διαλυτών αξίζει να αναφέρουμε ότι όλα τα κανναβινοειδή είναι αδιάλυτα στο νερό (υδρόφοβα) , επομένως το νερό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν διαλύτης σε καμία ανάλυση για τον ποιοτικό έλεγχο.

Με τις συνεχόμενες αναλύσεις εξασφαλίζεται η ποιότητα και η καθαρότητα του τελικού προϊόντος. Υπάρχει πλήρες ιστορικό καταγραφής των δραστικών συστατικών THC, THCa, CBD, CBDa, και CBN κ.α.. Επιτυγχάνεται ο έλεγχος για υπολείμματα από φυτοφάρμακα , βαρέα μέταλλα, μολύνσεις ή μυκοτοξίνες. Τέλος δίνεται η δυνατότητα της πρόληψη από την απομάκρυνση παρτίδων που δεν εμπίπτουν στα αποδεκτά για την υγεία και ασφάλεια επίπεδα.

### **B) Αποθήκευση και συσκευασία**

Κάθε παρτίδα ζυγίζεται , σφραγίζεται και τοποθετείτε σε ειδικούς θαλάμους θερμοκρασίας 20<sup>o</sup> C για την προστασία από το φως και τον αέρα , δυο παραγόντων που είναι ικανοί να μειώσουν την περιεκτικότητας σε κανναβινοειδή.

Οι συσκευασίες πρέπει να είναι ανθεκτικές σε παιδιά , αδιαφανής και από μη τοξικά υλικά ώστε να μην παρατηρηθεί μόλυνση του τελικού προϊόντος.

Στην ετικέτα που θα φέρει κάθε σκεύασμα είναι υποχρεωτικό να αναγράφονται πληροφορίες σχετικές με το περιεχόμενο και τη δραστικότητα του προϊόντος όπως:

- Καθαρό Βάρος ή όγκος
- Συγκέντρωση THC, THCa, CBD
- Αριθμός αδείας διανομέα
- Όνομα κέντρου παραγωγής
- Αριθμός παρτίδας
- Ημερομηνία συσκευασίας, συγκομιδής και παραγωγής
- Οδηγίες χρήσης με ειδικές προειδοποιήσεις
- Οι μέθοδος εκχύλισης που χρησιμοποιήθηκε, συμπεριλαμβανομένων διαλυτών, αερίων ή άλλων χημικών ουσιών ή ενώσεων.



Εικόνα 6.8 : Σκεύασμα τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης είδους *Cannabis Sativa L*

## ΚΕΦΑΛΙΟ 7<sup>ο</sup> : Περιγραφή Εξοπλισμού

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί ο εξοπλισμός που απαιτείται για μια μονάδα παραγωγής φαρμακευτικής κάνναβης καθώς και οι προτεινόμενες τεχνικές και υλικά που παρουσιάζουν το μικρότερο περιβαλλοντολογικό αποτύπωμα.

Είναι αναγκαίο να τονίσουμε ότι όλα τα υλικά του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθούν θα προέρχονται από εγκεκριμένους κατασκευαστές σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές και τα απαιτούμενα πρότυπα πιστοποίησης.

Συμφώνα με μελέτες του Northwest Power and Conservation Council (2014) η ενέργεια αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της λειτουργίας των μονάδων καλλιέργειας φαρμακευτικής κάνναβης (πίνακας 7.1) . Για τον λόγο αυτό κάθε μονάδα παραγωγής είναι υποχρεωμένη να δίνει ιδιαίτερη βάση στη μείωση την ενεργειακής κατανάλωσης με σκοπό την εξάλειψη των περιβαλλοντολογικών πτυχών που σαν αποτέλεσμα έχει :

- Οικονομική ανταγωνιστικότητα : Η χρήση ενέργειας αντιπροσωπεύει σημαντικό μέρος του συνολικού προϋπολογισμού λειτουργίας κάθε μονάδας .
- Περιβαλλοντικό αντίκτυπο : Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι υπεύθυνη για το ένα τρίτο περίπου του συνόλου των αερίων θερμοκηπίου. Κατά την τελευταία δεκαετία, έχουν καταβληθεί διάφορες προσπάθειες για την άμβλυση της κλιματικής αλλαγής τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο.

Πίνακας 7.1: Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας ως προς τις χρήσεις.

Χρήσεις ενέργειας	Ποσοστιαία κατανάλωση ενέργειας
Εξοπλισμός αφύγρανσης	51%
Φωτισμός	38%
Εξοπλισμός Θέρμανσης	5%
Χειρισμός Νερού	3%
CO <sub>2</sub>	2%
Ξήρανση	1%

## 7.1 Φωτισμός

Το σύστημα φωτισμού είναι εκείνο που καταναλώνει την περισσότερη ενέργεια σε όλα τα στάδια παραγωγής. Ο σωστός σχεδιασμός του συστήματος φωτισμού και η σωστή επιλογή λαμπτήρων είναι δυο παράγοντες που θα επηρεάσουν την ποσότητα αλλά και την ποιότητα του τελικού προϊόντος καθώς και την εξασφάλιση της αιεφόρου πολιτικής των επιχειρήσεων. Είναι αναγκαίο να εξετασθεί κατά τον σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού οι τυχόν επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας.

### 7.1.1 Περιγραφή διαδικασίας

Οι εσωτερικές εγκαταστάσεις καλλιέργειας κάνναβης χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό λαμπτήρων : υψηλής πίεσης νατρίου ( HPS ) , κεραμικού μεταλλικού (CMH ) , φθορισμού και τύπου LED. Προκειμένου να αξιοποιείται πλήρως η ενεργειακή απόδοση του συστήματος φωτισμού από την καλλιέργεια πρέπει να επιλέγεται η σωστή τεχνολογία για την κάθε ζώνη της κύριας παραγωγής.

Οι τεχνολογίες φωτισμού θα πρέπει να μετρηθούν με φωτοσυνθετική άποψη ενεργό ακτινοβολία (PAR) ή τη μέτρηση των ειδικών χαρακτηριστικών του φωτεινού φάσματος. Η PAR αντιπροσωπεύει το φάσμα του φωτός μεταξύ 400nm και 700nm, το μεγαλύτερο μέρος του φάσματος φωτός που χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση (Μπιλάλης , 2019) .

### 7.1.2 Περιγραφή εξοπλισμού

Υπάρχουν πολλές επιλογές όσον αφορά την τεχνολογία φωτισμού. Οι τρεις κορυφαίες τεχνολογίες φωτισμού που χρησιμοποιούνται είναι :

Φθορισμού T5 : Οι κοινοί λαμπτήρες φθορισμού αποτελούνται από το κέλυφος μέσα στο οποίο υπάρχει αέριο νέον, άλλο αδρανές αέριο ή ατμοί μετάλλων. Είναι διάφορων τύπων και ανάλογα με το αέριο που περιέχουν εκπέμπουν σε διαφορετικά φάσματα. Είναι φθηνοί αλλά μικρής ισχύος , το τελευταίο αποτελεί και τον περιοριστικό παράγοντα για εφαρμογή σε ευρεία κλίμακα. Χρησιμοποιούνται σε θαλάμους ανάπτυξης φυτών συμπληρωματικά ώστε να εμπλουτιστεί το φάσμα με ερυθρό και υπέρυθρο.



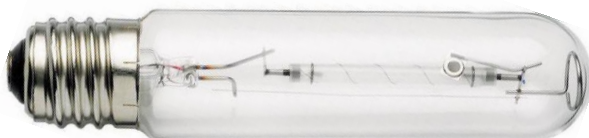
Εικόνα 7.2: Πάνελ Φθορισμού

- Μέταλλο - αλογόνου (MH) : Οι λαμπτήρες αυτοί λειτουργούν με την αρχή του βολταϊκού τόξου. Συνήθως μετά από λειτουργία ενός χρόνου χάνουν σχεδόν το 25% της απόδοσης τους και αντικαθιστούνται. Παράγουν ένα πλήρες φάσμα λευκού φωτός που σε κάποιες περιπτώσεις είναι προτιμότερο από το κίτρινο φως των λαμπτήρων υψηλής πίεσης. Το κίτρινο φως δεν συμβάλλει στη φωτοσύνθεση , καθώς το μήκος κύματος του φωτός αντανακλάται από το φυτό και δεν απορροφάται (Μπιλάλης, 2019). Ενώ παρέχουν την καλύτερη φασματική κατανομή από όλους τους λαμπτήρες δεν είναι τόσο αποτελεσματικοί στην μετατροπή της ενέργειας σε φως , στην περιοχή 400-700nm σε σύγκριση με τους λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου και συγκεκριμένα στην περιοχή από κίτρινο-κόκκινο (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).



