

Η Βιομηχανική Κάνναβη ως
Πρώτη Ύλη Παραγωγής
Προϊόντων και Καυσίμων Υψηλής
Προστιθέμενης Αξίας

Δερλός Ιωάννης

Επιβλέπων: Κονσολάκης Μιχαήλ

Χανιά, Ιανουάριος 2024

Περίληψη

Η Κάνναβη είναι ένα φυτό κοντά στον άνθρωπο από την αρχαιότητα, γνωστό για τις πολλές θεραπευτικές και χρηστικές του ιδιότητες. Μετά από την απαγόρευσή της για κάποιες δεκαετίες, η βιομηχανική της μορφή είναι πλέον νόμιμη σε πολλές χώρες και η έρευνα γύρω από τις ιδιότητές της αυξάνει συνεχώς ανοίγοντας νέους δρόμους και προοπτικές για την ολική αξιοποίηση και την βιομηχανική της εκμετάλλευση.

Αρχικά, το βασικό χαρακτηριστικό και συνάμα πλεονέκτημα της κάνναβης είναι ότι πρόκειται για ένα εύκολα καλλιεργήσιμο φυτό, με μικρό κύκλο ζωής που, κατά την ανάπτυξή του, βοηθά στην απορρύπανση του περιβάλλοντος και στη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Επιπλέον τα διάφορα μέρη του φυτού, στην τελική τους μορφή, μπορούν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή μιας ευρείας γκάμας προϊόντων υψηλής ποιότητας, αντικαθιστώντας τα συμβατικά υλικά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων και φαρμακευτικών ειδών, στην υφαντουργία, στη χαρτοποιία, στην κατασκευή πλαστικών καθώς και στα οικοδομικά και κατασκευαστικά υλικά. Ακόμη, η επεξεργασία της κάνναβης συμβάλλει στην παραγωγή ενέργειας, παρέχοντας μια ισχυρή εναλλακτική πρόταση στην εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και συνεισφέροντας στην αρμονικότερη συνύπαρξη του ανθρώπου με το περιβάλλον.

Στην παρούσα εργασία αναλύονται οι σημαντικές ιδιότητες του φυτού, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται οι τρόποι ολικής αξιοποίησής του στη βιομηχανία και την παραγωγή ενέργειας, για την παραγωγή προϊόντων και καυσίμων υψηλής προστιθέμενης αξίας με έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Abstract

Cannabis is a plant that has been close to humans since ancient times, known for its many therapeutic and useful properties. After its prohibition for several decades, its industrial form is now legal in many countries, and research into its properties is constantly expanding, opening up new avenues and prospects for its total exploitation and industrial exploitation.

Initially, the basic characteristic and advantage of cannabis is that it is an easily cultivable plant, with a short life cycle that, during its growth, helps to clean the environment and absorb carbon dioxide from the atmosphere. In addition, the various parts of the plant, in their final form, can be used to produce a wide range of high-quality products, replacing conventional materials used in the food and pharmaceutical industries, in textiles, in papermaking, in the manufacture of plastics, and in building and construction materials.

Furthermore, the processing of cannabis contributes to Energy Production, providing a strong alternative to dependence on mineral fuels and contributing to a more harmonious coexistence of humans with the environment.

This thesis examines the significant properties of the plant, based on literature, and concurrently presents the methods of comprehensive utilization of its raw materials in the industry and energy production, with a focus on producing value-added products and fuels, emphasizing on environmental protection and sustainable development.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μιχαήλ Κονσολάκη, αρχικά για την εμπιστοσύνη και την αποδοχή της πρότασής μου καθώς και για την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Σ' αυτή μου την προσπάθεια, η βοήθειά του υπήρξε πολύτιμη με τις εύστοχες παρατηρήσεις, τις συμβουλές του και την άμεση ανταπόκρισή του κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τη μητέρα μου, η οποία παρείχε ανεκτίμητη βοήθεια και υποστήριξη κατά τη διάρκεια ολόκληρης της διαδικασίας συγγραφής. Η αφοσίωσή της και η προθυμία της να μοιραστεί την εμπειρία και τη γνώση της συνέβαλαν στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για την αμέριστη υποστήριξη, συμπαράσταση και κατανόησή της, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Δερλός Ιωάννης,

Ιανουάριος 2024, Χανιά, Ελλάδα

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract	3
Εισαγωγή	7
Κεφάλαιο 1: Ιστορία του Φυτού Κάνναβη	10
1.1 Η Ετυμολογία της λέξης “Κάνναβη”	10
1.2 Η Κάνναβη από την αρχαιότητα έως τον 19ο αι. μ.χ.....	10
1.3 Η Κάνναβη από τον 20 ^ο αιώνα έως σήμερα	19
1.3.1 Από την ευρεία χρήση στην απαγόρευση	19
1.3.2 Η επαναφορά και η νομιμοποίηση	20
1.4 Η Κάνναβη στην Ελλάδα.....	22
Κεφάλαιο 2 : Βοτανική ταξινόμηση, μορφολογία και βασική επεξεργασία πρώτων υλών του φυτού της κάνναβης	32
2.1 Βοτανική Ταξινόμηση	32
2.2 Μορφολογία - Βοτανικά Χαρακτηριστικά	35
2.3 Επεξεργασία Πρώτων Υλών	41
Κεφάλαιο 3 : Κάνναβη και ποιότητα ζωής	53
3.1. Διατροφική Αξία	53
3.2 Φαρμακευτικές - Θεραπευτικές Ιδιότητες	56
3.3 Ενδοκανναβινοειδές Σύστημα.....	58
3.4 Κοσμητολογία.....	60
Κεφάλαιο 4 : Βιομηχανική Εκμετάλλευση της Κάνναβης.....	62
4.1 Χαρτοποιία	62
4.1.1 Το χαρτί κάνναβης και τα πλεονεκτήματά του	62
4.1.2 Η παραγωγή προϊόντων από χαρτί κάνναβης	63
4.2 Πλαστικοποιία	67
4.2.1 Η κυριαρχία του πλαστικού και οι επιπτώσεις του στο περιβάλλον.....	67
4.2.2 Βιοπλαστικά Κάνναβης (Hemp Plastic).....	70
4.2.2.1 Σύγκριση βιοπλαστικών κάνναβης με τα πετροχημικά πλαστικά	71
4.2.2.2 Προϊόντα από Hemp Plastic	72
4.3 Κλωστοϋφαντουργία	79

4.3.1 Σύγκριση των ινών κλωστικής κάνναβης με τις ίνες συμβατικών πρώτων υλών.....	79
4.3.2 Το ύφασμα κάνναβης.....	80
Κεφάλαιο 5: Η Χρήση της κάνναβης στον κατασκευαστικό τομέα	88
5.1 Η κάνναβη ως δομικό υλικό	88
5.1.1 «Hempcrete», ένα βιώσιμο δομικό υλικό.....	88
5.1.2 Σύνθεση και χαρακτηριστικά.....	89
5.2 Μόνωση	96
5.3 «Hempboard»	97
5.4 Sick Building Syndrome : « Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου »	98
5.4.1 Ορισμός και χαρακτηριστικά του φαινομένου.....	98
5.4.2 Υλικά από Κάνναβη και Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου : Μια πιο υγιεινή διαβίωση	99
Κεφάλαιο 6 : Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας	104
6.1 Βιομάζα Κάνναβης.....	104
6.2 HempDiesel	105
6.3 Hemp-ethanol	106
6.4 Βιομάζα Κάνναβης ως Στερεό Καύσιμο.....	108
6.5 Μπαταρίες και Υπερπυκνωτές από βιομάζα Κάνναβης	109
Κεφάλαιο 7 : Περιβαλλοντική Υποστήριξη και Αειφορία μέσω της Κάνναβης	111
7.1 Δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) - Προστασία των Δασών.....	111
7.2 Αναζωογόνηση εδάφους και υδάτων.....	113
Συμπεράσματα - Προτάσεις	116
Βιβλιογραφία.....	118
Λίστα Σχημάτων	139
Λίστα Πινάκων.....	147

Εισαγωγή

Η κάνναβη είναι ένα φυτό με ιστορία χιλιάδων χρόνων που έχει την αφετηρία της στη Νεολιθική εποχή και φτάνει μέχρι σήμερα. Στην αρχική της εμφάνιση ήταν αυτοφυής και εντοπίστηκε στην περιοχή της Κεντρικής και Ανατολικής Ασίας. Η διαπίστωση των ευεργετικών και χρηστικών ιδιοτήτων του φυτού οδήγησε στην εκμετάλλευσή του από τον άνθρωπο και στη συστηματική του καλλιέργεια που διαδόθηκε σε όλον τον κόσμο λόγω της ικανότητάς του να προσαρμόζεται σε διαφορετικές συνθήκες.

Από την αρχαιότητα έως τις πρώτες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, η κάνναβη χρησιμοποιήθηκε ευρέως για παραγωγή ινών, ως κατασκευαστικό υλικό αλλά και ως βρώσιμο, φαρμακευτικό και ψυχαγωγικό φυτό. Την πολύχρονη παρουσία και χρήση του φυτού ακολούθησε, λόγω κοινωνικοοικονομικών και πολιτικών συνθηκών, η απαγόρευση και η καταγραφή της στη συνείδηση της κοινωνίας ως παράνομης και επικίνδυνης ψυχοτρόπου ουσίας.

Παρά τη νομική απαγόρευση για καλλιέργεια και χρήση της κάνναβης, το επιστημονικό ενδιαφέρον συνεχίστηκε και οδήγησε, τη δεκαετία του 1990, στην ανακάλυψη του ενδοκανναβινοειδούς συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού και σε πλήθος επιστημονικών δημοσιεύσεων με αναφορά στις φαρμακευτικές χρήσεις του φυτού για την αντιμετώπιση πολλών παθήσεων.

Στη σημερινή εποχή παρατηρείται γενικά μια θετικότερη στάση, κρατών και πολιτών, απέναντι στο φυτό και τις ιδιότητές του. Σ' αυτό συνέβαλλε, εκτός από την αύξηση του ενδιαφέροντος της ιατρικής επιστημονικής κοινότητας για τις θεραπευτικές ιδιότητες της κάνναβης, η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον και οι οικολογικοί της στόχοι καθώς και τα εξαιρετικά αποτελέσματα της βιομηχανικής χρήσης του φυτού.

Ο 20^{ος} αιώνας χαρακτηρίστηκε από την έκρηξη της τεχνολογίας και την υπέρμετρη βιομηχανοποίηση της παραγωγής με αποτέλεσμα την περιβαλλοντική καταστροφή και την υποβάθμιση του επιπέδου της ανθρώπινης διαβίωσης. Στο βωμό της οικονομικής ανάπτυξης και της κερδοφορίας θυσιάστηκαν τα δικαιώματα της φύσης και των ανθρώπων για επιβίωση με ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Η αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση της κοινωνίας, συμβάλλει στην αναζήτηση εναλλακτικών πρώτων υλών στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης που θα συνδυάζει την εξέλιξη με το σεβασμό προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Στην παρούσα εργασία, διερευνάται η επιστροφή στην παραγωγή και αξιοποίηση της κάνναβης, με τη συμβολή παράλληλα των δυνατοτήτων της σημερινής τεχνολογίας, ως εναλλακτική και βιώσιμη πρώτη ύλη, λόγω των μοναδικών πλεονεκτημάτων που το φυτό διαθέτει και των εντυπωσιακά φιλικών προς το περιβάλλον ιδιοτήτων του. Η καλλιέργεια της κάνναβης αποτελεί μια αξιόλογη οικολογική πρόταση για την αντιμετώπιση του φαινομένου της υπερθέρμανσης του πλανήτη και για την προστασία του περιβάλλοντος γενικότερα, επειδή προσφέρει

περισσότερους πόρους από όσους καταναλώνει και ταυτόχρονα αποτελεί μια αξιόπιστη πρόταση για ανθεκτικά, ποιοτικά και οικολογικά προϊόντα.

Το βασικό χαρακτηριστικό και συνάμα πλεονέκτημα της κάνναβης είναι ότι πρόκειται για ένα εύκολα καλλιεργήσιμο φυτό, με μικρό κύκλο ζωής που, κατά την ανάπτυξή του, βοηθά στην απορρύπανση του περιβάλλοντος και στη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Επιπλέον τα διάφορα μέρη του φυτού, στην τελική τους μορφή, μπορούν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή μιας ευρείας γκάμας προϊόντων υψηλής ποιότητας, αντικαθιστώντας τα συμβατικά υλικά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων και φαρμακευτικών ειδών, στην υφαντουργία, στη χαρτοποιία, στην κατασκευή πλαστικών καθώς και στα οικοδομικά και κατασκευαστικά υλικά. Ακόμη, η επεξεργασία της κάνναβης συμβάλλει στην παραγωγή ενέργειας, παρέχοντας μια ισχυρή εναλλακτική πρόταση στην εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και συνεισφέροντας στην αρμονικότερη συνύπαρξη του ανθρώπου με το περιβάλλον.