Εικόνα 7.3 : Λαμπτήρας MH

- Υψηλής πίεσης νατρίου (HPS) : Είναι αρκετά αποδοτικοί λαμπτήρες στην περιοχή 400-700 nm. Παράγουν φως από ένα ηλεκτρικό τόξο που προκαλείται σε ένα μείγμα ατμών Νατρίου και Υδραργύρου. Το φάσμα εκπομπής είναι πολύ συγκεντρωμένο στην περιοχή κίτρινο-πορτοκαλί-κόκκινο (500-650nm) αλλά είναι αρκετά χαμηλό στην περιοχή του μπλε. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι στα θερμοκήπια και χρησιμοποιούνται στα στάδια άνθισης των φυτών. Η απόδοση τους υποβαθμίζεται με την πάροδο του χρόνου ενώ έχουν την δυνατότητα 28000 ωρών λειτουργίας από τις 8000 ώρες λειτουργίας μειώνεται η απόδοση τους και συνιστάται η αντικατάστασή τους κάθε δυο χρόνια.



Εικόνα 7.4 : Λαμπτήρας HPS

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές επιλογές οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν συνδυαστικά. LED, light emitting plasma (LEP), CMH. Πολλοί από αυτούς τους τύπους φωτισμού έχουν συγκεκριμένα φάσματα PAR και χρησιμοποιούνται γενικά για ένα στάδιο ανάπτυξης ή άλλο. Για τον κάθε συνδυασμό θα πρέπει να γίνονται συνεχώς μετρήσεις για την καλύτερη αξιοποίηση του φωτός και παρατηρήσεις για την σωστή θέση εγκατάστασης των λαμπτήρων.

### **7.1.3 Προτεινόμενες Πρακτικές Καλύτερης Αξιοποίησης του Φωτός**

Ο σωστός σχεδιασμός ενός αποτελεσματικού συστήματος φωτισμού σε μια μονάδα παράγωγης φαρμακευτικής κάνναβης θα εξασφαλίσει την πλήρη αξιοποίηση του και την μείωση της ενεργειακής απώλειας.

Ο κάθε οργανισμός πρέπει να σκεφτεί κατά τον σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός και ειδικά στις χώρες με υψηλή ηλιοφάνεια όπως η Ελλάδα.

Πρέπει να γνωρίζουμε με ακρίβεια το εύρος του φάσματος που εκπέμπει κάθε τεχνολογία φωτισμού και παράλληλα σε ποια επίπεδα απορρόφα η κάνναβη στο κάθε στάδιο ανάπτυξης της ξεχωριστά ώστε να γίνεται η σωστή επιλογή είτε μεμονωμένων είτε με κάποιο συνδυασμό λαμπτήρων.

Συνίσταται η χρήση κατόπτρων ανάκλασης του φωτός (reflectors) που σαν αποτέλεσμα έχουν την καλύτερη εκμετάλλευση του φωτός. Είναι κρίσιμο, η διάχυση του φωτός να γίνεται με ομοιόμορφο τρόπο σε όλα τα δωμάτια ανάπτυξης ώστε μεγιστοποιείται η απόδοση της καλλιέργειας.

Στο δωμάτιο διατήρησης της μητρικής φυτείας, στο θάλαμο ανάπτυξης των μοσχευμάτων καθώς και στην πρώτη ζώνη βλάστησης που τα φυτά είναι πιο μικρά δίνεται η επιλογή χρήσης λαμπτήρων φθορισμού ή της τεχνολογίας LED, οι οποίες παράγουν χαμηλές θερμοκρασίες κάτι που επιτρέπει την εγκατάσταση ραφιών για εξοικονόμηση χώρου και αποφυγή τραυματισμών των φυτών από εγκαύματα. Η θέση των συστημάτων φωτισμού το ύψος και η απόσταση τους από την φυτεία αποτελεί σημαντικό μέρος του σχεδιασμού.





Εικόνα 7.5: Θάλαμος ανάπτυξης μοσχευμάτων σε ράφια και χρήση λαμπτήρων φθορισμού.

Σε πολλές καλλιέργειες το κλάδεμα της αυξανόμενης κορυφής είναι σημαντικό για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής. Το ίδιο συμβαίνει και στην καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης. Δεδομένου ότι ο τεχνητός φωτισμός έχει την δυνατότητα διείσδυσης σε ένα πυκνό θόλο περίπου 60εκ.(24 ιντσές) μπορεί να γίνει εφαρμογή κλαδέματος στους κλάδους στο κάτω μέρος του φυτού, δηλαδή στο ένα τρίτο του φυτού. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα οι κορυφαίες ταξιανθίες να σχηματίζουν περισσότερη συγκέντρωση τερπενίων. Η χρησιμοποίηση ενός πλέγματος (δίχτυ) εκτός απ ότι θα βοηθήσει στη συγκράτηση του βάρους της ταξιανθίας θα εξασφαλίσει την ομοιομορφία και την πυκνότητα του θόλου.



Εικόνα 7.6: Δίχτυ συγκράτησης κατά την άνθιση

Τέλος θα μπορούσαμε να προτείνουμε την λύση των ρυθμιζόμενων φωτιστικών ώστε να αλλάζουν εύκολα οι αποστάσεις των λαμπτήρων από την φυτεία, είτε για την αποφυγή τραυματισμών είτε για την επιτάχυνση της ανάπτυξης σε μεμονωμένα σημεία που πιθανόν να παρουσιάσουν καθυστερημένη ανάπτυξη σε σχέση με τον

κύριο όγκο την καλλιέργειας, αξίζει να σημειωθεί ότι για την ασφάλεια των εργαζομένων και της μονάδας από πιθανότητα πυρκαγιάς ο μηχανισμός πρέπει να είναι από μη εύφλεκτα υλικά .

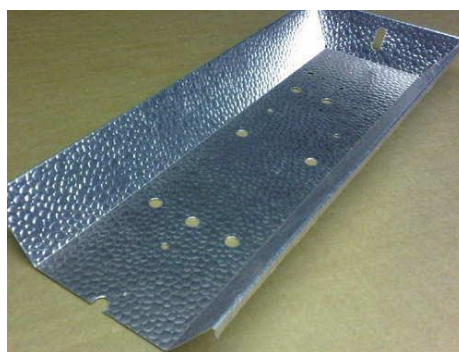
#### 7.1.4 Συντήρηση και Αντικατάσταση Φωτισμού

Σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας είτε αυτά είναι εξωτερικής παραγωγής (στην ύπαιθρο) είτε είναι εσωτερικής, κλειστού τύπου παραγωγής όπως άφορα την καλλιέργεια φαρμακευτικής κάνναβης (θερμοκήπιο) απαιτείται η σχολαστική συντήρηση του εξοπλισμού.

Συμφώνα με έρευνες ένας σκονισμένος ανακλαστήρας ή ένας λαμπτήρας που δεν είναι καθαρός , μειώνουν την διάθεση του φωτός έως και 10% . Ανάλογα με την τεχνολογία φωτισμού που έχει επιλέγει ακολουθούνται διαφορετικές μέθοδοι συντήρησης και καθαρισμού.

Λαμπτήρες: Η ασφάλεια του προσωπικού είναι πρωτεύον σημασίας για κάθε βιομηχανική μονάδα παραγωγής. Πριν από κάθε ενέργεια καθαρισμού των λαμπτήρων πρέπει να έχει σταματήσει η ηλεκτροδότηση για τουλάχιστον 30 λεπτά έτσι θα αποφύγουμε ατυχήματα ηλεκτροπληξίας ή εγκαυμάτων. Οι λαμπτήρες μπορούν να καθαρίζονται κάθε 2 μήνες ή μεταξύ των συγκομιδών με πανί μικροϊνών . Οι περισσότεροι κατασκευαστές προτείνουν την αντικατάσταση έπειτα από 1 χρόνο. Η εξασφάλιση του σωστού χρόνου αντικατάστασης των λαμπτήρων επιτυγχάνεται μόνο με την παρακολούθηση και την μέτρηση του μεγέθους των φωτονίων που δέχεται η καλλιέργεια.

Ανακλαστήρες αλουμινίου: Το ασβέστιο, η σκόνη και το θείο είναι ικανοί παράγοντες να προκαλέσουν δυσλειτουργία στον ανακλαστήρα και να μειώσουν την αποτελεσματικότητά του. Απαιτεί προσοχή ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει ο καθαρισμός καθώς σκούπισμα του ανακλαστήρα θα βλάψει το φινίρισμα του. Προτεινόμενη και οικολογική μέθοδος είναι η βύθιση των ανακλαστήρων σε διάλυμα με ξύδι 2% . Αυτό συνιστάται να γίνεται μία φορά κάθε έξι μήνες ή πιο συχνά, εάν υπάρχει μεγάλη συσσώρευση της σκόνης .Οι περισσότεροι κατασκευαστές συστήνουν την αντικατάσταση των ανακλαστήρων κάθε 12 μήνες μαζί με τον λαμπτήρα. Η παρακολούθηση των μικρομορίων του φωτός που δέχεται



Εικόνα 7.7: Ανακλαστήρας αλουμινίου

η καλλιέργεια θα εξασφάλιση την σωστή ποιότητα των φωτονίων και τον σωστό χρόνο καθαρισμού ή αντικατάστασης του εξοπλισμού.