Η δομή της εργασίας έχει συνοπτικά την παρακάτω μορφή:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται διεξοδικά η ιστορική διαδρομή του φυτού της κάνναβης με σκοπό να αναδειχθεί η άρρηκτη σύνδεσή του με την ανθρώπινη εξέλιξη και τον πολιτισμό. Αρχικά επιχειρείται ετυμολογική απόδοση του ονόματος του φυτού και στη συνέχεια καταγράφεται η παγκόσμια παρουσία και χρήση του μέχρι τον 20^ο αιώνα, οι λόγοι απαγόρευσης, η επαναφορά και η εκ νέου νομιμοποίησή του. Τέλος γίνεται ειδική αναφορά για την καλλιέργεια και εκμετάλλευση του φυτού στον ελληνικό χώρο από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη βοτανική ταξινόμηση και την περιγραφή της μορφολογίας του φυτού της κάνναβης. Επιπλέον παρουσιάζονται τρόποι βασικής επεξεργασίας των πρώτων υλών και ενδεικτικοί τομείς αξιοποίησής τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να αξιοποιηθεί η πρώτη ύλη της κάνναβης μεταποιούμενη σε προϊόντα που προσδίδουν ποιοτικά χαρακτηριστικά στη ζωή του ανθρώπου. Δίνεται έμφαση στη διατροφική της αξία, τη χρήση της στην κοσμητολογία, τις φαρμακευτικές και θεραπευτικές ιδιότητες του φυτού και στο ρόλο του ενδοκανναβιοειδούς συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού στην παθογένεια των ασθενειών και τη διατήρηση της υγείας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι δυνατότητες βιομηχανικής εκμετάλλευσης των πρώτων υλών του φυτού και σειρές προϊόντων στους τομείς της χαρτοποιίας, πλαστικοποιίας και κλωστοϋφαντουργίας. Παράλληλα επιχειρείται σύγκριση με τις συμβατικές ύλες στους αντίστοιχους τομείς και προβολή των πλεονεκτικών χαρακτηριστικών των υλών της κάνναβης με έμφαση στην ποιότητα, την οικολογία και τη βιωσιμότητα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι δυνατότητες χρήσης των υλών της κάνναβης στον κατασκευαστικό τομέα. Συγκεκριμένα γίνεται λόγος για τη σύνθεση τα χαρακτηριστικά, τις ιδιότητες και τις χρήσεις του βιώσιμου οικολογικού δομικού υλικού: «Hempcrete», τη μοριοσανίδα (Hempboard) και τη χρήση των ινών της κάνναβης ως εναλλακτικό μονωτικό υλικό με υψηλή απόδοση. Τέλος επισημαίνεται η συμβολή των παραπάνω υλικών στην αντιμετώπιση του Sick Building Syndrome : «Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου ».

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η συμβολή της κάνναβης στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Συγκεκριμένα περιγράφεται η δυναμική της ως βιομάζα και η δημιουργία βιοκαυσίμων (HempDiesel και Hempanol), η βιομάζα κάνναβης ως στερεό καύσιμο και η δημιουργία μπαταριών και υπερπυκνωτών από βιομάζα κάνναβης.

Στο έβδομο κεφάλαιο τονίζεται η συμβολή της καλλιέργειας της κάνναβης στην υποστήριξη του περιβάλλοντος και την αειφορία, με τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και την αναζωογόνηση εδάφους και υδάτων (Phytoremediation).

Τέλος παρατίθενται συμπεράσματα και προτάσεις που προκύπτουν από την παρούσα εργασία.

Κεφάλαιο 1: Ιστορία του Φυτού Κάνναβη

1.1 Η Ετυμολογία της λέξης “Κάνναβη”

κάνναβη η [kánavi]: γένος αγγειόσπερμων, δικοτυλήδονων, μονοετών φυτών. α. ινδική ~, το φυτό από το οποίο παράγεται το χασίς. β. ~ η ήμερη, καννάβι. [λόγ. < αρχ. κάνναβ(ις) -η] [1].

Η κάνναβη, ένα ευπροσάρμοστο φυτό με σημαντική ιστορία, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον πολλών ατόμων και κοινωνικών ομάδων. Μια πτυχή που συγκεντρώνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η ετυμολογία της. Η κατανόηση της προέλευσης του όρου "κάνναβη" και της διαδρομής του μέσα στην ιστορία βοηθά να φωτιστεί η πολιτιστική της σημασία.

Οι σύγχρονοι γλωσσολόγοι συμφωνούν γενικά ότι ο όρος "κάνναβη" προήλθε από την ινδοευρωπαϊκή περιοχή της Σκυθίας ως "kanab". Ωστόσο, υπάρχει επίσης ένα ενδιαφέρον επιχείρημα που συνδέει τον όρο με τις εβραϊκές λέξεις "kaneh" και "kanbos".

Η χρήση της κάνναβης από τους Σκύθες έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη διάδοση της καλλιέργειάς της δυτικά, προς την Ευρώπη. Ο σκυθικός όρος "kanab" δημιούργησε διάφορες παραφυάδες σε διάφορες γλώσσες, όπως "kanar" στα αρμενικά, "kaner" στα αλβανικά, "konorlja" στα ρωσικά και "kanab" στα περσικά. Από εκεί, ο περσικός όρος "kanab" πέρασε στα ελληνικά ως "κάνναβις", ο οποίος αργότερα εισήλθε στα λατινικά ως "cannabis". Με την πρώτη εμφάνιση του όρου στα αγγλικά το 1548, το φυτό έγινε παγκοσμίως γνωστό ως "cannabis" [2].

1.2 Η Κάνναβη από την αρχαιότητα έως τον 19^ο μ.Χ. αιώνα.

Η ιστορία του φυτού της κάνναβης παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον καθώς απλώνεται από την αρχαιότητα έως τη σύγχρονη εποχή, ακολουθώντας παράλληλα την ιστορική διαδρομή και την εξέλιξη του ανθρώπου.

Σύμφωνα με αρχαιολογικές έρευνες, η κάνναβη εμφανίστηκε και ξεκίνησε να καλλιεργείται κατά τη Νεολιθική εποχή στην περιοχή της Κεντρικής και Ανατολικής Ασίας. Από εκεί διαδόθηκε σε όλον τον κόσμο λόγω της ικανότητάς της να προσαρμόζεται σε διάφορες συνθήκες και λόγω των σημαντικών ιδιοτήτων που διαθέτει και των πολλαπλών χρήσεών της [3].

Μέσα από την ιστορική αναζήτηση για την εκμετάλλευση του φυτού της κάνναβης από τον άνθρωπο, έχει διαπιστωθεί ότι είναι μια από τις αρχαιότερες καλλιέργειες [4]. Αρκετοί ερευνητές πιστεύουν πως η ενασχόληση του ανθρώπου με το συγκεκριμένο φυτό χρονολογείται πριν από την πρώτη αγροτική επανάσταση,

δηλαδή περίπου πριν από 10.000 χρόνια [5]. Νεολιθικά ευρήματα στην Ταϊβάν φανερώνουν ότι η κάνναβη χρησιμοποιήθηκε για διάφορους σκοπούς πριν από 12.000 χρόνια [6]. Επίσης σε τάφους στην αρχαία Μεσοποταμία, που χρονολογούνται από το 8000 π.Χ., ανακαλύφθηκαν προϊόντα με βάση την κάνναβη, όπως κομμάτια από ύφασμα [7].

Στην αρχική της εμφάνιση η κάνναβη ήταν πιθανότατα αυτοφυής και σε δεύτερη φάση ο άνθρωπος οδηγήθηκε στη συστηματική της καλλιέργεια ώστε να βελτιώσει τις ιδιότητές της, όπως την ποιότητα των ινών, την ποσότητα των παραγόμενων σπόρων καθώς και την περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο [8].

Η χρήση των ελαίων της κάνναβης για ιατρικούς σκοπούς τοποθετείται στην Κίνα πριν από περίπου 5000 χρόνια. Γύρω στα 2700 π.Χ., ο αυτοκράτορας Shen-Nung (Σχήμα 1.1) που ήταν γνωστός για την αξιοποίηση διάφορων φαρμακευτικών φυτών, ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε τις θεραπευτικές ιδιότητες του φυτού και το σύστησε στο λαό του για την αντιμετώπιση πολλών ασθενειών [9].



Σχήμα 1.1: Ο αυτοκράτορας Shen-Nung δοκιμάζει φυτά για να εξετάσει τις ιδιότητές τους στον εαυτό του. Πηγή : <https://cannabishistory.tni.org/short.htm> / Ιούλιος 2023.

Σύμφωνα με αρχαία κινέζικα κείμενα (Σχήμα 1.2) τα έλαια από τους σπόρους του φυτού συστήνονταν για την ίαση της ελονοσίας, των ρευματισμών, της εμμήνου ρύσης, της δυσκοιλιότητας [10] καθώς και για εκζέματα, ψωρίαση και για φλεγμονώδεις ασθένειες [11][12].

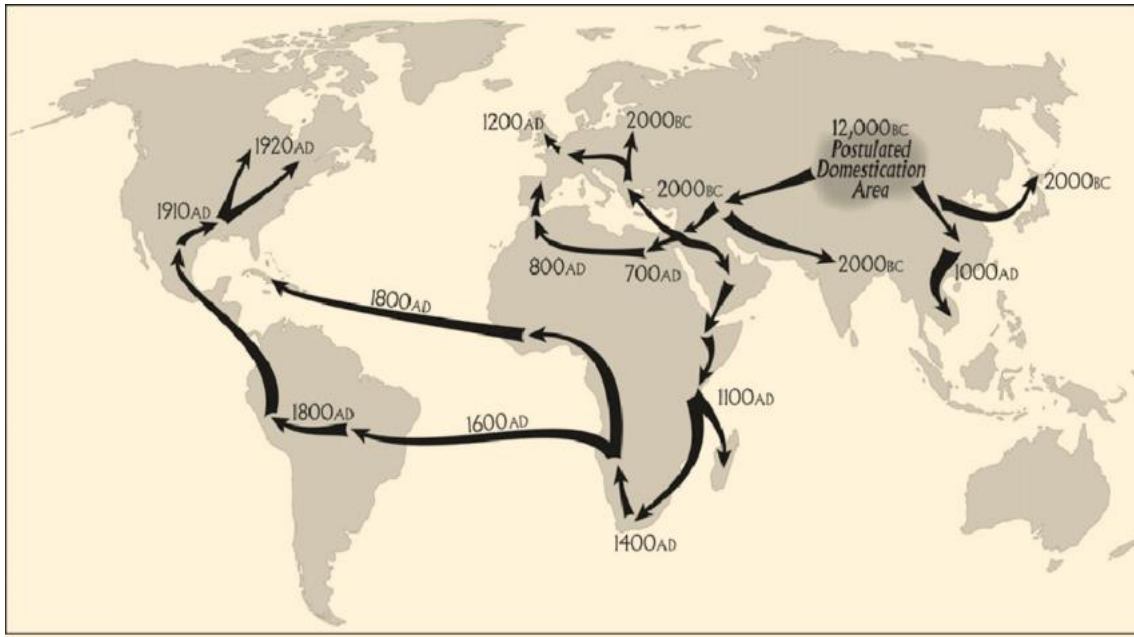


Σχήμα 1.2: Καταγραφή της κάνναβης σε κινέζικα έγγραφα. Πηγή : <https://historiadelcannabis.lasagradamaria.org/linea-tiempo/> / Ιούλιος 2023.

Παράλληλα, σύμφωνα με ευρήματα, η κάνναβη καλλιεργήθηκε πριν από 4500 χρόνια στην Κίνα για παραγωγή ινών και σαν πρώτη ύλη για την παρασκευή χορδών, σχοινιών, υφασμάτων και χαρτιού[6].

Τα αρχαία κείμενα κάνουν επίσης λόγο για τη χρήση κάνναβης ως μορφή τροφής λόγω της υψηλής διατροφικής αξίας των σπόρων της αλλά και ως ναρκωτικού. Κάποιοι μύθοι υποστηρίζουν ότι ο Βούδας περιμένοντας τη φώτιση κατανάλωνε καθημερινά, για 6 χρόνια, ένα σπόρο κάνναβης ως μοναδική τροφή του [9], ενώ οι παραισθησιογόνες ιδιότητες του φυτού αναφέρονται στο έργο «Pen-ts'ao ching», που αποδίδεται στον μυθικό Κινέζο αυτοκράτορα Shennong [13].

Στη συνέχεια το φυτό εξαπλώθηκε, ξεκινώντας πιθανότατα από το βορειανατολικό τμήμα του οροπεδίου των Ιμαλαΐων, ακολουθώντας τα ταξίδια των νομαδικών λαών και των εμπόρων, στην Ινδία, την Αίγυπτο, τη Ρωσία, την Ευρώπη και ολόκληρο τον κόσμο. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως για παραγωγή ινών αλλά και ως βρώσιμο, φαρμακευτικό και ψυχαγωγικό φυτό (Σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3: Η διάδοση της κάνναβης σε όλο τον κόσμο.