## **7.2 Κλιματισμός**

### **7.2.1 Περιγραφή της Διαδικασίας**

Το σύστημα ελέγχου κλίματος, σε μια μονάδα καλλιέργειας κλειστού τύπου φαρμακευτικής κάνναβης αντιπροσωπεύει το 50% ή και περισσότερο της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται.

Το συγκεκριμένο σύστημα αποτελείται από διαφορετικά μέρη τα οποία είναι τα εξής :

- Θέρμανση - ψύξη
- Εξαερισμός
- Κλιματισμός
- Αφύγρανση

Εκτός από την υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει και μεγάλο κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τον υπόλοιπο εξοπλισμό της μονάδος. Είναι κρίσιμο λοιπόν ο σχεδιασμός , η εγκατάσταση , η θέση και η συντήρηση του να μελετούνται από την αρχή με προσοχή ώστε το σύστημα ελέγχου κλίματος να αποδίδει στο μέγιστο των δυνατοτήτων του κατά την λειτουργία του , να διαμορφώνει τις επιθυμητές ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών της κάνναβης και να έχει χαμηλή ενεργειακή απώλεια.

Το σύστημα ελέγχου κλίματος είναι εξαιρετικά πολύπλοκο. Οι μηχανικοί που θα τους ανατεθεί η μελέτη της εγκατάστασης πρέπει να παρουσιάζουν πιστοποιητικά υψηλής τεχνογνωσίας .Η πολυπλοκότητας σημαίνει ότι οι απαιτήσεις θα είναι υψηλές ,κατά τον σχεδιασμό λοιπόν πρέπει να προβλέψουμε τις αδυναμίες που ίσως παρουσιαστούν προκειμένου να αποφευχθούν αστοχίες στην λειτουργία του συστήματος .

### **7.2.2 Σύστημα Ψύξης**

Τα θερμοκήπια αιχμαλωτίζουν την ηλιακή ενέργεια. Η παγιδευμένη ακτινοβολία απελευθερώνει θερμότητα εξαιτίας της αλληλεπίδρασης των φωτονίων με την ύλη χάνοντας την ενέργεια τους. Η έντονη ηλιοφάνεια είναι γνωστό ότι ευνοεί την γρήγορη ανάπτυξη της κάνναβης ωστόσο οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν δυσμενείς επιπτώσεις στην καλλιέργεια. Για τον λόγο αυτό τα συστήματα ψύξης του θερμοκηπίου είναι αναγκαία σε μια μονάδα καλλιέργειας φαρμακευτικής κάνναβης. Οι τρόποι ψύξης περιγράφονται παρακάτω:

### A) Εξατμιστική ψύξη με βρεχόμενη παρειά :

Η ψύξη με εξάτμιση, αποτελεί μια μέθοδο ψύξης του θερμοκηπίου στην οποία απορροφάται θερμότητα από τον χώρο μέσω της εξάτμισης του νερού. Στην πραγματικότητα όταν το νερό εξατμίζεται τα μόρια του αέρα επιβραδύνονται και ψύχονται με αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας του αέρα. Παρόλο που σαν μέθοδος παρουσιάζει χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση δεν συνιστάται η εφαρμογή της λόγω της αύξησης των υδρατμών (από την εξάτμιση του νερού) , την υγρασίας δηλαδή στην ατμόσφαιρα του θερμοκηπίου. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο οι τιμές της υγρασίας είναι κρίσιμο σημείο για την καλλιέργεια, σε καμία περίπτωση τα ποσοστά υγρασίας δεν πρέπει να διαμορφώνουν συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη παθογόνων (μύκητες , μούχλα, έντομα κ.α.). Επομένως οι γεωπόνοι κάθε μονάδας είναι αναγκαίο να παρακολουθούν καθημερινά τα επίπεδα που κυμαίνεται η υγρασία και να πραγματοποιούν οπτικούς ελέγχους. Στη Ελλάδα εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιακών συνθηκών που διαμορφώνονται στο θερμοκήπιο, το σύστημα αυτό δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε μείωση της θερμοκρασία στο επιθυμητό και γι αυτό τον λόγο συνίσταται συμπληρωματικό σύστημα ψύξης.

Ένα από τα πιο συνηθισμένα συστήματα που χρησιμοποιούν ψύξη με εξάτμιση είναι το σύστημα **Wet Pad and Fan**. Μεγάλες πλάκες από ένα πορώδες υλικό τοποθετούνται στα τοιχώματα της μιας πλευράς του θερμοκηπίου ενώ από την άλλη πλευρά τοποθετούνται ισχυροί εξαερισμοί οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να αντικαταστήσουν τον όγκο του αέρα 14 φορές/ώρα. Το νερό αντλείται μέσω ενός συστήματος σωλήνων στην κορυφή των πλακών όπου κατανέμεται ομοιόμορφα στις πλάκες. Η υγρασία που απορροφάται από τις πλάκες εξατμίζεται αρκετά γρήγορα καθώς οι εξαερισμοί τραβούν αέρα διαμέσου του πορώδους υλικού. Ο ψυχρός αέρας διανέμεται ομοιόμορφα μέσα στο θερμοκήπιο με την βοήθεια ανεμιστήρων ανταλλάσσοντας θερμότητα και στη συνέχεια εκκενώνεται από τους εξαερισμούς καθώς έλκεται από τις υγρές πλάκες.



Εικόνα 7.8 : Σύστημα Wet Pad and Fan

Μια ακόμη μέθοδος είναι το σύστημα εξατμιστικής ψύξης είναι το σύστημα **ομίχλης υψηλής πίεσης**. Μια πολύ λεπτή ομίχλη νερού εκπέμπεται στο θερμοκήπιο σε εξαιρετικά υψηλή πίεση. Αυτή η ομίχλη εξατμίζεται εύκολα και ο ψυχρός αέρας διανέμεται ομοιόμορφα με τον συνδυασμό ανεμιστήρων και εξαερισμών μεγάλης ισχύος. Για να είναι αποτελεσματικό το σύστημα πρέπει να γίνει σωστή εγκατάσταση των πομπών ομίχλης ,των εξαερισμών και των ανεμιστήρων ώστε να κατανέμεται ομαλά ο ψυχρός αέρας στον χώρο του θερμοκηπίου.

## **Β) Πρότυπα συστήματα HVAC :**

Τα συστήματα HVAC ( Heating, ventilation, and air conditioning ) έχουν την δυνατότητα της θέρμανσης , του εξαερισμού και του κλιματισμού εξασφαλίζοντας αρκετά καλής ποιότητας αέρα και ατμοσφαιρικές συνθήκες. Το πλήρες σύστημα HVAC περιλαμβάνει ανεμιστήρα τροφοδοσίας, φίλτρα , συμπιεστή, συμπυκνωτή και εξατμιστή που περιέχονται σε ένα μόνο περίβλημα. Ο αέρας από τον χώρο καλλιέργειας οδηγείται στον εξατμιστήρα της μονάδας, όπου απομακρύνεται η θερμότητα και ο ψυχρός αέρας επιστρέφει τον χώρο καλλιέργειας. Είναι μια μεσαία κλίμακας μέθοδος ως προς την ενεργειακή κατανάλωση και το κόστος εγκατάστασης.



Εικόνα 7.9: Κεντρική μονάδα συστήματος HVAC

## **Γ) Ψύξη με Ψύκτη**

Οι ψύκτες χρησιμοποιούν ένα ψυκτικό μέσο, το οποίο υφίσταται διαστολή κλειστού κύκλου, εξάτμιση , συμπίεση και συμπύκνωση , για την εξαγωγή και την εκκένωση θερμότητας από το θερμοκήπιο. Οι μονάδες ψύξης με αέρα ή νερό διαφέρουν , μόνο επειδή είτε ο αέρας είτε το νερό χρησιμοποιούνται για την ψύξη του θερμού ψυκτικού στη φάση συμπύκνωσης.

Μια βαλβίδα μέτρησης ενεργεί ως συσκευή επέκτασης ελέγχοντας τη ροή του ψυκτικού μέσα στο θάλαμο εξάτμισης. Καθώς το ψυκτικό υγρό διαστέλλεται

### 7.2.3 Αφύγρανση

Οι μεγάλες εισροές νερού στην καλλιέργεια οδηγούν στην χρήση αφυγραντήρων για τον καλύτερο έλεγχο των συνθηκών υγρασίας στο θερμοκήπιο.

**A) Αυτόνομοι αφυγραντήρες :** είναι μικρές μονάδες ( αυτόνομες ) αφύγρανσης που συμπληρώνουν την αφύγρανση που προσφέρεται από το σύστημα ψύξης.