Πηγή : <https://cannabishistory.tni.org/index.htm> / Ιούλιος 2023.

Στην αρχαία Ινδία η χρήση του θεωρείται πως ξεκίνησε γύρω στο 1.000 π.Χ. [14] και είχε ιατρικό, θεραπευτικό και θρησκευτικό χαρακτήρα [15].

Στα πλαίσια της ιατρικής χρησιμοποιήθηκε ως θεραπευτική ουσία για την αντιμετώπιση πολλαπλών ασθενειών όπως των νευραλγιών, των πονοκεφάλων, των πονόδοντων, των επιληπτικών επεισοδίων, της λύσσας και του τέτανου[14][16][17].

Επίσης χρησιμοποιήθηκε ως αντιφλεγμονώδες (ρευματισμούς), ως αναισθητικό, ως αντιβιοτικό (δερματικές λοιμώξεις, φυματίωση), ως διουρητικό, αντιπαρασιτικό, και αντισπασμωδικό (πεπτικές διαταραχές, κολικοί, διάρροια), ή αντιβηχικό και αποχρεμπτικό (βρογχίτιδα, άσθμα), για την αντιμετώπιση του άγχους, της υστερίας και της μανίας, αλλά και ως διεγερτικό της όρεξης και αφροδισιακό [16].

Παράλληλα το φυτό στην Ινδία συνδέθηκε με τη θρησκεία και, ως ένα από τα πέντε ιερά φυτά, αποτέλεσε στοιχείο πολλών θρησκευτικών τελετουργιών. Σε ένα ανθολόγιο θρησκευτικών κειμένων αγνώστου συγγραφέα, στο «Atharva Veda», αναφέρεται η κάνναβη ως ένα «ιερό φυτό που φέρει την ευτυχία και την ελευθερία»[16]. Στα αρχαία ιερά ινδουιστικά κείμενα, τις Βέδες, η κάνναβη αναφέρεται ως «bhang», ως μία ουσία που απελευθερώνει το άτομο από τους φόβους του, το βοηθάει να απολαμβάνει τη χαρά της ζωής και το οδηγεί στην κατάκτηση της ευτυχίας. Σημειώνεται ακόμη πως ήταν είδος τροφής που επιθυμούσε να καταναλώνει ο Θεός Σίβα[9].

Παραδοσιακά η κάνναβη θεωρούνταν ιερή και στο Θιβέτ, αν και δεν έχουν γραφτεί αρκετά για τη θρησκευτική ή φαρμακευτική της χρήση. Στον ταντρικό βουδισμό, που αναπτύχθηκε στα Ιμαλάια, η κάνναβη χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία του διαλογισμού [16]. Από τον 9ο αιώνα π.Χ., οι Ασσύριοι τη χρησιμοποιούσαν για την ίαση διαφόρων παθήσεων αλλά και ως θυμίαμα γνωρίζοντας τις ψυχοτρόπες ιδιότητές της. Οι Πέρσες επίσης γνώριζαν το φυτό και τις ιδιότητές του κάνοντας σαφή διάκριση μεταξύ της αρχικής ευφορίας που προκαλεί και στις μακροχρόνιες επιδράσεις της [16].

Αρχαιολογικές έρευνες αποδεικνύουν ότι η χρήση της κάνναβης ήταν γνωστή και στην αρχαία Αίγυπτο αφού βρέθηκαν ίχνη γύρης του φυτού στους τύμβους των φαραώ Αμένοφης Δ' ή Ακενατών, (περίπου 1353-1336 π.Χ.) και Ραμσή Β' (1303 π.Χ. - 1214 π.Χ.) ενώ σε ιερογλυφικές αναπαραστάσεις αρκετών τάφων έχει αναγνωρισθεί η εικόνα του φυτού[18].

Η φαρμακευτική του χρήση αποδεικνύεται και από τα αρχαία Αιγυπτιακά ιατρικά χειρόγραφα, «Papyrus Ramesseum III» (περίπου 1700 π.Χ.) και «Ebers papyrus» (περίπου 1550 π.Χ.) [11] όπου αναφέρεται ότι η κάνναβη θεράπευε διάφορες μολύνσεις και διευκόλυνε τις εγκύους επιταχύνοντας τον τοκετό [4] [19].

Στην Ευρώπη την κάνναβη πιθανότατα την έφερε ένας νομαδικός λαός της Ασίας, οι Σκύθες, που είχαν γνωρίσει το φυτό πριν από περίπου 2.600 χρόνια από τους Ασσύριους και τους Θράκες [19]. Ο Ηρόδοτος το 450 π.Χ., στο έργο του «Ιστορίαι», αναφέρει πως οι Σκύθες εισέπνεαν κατά τις τελετές τους καπνό κάνναβης. Συγκεκριμένα περιέγραψε μια τελετή σκυθικών κηδειών όπου έκαιγαν σπόρους κάνναβης και εισέπνεαν τους ατμούς για τελετουργικούς και ευφορικούς σκοπούς [20]. Στη Σιβηρία και τη Γερμανία βρέθηκαν αργότερα, από αρχαιολόγους σε σκυθικούς τάφους, απανθρακωμένοι σπόροι κάνναβης, γεγονός που επιβεβαιώνει την περιγραφή του Ηρόδοτου [17].

Η κάνναβη ήταν επίσης γνωστή στους αρχαίους Έλληνες και τους Ρωμαίους χωρίς όμως να υπάρχουν πολλές αναφορές στο φυτό γεγονός που πιθανώς υποδηλώνει πως η χρήση του ήταν σχετικά περιορισμένη [21].

Ο αρχαίος Έλληνας ιστορικός, Διόδωρος Σικελιώτης, γύρω στο 60 π.Χ., ανέφερε ότι οι γυναίκες στην αρχαία Αίγυπτο χρησιμοποιούσαν το φυτό για να ανακουφιστούν από τον πόνο και να βελτιώσουν τη διάθεσή τους [22]. Ο Διοσκουρίδης ο Πεδάνιος, πολύ σημαντικός αρχαίος Έλληνας ιατρός, φαρμακολόγος και βοτανολόγος, το 70 μ.Χ. στο έργο του «Περὶ ὕλης ἰατρικῆς» (Σχήμα 1.4), κατέταξε και το φυτό της κάνναβης μεταξύ άλλων αρωματικών βοτάνων τα οποία κατηγοριοποίησε βάσει των ιατρικών τους ιδιοτήτων [23]. Ο επίσης σπουδαίος έλληνας ιατρός από την Πέργαμο, Κλαύδιος Γαληνός (129-199 μ.Χ.), στο έργο του «De alimentorum facultatibus» αναφέρει ότι στα ρωμαϊκά συμπόσια πολλές φορές καταναλώνονταν από τους

Ρωμαίους αριστοκράτες σπόροι κάνναβης με τη μορφή επιδόρπιου με σκοπό την χαλάρωση και τη πρόκληση αισθήματος εφορίας [24] [25].