Όταν ο αέρας ψύχεται η ποσότητα του εξατμισμένου νερού που μπορεί να συγκρατήσει (επίπεδο κορεσμού) μειώνεται. Η θερμοκρασία στην οποία ο αέρας γίνεται κορεσμένος και το νερό αρχίζει να συμπυκνώνεται , ονομάζεται σημείο δρόσου. Το σημείο δρόσου διαφέρει ανάλογα με την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία .

Αυτού του τύπου οι αφυγραντήρες χρησιμοποιούν μια αντλία θερμότητας για την ψύξη του αέρα κάτω από το σημείο δρόσου , επιτρέποντας στο νερό να συμπυκνώνεται σε υγρή μορφή. Η τεχνολογία αντλίας θερμότητας είναι απλά ένας κύκλος συμπίεσης – διαστολής , με ένα ρευστό ψυκτικό μέσο. Όταν το ψυκτικό υγρό μετακινείται μέσω των πηνίων του εξατμιστή , ψύχεται καθώς διογκώνεται και μπορεί να απορροφήσει θερμότητα από τον αέρα που διέρχεται από τα πηνία. Όταν το ψυκτικό μέσο συμπιέζεται μέσα στο πηνία του συμπυκνωτή εκπέμπει θερμότητα στον αέρα που διέρχεται από τα πηνία.

Οι αφυγραντήρες με βάση το ψυκτικό μέσο είναι πιο αποτελεσματικοί όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι ζεστή και το σημείο δρόσου είναι υψηλό, επειδή δεν απαιτείται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας προκειμένου να κρυώσει ο αέρας για να επιτευχθεί συμπύκνωση.

### **B) Αφυγραντικές αποξηραντικές ουσίας**

Οι συσκευές χρησιμοποιούν ένα προσροφητικό υλικό ( ζεόλιθο, σιλικάζέλ) για να απομακρύνουν φυσικά την υγρασία και δεν βασίζονται στην ψύξη του αέρα εισαγωγής για την συμπύκνωση του νερού. Ένας ανεμιστήρας αντλεί αέρα στον αφυγραντήρα που διέρχεται μέσα από ένα περιστρεφόμενο τροχό ο οποίος συγκρατεί το αποξηραντικό υλικό, εκεί αφαιρείται η υγρασία και ξηρός αέρας ανατροφοδοτείται στον θάλαμο καλλιέργειας χωρίς να προκαλεί μεταβολή της θερμοκρασίας.

Τα συστήματα αυτά απαιτούν περισσότερη ενέργεια για να λειτουργήσουν σε σχέση με τα συστήματα ψυκτικού μέσου . Πλεονεκτούν σαν μέθοδος για την δεν εξαρτώνται από την θερμοκρασία και εξαγωγή περισσότερη υγρασία ταχύτερα από

τις μεθόδους συμπίεσης ψυκτικού μέσου. Παρουσιάζουν επίσης μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αφού ο σχεδιασμός τους είναι πιο απλός.

#### **7.2.4 Προτεινόμενες Πρακτικές**

Ένα από τα πιο συνηθισμένα λάθη που γίνονται από τους ιδιοκτήτες επιχειρήσεων είναι ότι αμελούν ως προς την συντήρηση του συστήματος HVAC. Όσο κρίσιμο είναι να γίνει ο σωστός σχεδιασμός ενός συστήματος κλιματισμού τόσο κρίσιμο είναι και να πραγματοποιούνται οι απαιτούμενες εφαρμογές συντήρησης για την βιωσιμότητα του.

Όπως περιγράφηκε παραπάνω, η επιλογή των πλέον ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων HVAC και αφυγραντικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από λειτουργικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους της εγκατάστασης και του προϋπολογισμού.

Κάποιες γενικές οδηγίες για καλύτερη ενεργειακή απόδοση είναι οι εξής:

- Η μεταβλητή ροή ψυκτικού μέσου και τα συστήματα κρύου νερού προσφέρουν μεγαλύτερη απόδοση και πλεόνασμα.
- Εάν χρησιμοποιηθούν αυτόνομοι αφυγραντήρες, είναι αναγκαίο να εξεταστούν οι τιμές ανά kWh όταν αξιολογείτε την αποδοτικότητα τους.
- Η αφύγρανση του ξηραντικού είναι εξαιρετικά αποδοτική, αλλά δαπανηρή.

### **7.3 Εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub>**

Τα τελευταία χρόνια έχει μελετηθεί αρκετά η δυνατότητα εμπλουτισμού των θερμοκηπίων με διοξείδιο του άνθρακα. Ο εμπλουτισμός του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από αυτές που υπάρχουν στη φύση παρουσιάζει σημαντική επίδραση στη αύξηση της παραγωγής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών (Μαυρογιαννοπούλου, 2017) διότι έτσι γίνεται αποδοτικότερη η φωτοσύνθεση. Οι επιθυμητές συγκεντρώσεις για το θερμοκήπιο κυμαίνονται μεταξύ 0,08%-0,18% (800-1800 ppm).

Η εφαρμογή πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη ένα συνδυασμό παραγόντων έτσι ώστε να είναι αποδοτική η δράση του εμπλουτισμού με CO<sub>2</sub>. Όταν τα φυτά για παράδειγμα είναι σε κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης και υπάρχει «πλημμύρα» φωτός στο θερμοκήπιο, συνιστάται η εφαρμογή να πραγματοποιείται τις πρωινές ώρες και τα παράθυρα να είναι κλειστά καθώς επίσης και στο σημείο να μην υπάρχουν

εργαζόμενοι. Σε άριστες συνθήκες ανάπτυξης η φωτοσυνθετική δραστηριότητα αυξάνει τον ρυθμό ανάπτυξης περισσότερο από 50% σε σχέση με φυτά που αναπτύχθηκαν κάτω από φυσικές συγκεντρώσεις.

### **7.3.1 Περιγραφή Εξοπλισμού**

#### **Εξάτμιση υγρού CO<sub>2</sub>**

Αποτελεί την πιο συνηθισμένη μέθοδο στη χώρα μας. Το διοξείδιο του άνθρακα βρίσκεται σε μια δεξαμενή, η μορφή του είναι υγρή, και διοχετεύεται με σωλήνες στο χώρο του θερμοκηπίου μέσα από μια σειρά βαλβίδων ρύθμισης της πίεσης.

Για την αποφυγή στερεοποίησης του υγρού CO<sub>2</sub> κατά την εφαρμογή του καλό θα είναι τα ακροφύσια να θερμαίνονται για την πιο αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος.

Ο εμπλουτισμός γίνεται αυτόματα με ελεγκτή συνδεδεμένο με το μετρητή CO<sub>2</sub> του χώρου και το διακόπτη του εξαερισμού, ώστε να διακόπτεται η παροχή όταν ανοίξουν τα παράθυρα ή όταν λειτουργήσει ο εξαερισμός.

Σε συνθήκες θερμοκηπίου απαιτούνται 30 g m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> καθαρό CO<sub>2</sub> για συγκέντρωση 800 ppm.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup> : Περιβαλλοντολογικό Αποτύπωμα Νερού

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που παρουσιάζονται από μια μονάδα καλλιέργειας φαρμακευτικής κάνναβης όσο αφορά το νερό μέσω της διαχείρισης του.

### 8.1 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα νερού

Σε αρκετές περιοχές της χώρας μας οι γεωργοί αντιμετωπίζουν προβλήματα με την ποιότητα και την διαθεσιμότητα του νερού για τις καλλιέργειές τους. Η ποιότητα και η ποσότητα του νερού υποβαθμίζεται λόγω λανθασμένων επιλογών από τους ανθρώπους. Η ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα προέρχεται είτε από αστικές ενέργειες των ανθρώπων, για παράδειγμα η ταφή των στερεών αποβλήτων (π.χ. χωματερές, στερεά απόβλητα βιομηχανιών) είτε από εφαρμογές που έγιναν από τους ίδιους τους γεωργούς λόγω για παράδειγμα της ανεξέλεγκτης χρήσης αγροχημικών σκευασμάτων (Αντωνόπουλος, 2001).

Στις μονάδες καλλιέργειας φαρμακευτικής κάνναβης η ποιότητα του νερού άρδευσης αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ομαλή εξέλιξη της καλλιέργειας και την αποφυγή αστοχιών που θα κοστίσουν στην ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Οι επιπτώσεις της χρήσης και της ποιότητας του νερού στη βιωσιμότητα περιλαμβάνουν:

- **Οικονομική Ανταγωνιστικότητα** : Η εισαγωγή μέτρων για την αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού μπορεί να μειώσει σε επιχειρησιακό επίπεδο το κόστος μειώνοντας την άμεση αγορά πόρων (δηλ. χαμηλότερη ποσότητα χαμηλότερο κόστος). Επιπλέον, η αποδοτικότητα χρήσης του νερού μπορεί επίσης να οδηγήσει σε χαμηλότερα επίπεδα κατανάλωσης
- **Κοινοτικές σχέσεις**: Είναι αναγκαία η ανάπτυξη κοινοτικών σχέσεων με την ευρύτερη κοινωνία όπου θα γίνει η εγκατάσταση μιας μονάδας, ώστε να υπάρχει ο καταμερισμός της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων όπως είναι το νερό.
- **Περιβαλλοντικό αντίκτυπο**: Ο οργανισμός πρέπει να είναι υποχρεωμένος να παρουσιάζει περιβαλλοντική συνείδηση (για παράδειγμα η λήψη μέτρων για την αποφυγή της ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα), να έχει μελετηθεί η απαιτούμενη κατανάλωση νερού από την καλλιέργεια (αποφυγή της άσκοπης χρήσης) και το προσωπικό να είναι πάντα ενημερωμένο.