Σχήμα 1.4: Σελίδα από το 'De Materia Medica' ή «Περὶ ὕλης ἰατρικῆς». Πηγή : <https://culturapedia.com/2021/02/08/la-larga-y-olvidada-relacion-entre-el-cannabis-y-la-medicina/> / Ιούλιος 2023.

Ο Ρωμαίος ιστορικός, Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79 μ.Χ.) στο έργο του «Naturalis historia» περιγράφει τόσο τις θετικές αλλά και τις αρνητικές επιδράσεις από την κατανάλωση του φυτού[26] [27]. Συγκεκριμένα, σχετικά με τις θεραπευτικές του ιδιότητες, αναφέρει τη χρήση των ριζών της κάνναβης για την ανακούφιση του πόνου[28].

Στην Ευρώπη γενικότερα κατά τη χριστιανική εποχή, μέχρι και τον 15^ο αιώνα περίπου, δεν υπάρχουν πολλά γραπτά κείμενα στα οποία να αναφέρεται η καλλιέργεια και η χρήση της κάνναβης. Σπάνιες είναι και οι αναφορές για τις θεραπευτικές ιδιότητες του φυτού και τη χρήση του στην ιατρική [12].

Στη Σουηδία και στη Νορβηγία όμως εντοπίστηκαν σε αρχαιολογικά ευρήματα, περίπου από το 100 - 500 μ.Χ., γύρη και σπόροι κάνναβης ενώ περισσότερα ευρήματα υπάρχουν από την εποχή των Βίκινγκ, 800–1050 μ.Χ.,. Οι έρευνες δείχνουν

ότι η κάνναβη καλλιεργούνταν στο βόρειο τμήμα της Σκανδιναβίας τον Πρώιμο Μεσαίωνα και ότι οι Βίκινγκ τη χρησιμοποιούσαν αρχικά για σχοινιά και χοντρά υφάσματα, όπως τα καραβόπανα αλλά και ως υφαντική πρώτη ύλη, μαζί με το λινάρι, για εκλεκτά ρούχα και υφάσματα οικιακής χρήσης [29] [30] (Σχήμα 1.5).



Σχήμα 1.5:Υφαντά τοίχου κατασκευασμένα από μείγμα κάνναβης και λιναριού.(The Överhogdal Viking wall-hangings). Πηγή :<https://www.researchgate.net/profile/Bodil-Holst/publication/258055684/figure/fig4/AS:293972275679255@1447099860407/The-Överhogdal-Viking-wall-hangings-The-two-top-pieces-Ia-Length-164cm-top-edge-W640.jpg> / Ιούλιος 2023.

Η φαρμακευτική του χρήση τον μεσαίωνα σταδιακά μειώνεται και το 1484, με διάταγμα του πάπα Ιννοκέντιου Η', απαγορεύτηκε όπως και η χρήση πολλών άλλων βοτάνων στα οποία αποδίδονταν «μαγικές» ιδιότητες. Παρά την πτώση της δημοφιλίας του αυτή την εποχή, στους επόμενους αιώνες υπάρχει η περιγραφή του φυτού και των ιδιοτήτων του σε βιβλία Άγγλων βοτανολόγων και λογίων [17].

Αντίθετα, αυτή την περίοδο, η χρήση της κάνναβης παρέμενε έντονη στην Ινδία και παράλληλα εξαπλώθηκε στη Μέση Ανατολή και την Αφρική[15]. Ιατρικές έρευνες καταγράφουν τη χρήση του φυτού στην Αραβία ήδη από το 1.000 μ.Χ. [31] ενώ στην Αφρική θεωρείται ότι εισήχθη από Άραβες εμπόρους. Άραβες επίσης γύρω στο 1.100 μ.Χ., διέδωσαν την καλλιέργεια του φυτού στην Ισπανία, κάνοντας γνωστή την

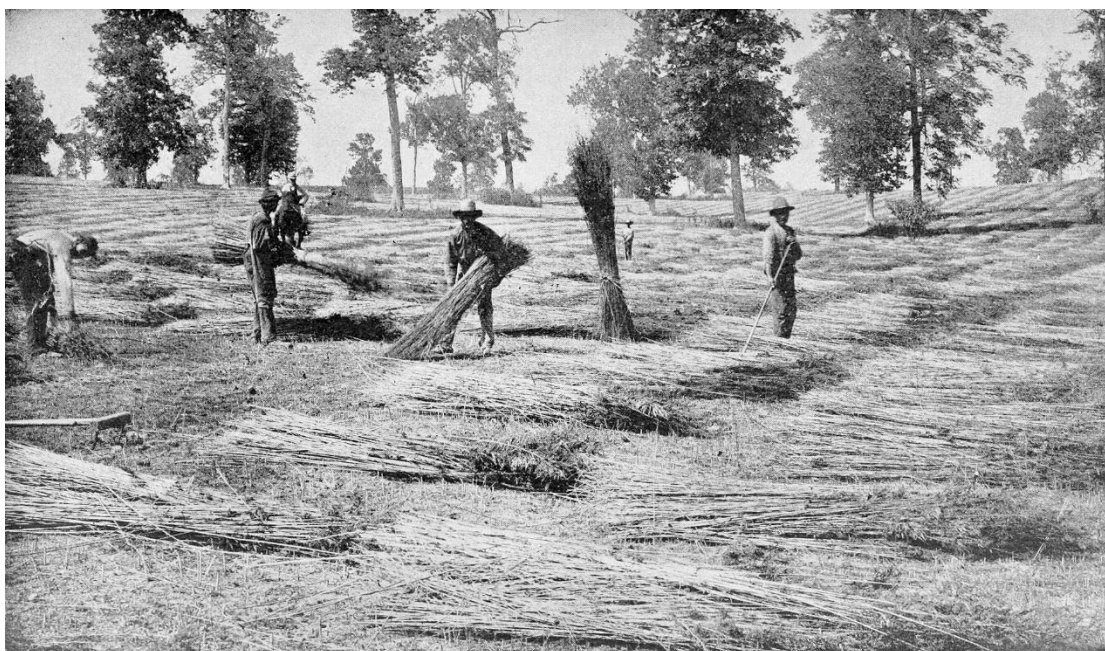
αξιοποίηση των ινών του στην κλωστοϋφαντουργία, στην παραγωγή σχοινιών και στην κατασκευή χαρτιού [17]. Η Βίβλος του Guttenberg λέγεται ότι τυπώθηκε το 1456 σε χαρτί από κάνναβη[12]).