### 8.1.1 Καθαρισμός Νερού και Φιλτράρισμα

Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της ταχείας ωρίμανσης και των υψηλών αποδόσεων για την παραγωγή κάνναβης σε εσωτερικούς χώρους, το εφαρμοζόμενο νερό πρέπει να ανταποκρίνεται σε αυστηρές προδιαγραφές. Τα εισερχόμενα νερά στη μονάδα καλλιέργειας, ανεξάρτητα από πού προέρχεται ( γεωτρήσεις , όμβρια ή από το κύκλωμα υδροδότησης ) συνίσταται η συνεχής δειγματοληψία ώστε τα δείγματα να αναλύονται από πιστοποιημένα εργαστήρια προκειμένου να υπάρχει εικόνα για την ποιότητα του νερού.

Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα του νερού άδρευσης όπως : φίλτρα άνθρακα , η μέθοδος της αντίστροφης όσμωσης και αποστείρωση με υπεριώδη ακτινοβολία.

Δεν υπάρχει στη φύση νερό το οποίο είναι τελείως απαλλαγμένο από άλατα. Η καταλληλότητα των νερών στη γεωργική παραγωγή συναρτάται από τις πιο κάτω φυσικοχημικές παραμέτρους: ( Σιδηράς , 2005)

- Αλατότητα: Εκφράζει τη συνολική συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων.
- Σχέση  $\text{Na}^+$  με τα υπόλοιπα κατιόντα (SAR) και βαθμός αλκαλίωσης (E.S.P.) Η σχέση  $\text{Na}^+$  ως προς τα κατιόντα  $\text{Ca}^{++}$  και  $\text{Mg}^{++}$  είναι επίσης ένα σπουδαίο κριτήριο διότι υποδηλώνει την αλκαλίωση των εδαφών .
- Υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο (RSC): Δίνει πληροφορίες για τον κίνδυνο την αλκαλίωσης των εδαφών λόγω συγκέντρωσης διττανθρακικών ανιόντων ( $\text{HCO}_3$ ) στα αρδευόμενα νερά και το σχηματισμό και συσσώρευση διττανθρακικών αλάτων του  $\text{Ca}^{++}$  και  $\text{Mg}^{++}$  στο έδαφος.
- Το βόριο: Από τα στοιχεία που καθορίζουν την ποιότητα του νερού για άδρευση πρέπει να αναφερθεί το βόριο. Μέχρι κάποιο συγκέντρωση είναι απαραίτητο πέραν του ορίου αυτού γίνεται τοξικό για τα φυτά. Γενικά ως ακίνδυνο θεωρείται το νερό του οποίου η περιεκτικότητα σε βόριο είναι μικρότερη από 2 p.p.m.

## Προτεινόμενη μέθοδος

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος, για τον καθαρισμό του νερού που σαν αποτέλεσμα έχει την βελτίωση της ποιότητας του (όταν αυτό κριθεί αναγκαίο) είναι με την χρήση φίλτρων άνθρακα. Η διήθηση του νερού μέσα από τα φίλτρα άνθρακα έχει αναδειχθεί ως πιο αποδοτική για την μείωση των ρύπων . Επιπλέον, το φιλτράρισμα οδηγεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα αποβλήτων που παράγονται κατά τη διαδικασία φιλτραρίσματος. Μόνο το νερό που χρησιμοποιείται για τον περιοδικό καθαρισμό των φίλτρων απορρίπτεται.



Εικόνα 8.8 Φίλτρα άνθρακα σε βιομηχανική εγκατάσταση

### 8.1.2 Μέθοδοι εφαρμογής της άρδευσης

Ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η άρδευσης της καλλιέργειας αποτελεί σημαντικό κομμάτι μελέτης και προγραμματισμού. Η ακριβής άρδευση έχει δυο μείζονος σημασίας αποτελέσματα: Το πρώτο είναι η προστασία του υδάτινου πόρου λόγο της άσκοπης χρήσης του και δεύτερον ότι θα εξασφαλίσουμε την ανάπτυξη υγιών φυτών. Το νερό είναι ένας φυσικός πόρος που είναι αναγκαίο να προστατεύεται και να μην σπαταλιέται άσκοπα μέσα και έξω από την μονάδα παράγωγης , η συνέχεις ενημέρωση των εργαζόμενων για την σημασία του νερού στην καθημερινότητα μας , η ενημέρωση για τις επιπτώσεις της μείωσης του πόρου στο περιβάλλον και της κλιματικής μεταβολής είναι απαραίτητη ώστε να διαμορφωθεί οικολογική συνείδηση στους εργαζόμενους. Η άσκοπη άρδευση επίσης οδηγεί στην εμφάνιση προβλημάτων στη καλλιέργεια , για παράδειγμα την δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη μυκήτων που σαν αποτέλεσμα έχει την προσβολή των φυτών της κάνναβης.

Για τους παραπάνω λόγους θα αναπτύξουμε στη συνέχεια προτεινόμενες μεθόδους για ορθολογική άρδευση:

**1) Τράπεζες πλημμύρας (Flood tables ):** Είναι δημοφιλής μέθοδος σε θερμοκήπια κηπευτικών. Μεγάλες τράπεζες πλημμυρίζονται με νερό και έτσι εμπλουτίζεται με υγρασία και θρεπτικά στοιχεία το υπόστρωμα καλλιέργειας, έπειτα τα νερό συλλέγεται σε δεξαμενές ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί. Λόγω του ότι



Εικόνα 8.9: Σύστημα Flood tables

χρειάζεται αρκετό νερό προκειμένου να πλημμυρίσει η κάθε τράπεζα, το σύστημα είναι πιο αποδοτικό όταν το μεγαλύτερο μέρος του νερού απορροφάται ή όταν υπάρχει η δυνατότητα απολύμανσης του ( κυρίως με έκθεση του νερού σε UV ακτινοβολία) από υδατογενή φυτοπαθογόνα (δηλαδή Pythium, Phytophthora, Fusarium). Προσοχή πρέπει να δίνεται στην αύξηση της υγρασίας εντός της μονάδας όταν οι τράπεζες είναι γεμάτες με νερό .

**2) Υδροπονία (Hydroponics):** Καλείται κάθε μέθοδος καλλιέργειας φυτών, των οποίων το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους. Οι ρίζες αναπτύσσονται είτε σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα, είτε πάνω σε υποστρώματα στα οποία προστίθεται το θρεπτικό διάλυμα. Συχνά αναφέρεται και καλλιέργεια εκτός εδάφους (Soiless culture). Βασικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι ένα προκύψει κάποια προσβολή σε ένα σημείο της καλλιέργειας από οποιαδήποτε φυτοπαθογόνο αίτια , η μόλυνση θα εξαπλωθεί σε όλη την έκταση της καλλιέργειας ταχύτατα , κάτι το οποίο θα είναι καταστροφικό για την παράγωγη.

**3) Πότισμα με σταγόνες ( *Drip Watering* ) :** Η άρδευση με σταγόνες θεωρείται ευρέως ως ο πιο αποδοτικός τρόπος για άρδευση μιας καλλιέργειας. Το νερό αντλείται στους σωλήνες άρδευσης και τους εκπομπούς στάγδην σε κάθε εγκατάσταση. Υπάρχουν πολλές επιλογές για τον όγκους ροής και τους τύπους των εκπομπών. Με βάση την πίεση του νερού , το μήκος των αρδευτικών διαδρομών , τα μεγέθη των δοχείων και τον αριθμό των αρδευόμενων φυτών σχεδιάζεται το σύστημα στάγδην.

Η άρδευση με σταγόνες επιτρέπει στον χειριστή να ρυθμίσει την ποσότητα του νερού που δίνεται σε κάθε φυτό με την βοήθεια των πομπών υψηλής ποιότητας με αντισταθμισμό πίεσης, έτσι κάθε φυτό παίρνει την ίδια ποσότητα νερού ανεξάρτητα από τη θέση του στην γραμμή άρδευσης. Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την παρούσα μέθοδο για την ταυτόχρονη θρέψη των φυτών της κάνναβης με το πότισμα. Μειονεκτεί λόγου του μεγαλύτερου κόστους της εγκατάστασης του σε σχέση με τις άλλες μεθόδους και ότι τα ακορφύσια πολλές φορές χρειάζονται διόρθωση καθώς εξαιτίας τις πίεσης παρουσιάζουν δυσλειτουργίες στην διάθεση του νερού.



**Εικόνα 8.10: Σύστημα στάγδην.**

Το σύστημα άρδευσης που θα επιλέξει κάθε μονάδα καλλιέργειας φαρμακευτικής κάνναβης θα πρέπει να προκύπτει σύμφωνα με οικονομικά κριτήρια (τον διαθέσιμο προϋπολογισμό που έχει στη διάθεση του κάθε οργανισμός διότι κάποια συστήματα παρουσιάζουν υψηλό κόστος εγκατάστασης) και το μέγεθος των εγκαταστάσεων (κάποια συστήματα είναι περισσότερο βιώσιμα σε μεγάλες εκτάσεις ενώ άλλα σε μικρότερες).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup> : Επιπλέον Περιβαλλοντολογικές Μέθοδοι

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε σε κάποιες πρόσθετες διαδικασίες που συμπληρώνουν την περιβαλλοντική πολιτική ενός οργανισμού-παραγωγικής μονάδος κάνναβης.

Οι κυρίες διαδικασίες που οφείλεται να τηρηθούν προκύπτουν από την διαχείριση των αποβλήτων. Τα απόβλητα των μονάδων καλλιέργειας κάνναβης παράγονται κυρίως από γεωργικές εισροές, εξοπλισμό και συσκευασίες προϊόντων και ταξινομούνται είτε ως οργανικά, ανακυκλώσιμα, καθολικά και επικίνδυνα απόβλητα. Αν και τα απόβλητα κάνναβης ρυθμίζονται αυστηρά, σε αυτό το τμήμα θα περιγραφούν οι βέλτιστες πρακτικές συμμόρφωσης που θα ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του οργανισμού από τα απόβλητα.

### 9.1 Διαχείριση οργανικών αποβλήτων

Τα οργανικά απόβλητα αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό συστατικό του ρεύματος αποβλήτων παραγωγής κάνναβης. Το μη χρησιμοποιήσιμο φυτικό υλικό, το έδαφος και άλλα μέσα καλλιέργειας, το χαρτί και τα απόβλητα τροφίμων αποτελούν πρώτη ύλη για εμπορικές εγκαταστάσεις λιπασματοποίησης.

Εναλλακτικά, τα φυτικά απόβλητα και τα απόβλητα τροφίμων μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία με ή χωρίς τη μέθοδο ζύμωσης Bokashi. Σε κάθε σενάριο, ο διαχωρισμός αυτών των υλικών από τη γενική ροή αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει ορισμένες προκλήσεις υλικοτεχνικής υποστήριξης και συμμόρφωσης.

Η προσεκτική εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών για τη διαχείριση οργανικών αποβλήτων μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός οργανισμού με τη δημιουργία πολύτιμων γεωργικών εισροών, διατηρώντας παράλληλα τη συμμόρφωση.

Παρακάτω θα αναφέρουμε κάποιες από τις μεθόδους που συναντήσαμε στη βιβλιογραφική διερεύνηση. Ωστόσο είναι αναγκαίο να αναφέρουμε πώς οι μέθοδοι διαχείρισης των οργανικών αποβλήτων για κάποιες χώρες του εξωτερικού επιτρέπονται να εφαρμόζονται εντός της μονάδος όπως για παράδειγμα η πελλετοποίησης. Στη χώρα μας με τα μέχρι στιγμής δεδομένα κάτι παρόμοιο δεν επιτρέπεται. Τα οργανικά απόβλητα θα διαχειρίζονται από τρίτους (πιστοποιημένους φορείς) .

## Περιγραφή διαδικασίας

### **A) Κομποστοποίηση**

Τα φυτικά απόβλητα και άλλα απορρίμματα από λιπασματοποίηση συμπεριλαμβανομένων των μέσων καλλιέργειας, των απορριμμάτων χαρτιού και τροφίμων μπορούν να εκτραπούν τον χώρο υγειονομικής ταφής μέσω διάθεσης με εξουσιοδοτημένο μεταφορέα σε μια εγκατάσταση εμπορικής κομποστοποίησης.

### **B) Ζύμωση Bokashi**

Είναι μια διαδικασία που μετατρέπει τα απορρίμματα τροφίμων και παρόμοια οργανική ύλη σε εδαφοβελτιωτικά (soil conditioner) τα οποία προστίθενται στο έδαφος εξαιτίας του πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά φορτίου του, με σκοπό την βελτίωση της υφής του εδάφους .

Διαφέρει από τις παραδοσιακές μεθόδους κομποστοποίησης από πολλές απόψεις.

Οι πιο σημαντικές διαφορές είναι οι εξής :

- Η ύλη εισροών ζυμώνεται από εξειδικευμένα βακτήρια , χωρίς να αποσυντίθεται .
- Η ζυμωμένη ύλη τροφοδοτείται απευθείας στο έδαφος χωρίς να απαιτείται περαιτέρω ωρίμανση.
- Η ομοαμετική ζύμωση δεν διασπά τους δεσμούς άνθρακα και δεν εκπέμπει αέριο.  $C_6H_{12}O_6$  (υδατάνθρακας)  $\rightarrow 2 CH_3COOH$  (γαλακτικό οξύ).
- Πρόκειται για μια ήπια ενδοθερμική αντίδραση, που δεν εκπέμπει ενέργεια.

Τα βασικά στάδια της διαδικασίας είναι τα εξής :

- Η οργανική ύλη ενοφθαλμίζεται με *Lactobacilli* . Αυτά θα μετατρέψουν ένα κλάσμα των υδατανθράκων στην είσοδο σε γαλακτικό οξύ μέσω ζύμωσης.
- Ζυμωμένο αναερόβια για μερικές εβδομάδες σε τυπικές θερμοκρασίες δωματίου σε αεροστεγές δοχείο, η οργανική ύλη μεταβάλλεται και συντηρείται, σε μια διαδικασία που σχετίζεται στενά με την παρασκευή κάποιων ζυμωμένων τροφών και ενσίρωσης .
- Το μείγμα αναμειγνύεται στο χώμα. Αυτό το εκθέτει στον αέρα, οπότε το γαλακτικό οξύ οξειδώνεται σε πυροσταφυλικό , έναν θεμελιώδη φορέα ενέργειας σε βιολογικές διεργασίες.
- Το οξειδωμένο μείγμα αξιοποιείται μέσα σε λίγες εβδομάδες σε κανονικές θερμοκρασίες από τον ενεργό εδαφικό ορίζοντα . Σημαντικό μέρος σε αυτό κατέχει η δράση του Γαιοσκώληκα που είναι συνήθως εμφανής, έτσι ώστε

το τροποποιημένο έδαφος να αποκτά μια υφή που συνδέεται με vermicompost .

## 9.2 Διαχείριση φυτικών αποβλήτων κάνναβης.

### 9.2.1 Ζύμωση Bokashi

Τα φυτικά απόβλητα μπορούν να υποβληθούν σε επιτόπια επεξεργασία χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Bokashi, μια όξινη αναερόβια διαδικασία ζύμωσης. Για να εκμεταλλευτείτε τη ζύμωση Bokashi πρέπει:

- Τα απόβλητα της κάνναβης να είναι ακατάλληλα για άλλη χρήση.
- Άλεση των αποβλήτων και εισαγωγή σε αεροστεγής δεξαμενή.
- προσθέτοντας Bokashi ή άλλο ενεργοποιητή λιπάσματος και νερό.

Είναι σημαντικό οι αναλογίες του ενεργοποιητή λιπασματοποίησης Bokashi σε οργανικό υλικό και το προκύπτον pH του μείγματος να είναι ιδανικές για την σωστή ζύμωση του υλικού και την αποφυγή σήψεων.

Στη συνέχεια, το μείγμα από τα απόβλητα πρέπει να παραμείνει στην εγκεκριμένη εγκατάσταση. Οι μικροοργανισμοί που περιέχονται στον ενεργοποιητή λιπασματοποίησης Bokashi θα ζυμώσουν γρήγορα το μείγμα των φυτικών αποβλήτων από την καλλιέργεια της κάνναβης. Μετά από μια σύντομη αναερόβια (χωρίς οξυγόνο) ζύμωση (πιθανή χρονική περίοδος : δυο εβδομάδες) θα προκύψουν δυο μορφές :

Η υγρή μορφή όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και η στερεά οργανική ύλη ως εδαφοβελτιωτικό.



Εικόνα 9.1 : (Δεξιά) Υγρή μορφή , (Αριστερά) στερεή μορφή των προϊόντων της ζύμωσης Bokashi.



Η ζύμωση Bokashi μπορεί να γίνει όλο το χρόνο και απαιτεί ένα πολύ μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα . Δεν παράγονται θερμότητα , αέρια και εξαλείφει τους παράγοντες οχλήσεων όπως οι οσμές και τα παράσιτα που συνδέονται άμεσα με τους χώρους κομποστοποίησης διότι το δοχείο δεν προσελκύει ανεπιθύμητα έντομα καθώς διατηρείται σφραγισμένο.