Από την Ευρώπη και την Αφρική η κάνναβη εξαπλώθηκε κατά τον 16^ο αιώνα στην Αμερικανική Ήπειρο. Η διάδοσή της ξεκίνησε από τη Νότια Αμερική, και συγκεκριμένα από τη Βραζιλία, από σπόρους που έφεραν μαζί τους οι αφρικανοί σκλάβοι, που έφτασαν εκεί μετακινούμενοι από τους Ισπανούς [15] [32].

Σύμφωνα με τους ερευνητές, η χρήση του φυτού ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Αγκόλα για τελετουργικούς αλλά και θεραπευτικούς σκοπούς. Αναφέρεται μάλιστα ότι τα περισσότερα ονόματα με τα οποία συναντάται το φυτό στη Βραζιλία προέρχονται από τη γλώσσα των ιθαγενών της Αγκόλα [17]. Έτσι θεωρείται πως η κάνναβη μέσω των σκλάβων, ταξιδεύοντας από την Αγκόλα, έφτασε στην ευρύτερη περιοχή του Αμαζονίου όπου εξαπλώθηκε και η χρήση της ενσωματώθηκε στην κουλτούρα των ντόπιων φυλών, που χρησιμοποιούσαν ήδη διάφορες παραισθησιογόνες ουσίες[32].

Η διάδοση του φυτού στη Βόρεια Αμερική πιθανολογείται πως ξεκίνησε στις αρχές του 16^{ου} αιώνα από Άγγλους και Γάλλους αποίκους [33]. Η κάνναβη αποτέλεσε ένα σημαντικό υλικό στην αμερικάνικη οικονομία για πολλούς αιώνες και χρησιμοποιήθηκε ευρέως στη βιομηχανική παραγωγή. Η χρήση της με νόμο καθιερώθηκε το 1619 στο Jamestown της Virginia και με νόμο επίσης επιτράπηκε να είναι το νόμισμα για ανταλλαγή στην Πενσυλβάνια, τη Βιρτζίνια και το Μέριλαντ[34].

Ο Τζορτζ Ουάσιγκτον, ο πρώτος πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (1789-1797), επέβαλε την καλλιέργεια της κάνναβης, η ίνα της οποίας κυριάρχησε λόγω της ανθεκτικότητά της ως πρώτη ύλη στην κλωστοϋφαντουργία, για την κατασκευή υφασμάτων, πλεκτών σχοινιών, σάκων καμβά και στην παραγωγή χαρτιού. [3] (Σχήμα 1.6).



Σχήμα 1.6: Εργάτες σε φυτεία κάνναβης, Kentucky 1898.

Πηγή : https://en.wikipedia.org/wiki/Hemp_in_the_United_States / Ιούλιος 2023.

Μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα εξαπλώθηκε σε πολλές αμερικανικές πολιτείες και ενώ αρχικά είχε αποκλειστικά βιομηχανικό χαρακτήρα, υπολογίζεται πως μεταξύ 1840 – 1900 ξεκίνησε στη Βόρεια Αμερική και η φαρμακευτική της χρήση[35].

Η φαρμακευτική χρήση του φυτού, διαδόθηκε αυτή την εποχή σε όλο τον κόσμο από τον O'Shaughnessy, έναν ιρλανδό γιατρό, ο οποίος, σε ένα ταξίδι του με βρετανική εμπορική εταιρεία στην Ινδία, γνώρισε τις θεραπευτικές ιδιότητες του φυτού και το χρησιμοποίησε στα τέλη της δεκαετίας του 1840, ως αναλγητικό, αντισπασμωδικό, αντιφλεγμονώδες και ηρεμιστικό[36].

Παρ' όλη τη διάδοση και την κυριαρχία της κάνναβης, η καλλιέργειά της μειώθηκε, στα μέσα του 19ου αιώνα, λόγω της σταδιακής αντικατάστασης των ιστιοφόρων πλοίων από ατμόπλοια και του ανταγωνισμού από άλλες φυσικές ίνες όπως βαμβάκι και γιούτα [37]. Η επεξεργασία της ήταν χρονοβόρα και δαπανηρή γιατί απαιτούσε χειρωνακτική εργασία γι' αυτό και αντικαταστάθηκε από το βαμβάκι, ιδιαίτερα μετά την εφεύρεση του εκκοκκιστηρίου, αλλά και από τις συνθετικές ίνες [38].

Επίσης, στην Αμερική το 1906, ψηφίζεται ο νόμος περί καθαρών τροφίμων και φαρμάκων (Pure Food and Drug Act) που απαιτούσε τα ναρκωτικά όπως το αλκοόλ, η κοκαΐνη, η ηρωίνη, η μορφίνη και η κάνναβη να φέρουν ακριβή σήμανση με το περιεχόμενο και τη δοσολογία τους[39]. Έτσι με την είσοδο στον 20^ο αιώνα αρχίζει η αντίστροφη μέτρηση για την αντικατάσταση της καλλιέργειας του φυτού και την απαγόρευση της χρήσης του.

1.3 Η Κάνναβη από τον 20^ο αιώνα έως σήμερα

1.3.1 Από την ευρεία χρήση στην απαγόρευση

Από την αρχαιότητα έως τις πρώτες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, η καλλιέργεια της κάνναβης ήταν εξαιρετικά διαδεδομένη λόγω των πολλαπλών χρήσεων της. Η κάνναβη *Sativa* χρησιμοποιούνταν ως κατασκευαστικό, βιομηχανικό και ενεργειακό υλικό, ενώ η κάνναβη *Indica* για τις διατροφικές, θεραπευτικές και ευφορικές της ιδιότητες[40].

Από το 1000 π.Χ. έως τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, η κάνναβη αποτελούσε την πιο σημαντική γεωργική καλλιέργεια παγκοσμίως. Ήταν η κύρια πηγή πρώτης ύλης για υφάσματα, χαρτί, φωτιστικό λάδι, θυμίαμα, φάρμακα και διατροφικά προϊόντα για ανθρώπους και ζώα. Πριν το τέλος του 19^{ου} αιώνα, το 90% των καραβόπανων, το 80% των σχοινιών, το 75-90% του χαρτιού και το 80% των υφαντουργικών προϊόντων που παράγονταν παγκοσμίως κατασκευάζονταν από κάνναβη [40].