Η μέθοδος Bokashi παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστη τεχνολογία. Εγκαταστάσεις καλλιέργειας που ενδιαφέρονται να υιοθετήσουν αυτή τη νέα τεχνολογία απαιτούν επαγγελματική βοήθεια από τρίτους .

### **9.2.2 Πελλετοποίησης (pellets)**

Η πελλετοποίηση είναι μια από τις καλύτερες μεθόδους διαχείρισης των φυτικών υπολειμμάτων διότι αναπτύσσεται ένας κλειστός κύκλος αξιοποίησης των φυτικών υπολειμμάτων με σκοπό την δημιουργία καύσιμης ύλης για την παραγωγή ενέργειας.

Τα προϊόντα της πελλετοποίησης , pellets (συσσωματώματα) είναι ένα καύσιμο αποτελούμενο από ξύλο, απαλλαγμένο από κάθε υγρασία, συμπιεσμένο σε μικρούς κυλίνδρους χωρίς καμιά προστιθέμενη συγκολλητική ουσία. Η θερμιδική απόδοση των pellets ανέρχεται στα 4500 kcal/kg .Τα pellets είναι ένα καύσιμο που απαντά στην ζήτηση για καθαρή και φθηνή ενέργεια. Τα pellets ανήκουν στην κατηγορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μπορούν να παραχθούν από υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου και αγροτικών καλλιεργειών καθώς και από καλλιέργεια ενεργειακών φυτών. Είναι σε συμπιεσμένη μορφή, διαμέτρου 6mm-8mm και μήκους 10mm-50mm.

Η χρήση των pellet παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα διότι : Η καύση τους έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας. Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

Είναι βιολογικό καύσιμο που παρασκευάζεται από συμπίεση τεμαχιδίων από υπολείμματα φυτικών προϊόντων. Για την παραγωγή τους δεν χρησιμοποιούνται καθόλου χημικά προϊόντα, παρά μόνο υψηλή πίεση και ατμός.



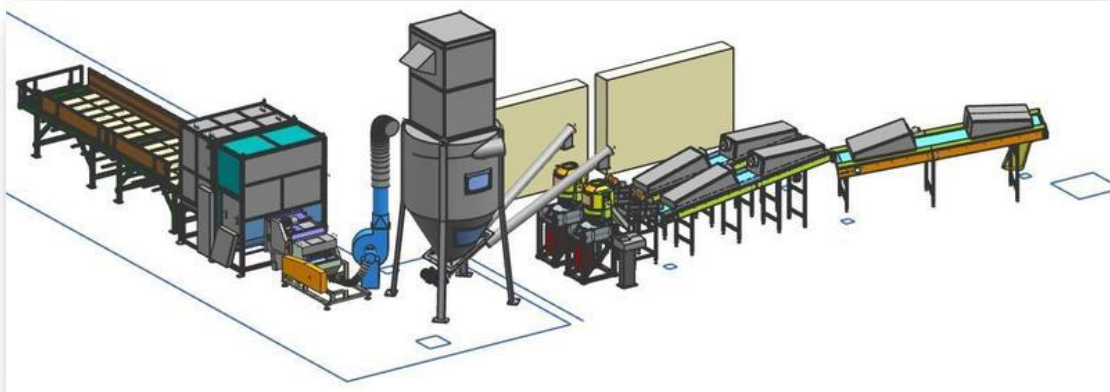
Εικόνα 9.2 : Παράγωγα πελλετοποίησης , pellets

#### Προτεινόμενη μέθοδος και περιγραφή διαδικασίας

Προτείνεται η λειτουργία μιας μονάδος μεταποίησης των γεωργικών στερεών υπολειμμάτων στο περιβάλλοντα χώρο των κύριων εγκαταστάσεων . Γίνεται κατανοητό ότι ως πρώτη ύλη θεωρούνται τα φυτικά υπολείμματα που προκύπτουν από το κλάδεμα των φυτών , από την διαδικασία του trimming ( φύλλα , κλάδοι ) , οι ρίζες από τα φυτά που έχει συγκομισθεί η ταξιανθία και έχουν ολοκληρώσει τον βιολογικό τους κύκλο. Όλα τα προαναφερθέντα αποτελούν την πρώτη ύλη για να δημιουργηθούν τα παράγωγα της πελλετοποίησης ( pellets ) τα οποία θα είναι το καύσιμο υλικό για του λέβητες της μονάδος.

Την γραμμή παραγωγής συσσωμάτωσης pellet συμπληρώνουν τα ακόλουθα στάδια:

- Το πρώτο σημείο της γραμμής παραγωγής είναι η εισαγωγή των φυτικών υπολειμμάτων στην μεταποιητική μονάδα, ο θρυμματισμός και η άλεση τους από τον σπαστήρα, ώστε να αποκτήσουν την κατάλληλη υφή.
- Οι φυτικοί ιστοί των υπολειμμάτων παρουσιάζουν ένα ποσοστό υγρασίας , αυτό δεν είναι επιθυμητό και έτσι το δεύτερο στάδιο είναι η ξήρανση με τεχνητά μέσα (χρήση ατμού).
- Ακολουθεί η συσσωμάτωση της αποξηραμένης μάζας ( πελλετοποίηση ) .
- Κατά την διαδικασία της συσσωμάτωσης , αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες . Έτσι η γραμμή παραγωγής πρέπει να στελεχώνεται από σύστημα ψύξης .
- Τέλος, τα pellets συσκευάζονται και μεταφέρονται στα λεβητοστάσια .



Εικόνα 9.3 : Γραμμή παραγωγής πελλετοποίησης

### 9.3 Προτεινόμενες πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων

Η ανακύκλωση οργανικών αποβλήτων είτε μέσω ζύμωσης bokashi είτε μέσω κομποστοποίησης εκτός της μονάδος παραγωγής είναι οι δύο βιώσιμες επιλογές διαχείρισης των οργανικών αποβλήτων.

Το χαρτί ή το χαρτόνι που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν λόγω μόλυνσης θα πρέπει να απορρίπτονται με τα υλικά που μπορούν να λιπασματοποιηθούν. Οι κοινές πηγές περιλαμβάνουν χαρτοπετσέτες από τουαλέτες, σταθμούς πλύσης χεριών και κουζίνες, τεμαχισμένο χαρτί και λερωμένα ή υγρά χαρτόνι.

Τοποθετήστε δοχεία για τα αποικοδομήσιμα απόβλητα σε όλη την εγκατάσταση οπουδήποτε δημιουργούνται τα απόβλητα. Πάντα περιλαμβάνουν περιγραφικές πινακίδες (οι φωτογραφίες των λιπασματοποιήσιμων υλικών είναι χρήσιμες). Είναι γενικά μια βέλτιστη πρακτική να συγκαταλεγούν ένα δοχείο κομποστοποίησης με κάθε κάδο απορριμμάτων και κάδο ανακύκλωσης.

Οι εργαζόμενοι ενδέχεται να μην είναι εξοικειωμένοι με τις πρακτικές κομποστοποίησης. Συνιστάται η παροχή σύντομης εκπαίδευσης σε όλο το προσωπικό για να διασφαλιστεί ότι η ανακυκλώσιμη ύλη δεν είναι μολυσμένη με άλλα είδη αποβλήτων.

Από του χώρους του προσωπικού (αποδυτήρια , γραφεία ) και τους χώρους υγιεινής (τουαλέτες) , προκύπτουν υγρά αστικά λύματα. Τα αστικά λύματα θα διοχετεύονται σε στεγανή δεξαμενή, η οποία θα εκκενώνεται από αδειοδοτημένους φορείς υπεύθυνους για την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

#### **9.4 Γενικά και επικίνδυνα απόβλητα**

Τα επικίνδυνα και καθολικά απόβλητα υπάρχουν στις περισσότερες εγκαταστάσεις καλλιέργειας φαρμακευτικής κάνναβης. Η μείωση και η σωστή διαχείριση αυτών των αποβλήτων μπορεί να μειώσει τους κινδύνους για τους εργαζόμενους και το περιβάλλον.

Οι κανονιστικές απαιτήσεις για κάθε δεδομένη επιχείρηση εξαρτώνται από την ποσότητα των παραγόμενων επικίνδυνων αποβλήτων.

Γενικά απόβλητα είναι ένα υποσύνολο επικίνδυνων αποβλήτων που έχουν μειωμένα πρότυπα διαχείρισης και ορίζονται από την κρατική νομοθεσία και τα πρότυπα περιβαλλοντολογικής διαχείρισης .

Στα επικίνδυνα απόβλητα που παράγονται συνήθως από εγκαταστάσεις κάνναβης είναι φωτιστικά που περιέχουν υδράργυρο και πηνία, τύποι φυτοφαρμάκων ή άλλα χημικά που χρησιμοποιούνται κατά την καλλιεργητική διαδικασία και ορισμένοι διαλύτες ή άλλα χημικά καθώς και ηλεκτρονικές συσκευές του εξοπλισμού που η απόδοση τους υποβαθμίζεται από την συνεχόμενη λειτουργία (ηλεκτρονικά απόβλητα).

Ο καλύτερος τρόπος μείωσης των κινδύνων που σχετίζονται με τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων είναι η μείωση της ποσότητας επικίνδυνων υλικών που εισέρχονται στη μονάδα. Στις προτεινόμενες διαδικασίες συμπεριλαμβάνονται τα εξής :

- Σχεδιασμός για την ορθολογική χρήσης φυτοφαρμάκων και χημικών ουσιών. Στις περιπτώσεις εφαρμογής ή χειρισμού φυτοφαρμάκων, τηρήστε νόμιμα όλες τις οδηγίες για την επισήμανση των φυτοφαρμάκων.
- Η αγορά λαμπτήρων και πηνίων με μεγαλύτερο χρόνο αποτελεσματικής λειτουργίας συνιστάται έτσι ώστε να μειωθεί η συχνότητα αντικατάστασης τους.
- Ερευνα και ανάπτυξη για την αποτελεσματικότητα του φωτισμού LED, καθώς τα υλικά αυτού του τύπου φωτιστικών δεν αποτελούν επικίνδυνο απόβλητο στο τέλος της ζωής τους.
- Απαραίτητη είναι η ανακύκλωση όλων των λαμπτήρων και πηνίων σε εξειδικευμένο ανακυκλωτή έπειτα από την αντικατάστασή τους.

## 9.5 Τρόποι καθαρισμού και απολύμανσης των εγκαταστάσεων

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται από τους γεωπόνους της μονάδος όσο αφορά τον καθαρισμό και την απολύμανση των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού. Η σχολαστική καθαριότητα των χώρων παραγωγής εξασφαλίζει μια εύρωστη και υγιή καλλιέργεια, καθώς παράγοντες (όπως φυτοπαθογόνα , σκόνη κ.α.) που είναι ικανοί να υποβαθμίσουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος ή να επιφέρουν ολοκληρωτική καταστροφή.

Η απολύμανση , κυρίως των εκχυλιστών άλλα και ο καθαρισμός όλου του εξοπλισμού είναι ένας ακόμη τρόπος συντήρησης εξασφαλίζοντας την καλή λειτουργία και την βιωσιμότητα των μηχανημάτων στον χρόνο.

### Προτεινόμενες μέθοδοι

Πριν διαδοθεί κάθε παρτίδα παραγωγής την επομένη προτείνεται ο καθαρισμός των χώρων του θερμοκηπίου με πεπιεσμένο αέρα , καθαρισμό της σκόνης με ηλεκτρικές σκούπες (οι συγκεντρώσεις αποτελούν πρώτη ύλη για την πελλετοποίηση) και απολύμανση με ατμό. Όπως παρατηρείται, οι μέθοδοι είναι άκρως φιλικόι προς το περιβάλλον.

Για την απολύμανση των εκχυλιστών γνωρίζοντας ότι τα κανναβινοειδή είναι αδιάλυτα στο νερό (υδρόφοβα) , η χρήση νερού για τον καθαρισμό του εξοπλισμού του εργαστηρίου δεν συνιστάται. Ο καθαρισμός προβλέπεται να γίνεται με τους διαλύτες εκχύλισης που μας δίνουν την δυνατότητα πλήρους ανάκτησης τους.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική βιβλιογραφία :

Αντωνόπουλος, Β., 2001. Ποιότητα και Ρύπανση Υπόγειων Νερών, Εκδόσεις : Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ. 355.

Αντωνόπουλος, Β., 1999. Υδρολογία της Ακόρεστης Ζώνης του Εδάφους, Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων του Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 275.

Γεώργιος Π. Σαρλής (1999), Συστηματική Βοτανική, Εκδόσεις : Σταμούλη

Δημήτριος Μπιλάλης , Παναγιώτα Παπαστυλιανού , Ηλίας Τραυλός (2019), ΓΕΩΡΓΙΑ, Εκδόσεις :Πεδίο

Δημήτριος Ν. Παπαδόπουλος (1974), Η KANNABIS

Δημήτριος Σάββας (2003) , Γενική Ανθοκομία, Εκδόσεις: Έμβρυο

Γεώργιου Ν. Μαυρογιαννοπούλου (2017), Τεχνολογία Θερμοκηπίων , Εκδόσεις: Σταμούλη

Νικόλαος Κ. Σιδηράς (2005), Βιολογική γεωργία , Εκδόσεις : ΔΗΩ

### Διεθνής βιβλιογραφία:

Ren wang<sup>1\*</sup>, Li-si he<sup>1</sup> et al ,2009, a micropropagation system for cloning of hemp (*cannabis sativa* L.) By shoot tip culture

Hemant Lata<sup>1</sup>, Suman Chandra<sup>1</sup>, Natascha Techen<sup>1</sup>, Ikhlas A. Khan<sup>1, 2</sup>, Mahmoud A. ElSohly, 2009, Assessment of the Genetic Stability of Micropropagated Plants of *Cannabis sativa* by ISSR Markers

Anežka Janatová<sup>a</sup> , Adéla Fraňková<sup>b</sup> , Pavel Tlustoš<sup>c</sup> , Karel Hamouza , Matěj Božik<sup>b</sup> , Pavel Klouček, 2018, Yield and cannabinoids contents in different cannabis (*Cannabis sativa* L.) genotypes for medical use

Suman Chandra, Ikhlas A. Khan, Mahmoud A. ElSohly, 2009, Propagation through alginate encapsulation of axillary buds of *Cannabis sativa* L. — an important medicinal plant

Robert Connell Clarke , 1993, Marijuana Botany: An Advanced Study: The Propagation and Breeding of Distinctive Cannabis

A. Casillas, 2017, Propagation of *Cannabis sativa* for commercial production

Deron Caplan, Jonathan Stemeroff, Mike Dixon and Youbin Zheng, 2018, Vegetative propagation of cannabis by stem cuttings: effects of leaf number, cutting position, rooting hormone and leaf tip removal

Economic Botany, 33(2), 1979, pp. 124-127 9 1980, by the New York Botanical Garden, Bronx, NY 10458 GREENHOUSE PROPAGATION OF CANNABIS SATIVA L. BY VEGETATIVE CUTTINGS C. B. COFFMAN AND W. A. GENTNER 1

Betty Wedman – St. Luis. 2018 . *Cannabis A clinician's guide*. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Harpha, P. 2015. *For Great Cannabis, It's All in the Cure. Growing, Weedist*. Accessed

Vandermeer, J. 2009 : *Inside the Trichome. Cannabis Culture*- June 12. Accessed Dec 15 2015.

Ethan B Russo 2011 : Taming THC: potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects.

M. Malfait, R. Gallily, P. F. Sumariwalla, A. S. Malik, E. Andreakos,\*R. Mechoulam, and M. Feldmann 2000 : The nonpsychoactive cannabis constituent cannabidiol is an oral anti-arthritic therapeutic in murine collagen-induced arthritis

LD Albright, AJ Both, AJ Chiu - Transactions of the ASAE, (2000) Controlling greenhouse light to a consistent daily integral

panelM.Faux<sup>a</sup>X.Draye<sup>a</sup>R.Lambert<sup>ab</sup>R.d'Andrimont<sup>a</sup>P.Raulier<sup>a</sup>P.Bertin<sup>a</sup>The relationship of stem and seed yields to flowering phenology and sex expression in monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.)

ZS Chalabi, W Zhou - IFAC Proceedings Volumes, 1997 – Elsevier(1997) Optimisation of CO<sub>2</sub> enrichment in greenhouses constrained by limited CO<sub>2</sub> supply and CO<sub>2</sub> dynamics

I. Ioslovich, I. Seginer, P.O. Gutman 1995 : Sub-optimal CO<sub>2</sub> enrichment of greenhouses

DL Critten 1993 : A review of the light transmission into greenhouse crops

CT de Wit - 1965 : Photosynthesis of leaf canopies

WJ Carpenter, WW Willis 1957: Comparisons of evaporative fan-and-pad and high pressure mist systems for greenhouse cooling

M Fuchs, E Dayan, D Shmuel, I Zipori - Agricultural and Forest Meteorology, 1997 : Effects of ventilation on the energy balance of a greenhouse with bare soil

A Ganguly, S Ghosh - Iranica Journal of Energy & ..., 2011 A review of ventilation and cooling technologies in agricultural greenhouse application

FLK Kempkes, NJ Van de Braak, JC Bakker - Journal of agricultural ..., 2000: Effect of heating system position on vertical distribution of crop temperature and transpiration in greenhouse tomatoes

Y Ahn, SJ Bae, M Kim, SK Cho, S Baik, JI Lee... - Nuclear Engineering ..., 2015 : Review of supercritical CO<sub>2</sub> power cycle technology and current status of research and development

E Mills - Energy Policy, 2012 : The carbon footprint of indoor Cannabis production

...