Η πορεία της κάνναβης στις Ηνωμένες Πολιτείες κρίθηκε από μια σειρά πολιτικών, οικονομικών και τεχνολογικών αλλαγών που συνέβησαν κατά τη δεκαετία του 1930. Το φυτό αυτό, λόγω των πλεονεκτημάτων του και των πολλαπλών εφαρμογών του, αποτελούσε τον μεγαλύτερο ανταγωνιστή των προϊόντων πολλών βιομηχανικών κλάδων (πετρελαιοειδή, οινόπνευμα, καπνός, φάρμακα, παραγωγή χαρτιού). Αυτοί οι κλάδοι συνεργάστηκαν επιτυχώς και με συντονισμένο τρόπο, κατά τη διάρκεια επτά κρίσιμων ετών (1930-1937), για να προωθήσουν την ποινικοποίηση της κάνναβης και να την απομακρύνουν από την αγορά [40].

Σημαντικά γεγονότα που συνέβαλαν καθοριστικά στην αλλαγή του σκηνικού ήταν αρχικά η θεσμοθέτηση του «Ομοσπονδιακού Γραφείου Ναρκωτικών» (1930), που δίωκε τη χρήση κάνναβης και η άρση της ποτοαπαγόρευσης (1933), που νομιμοποιούσε το αλκοόλ. Παράλληλα η παραγωγή χαρτιού από τη δασική ξυλεία με μηχανές υψηλής τεχνολογίας, η μαζική εισαγωγή πετροχημικών προϊόντων, η κυριαρχία του νάιλον και τέλος η δυνατότητα της φαρμακοβιομηχανίας να παράγει μαζικά συνθετικά φάρμακα έκριναν οριστικά την τύχη της κάνναβης και έβγαλαν από την αγορά τα ανταγωνιστικά προϊόντα της [40].

Παράλληλα, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, διαδόθηκε στην Αμερική από Μεξικανούς και Αφρικανούς μετανάστες η ψυχαγωγική χρήση της κάνναβης. Μέχρι τη δεκαετία του 1950, στις Ηνωμένες Πολιτείες, η χρήση κάνναβης περιοριζόταν στις γειτονιές των Μαύρων και των Ισπανόφωνων μεταναστών. Από τη δεκαετία του 1960, η ψυχαγωγική χρήση κάνναβης εξαπλώθηκε γρήγορα μεταξύ των νεότερων ομάδων του πληθυσμού σε όλο τον δυτικό κόσμο. Αρκετές ομάδες ακτιβιστών υπέρ της ειρήνης, οι γνωστοί «χίπις», κατά τις δεκαετίες του εξήντα και εβδομήντα, χρησιμοποιούσαν την κάνναβη για ψυχαγωγικούς σκοπούς [31].

Η εξάπλωση της χρήσης της σε μεγάλο κομμάτι του πληθυσμού οδήγησε τις αρμόδιες αρχές να επιβάλλουν πιο αυστηρή νομοθεσία τόσο για την ψυχαγωγική,

όσο και για την ιατρική χρήση του φυτού. Η κάνναβη, που έγινε γνωστή ως «μαριχουάνα», καταπολεμήθηκε ιδιαίτερα από τους πιο ένθερμους εθνικιστές οι οποίοι τη συνέδεσαν με τους ανεπιθύμητους μετανάστες και πίεσαν τους νομοθέτες για την απαγόρευσή της [34].

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ως αποτέλεσμα μιας εκστρατείας του Ομοσπονδιακού Γραφείου Ναρκωτικών, το 1937 θεσπίστηκε ο νόμος «Marijuana Tax Act» με τον οποίο η κάνναβη καταχωρήθηκε στις παράνομες ουσίες. Η νόμιμη συνταγογράφησης έγινε εξαιρετικά δύσκολη ενώ μέχρι τότε περιέχονταν σε περισσότερα από 30 φαρμακευτικά προϊόντα που κυκλοφορούσαν στις ΗΠΑ. Σύμφωνα με αυτόν τον νόμο, όποιος τη χρησιμοποιούσε έπρεπε να εγγραφεί και να πληρώσει φόρο, διαφορετικά τιμωρούνταν με χρηματικό πρόστιμο ή και φυλάκιση. Η μεγάλη γραφειοκρατία και ο κίνδυνος αυστηρής τιμωρίας, οδήγησε το 1941 στην απομάκρυνση της κάνναβης από την αμερικανική φαρμακοποιία [31] και στη διακοπή κάθε επιστημονικής έρευνας για τις φαρμακευτικές και θεραπευτικές ιδιότητές της[34].

Κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Παγκόσμιου Πόλεμου όμως, οι ΗΠΑ, για να ενισχύσουν την πολεμική προσπάθεια της χώρας, αναγκάστηκαν να επαναφέρουν την καλλιέργεια της κάνναβης γιατί απ' αυτή κατασκευάζονταν τα αλεξιπτωτα, τα αντίσκηνα, οι σάκοι, οι σημαίες, οι στολές εργασίας, ένα εξαιρετικά χρήσιμο καύσιμο, διάφορα λιπαντικά και πολλά άλλα εφόδια που χρησιμοποιούσε ο στρατός και η αεροπορία. Το 1942, το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ κυκλοφόρησε πολλά διαφημιστικά φυλλάδια και έκανε ένα ειδικό προπαγανδιστικό φιλμ για την κάνναβη με τον χαρακτηριστικό τίτλο «Φυτό για τη Νίκη» και προέτρεπε με κάθε δυνατό μέσο τους αγρότες να το καλλιεργήσουν[41].

Σε συνέχεια του νόμου «Marijuana Tax Act » του 1937, ακολούθησε η ποινικοποίηση της χρήσης το 1951 και η θέσπιση του «Νόμου περί Ελεγχόμενων Ουσιών» το 1970. Ο νόμος αυτός, με τη σύμφωνη γνώμη του προέδρου Νίξον, κατέταξε τη μαριχουάνα μαζί με την ηρωίνη, το LSD και το ecstasy στην κατηγορία Ι, η οποία περιλαμβάνει ναρκωτικά με υψηλή πιθανότητα κατάχρησης και καμία αποδεκτή ιατρική χρήση [34]. Η απαξίωση των θεραπευτικών ιδιοτήτων του φυτού και η απαγόρευση της χρήσης του περιόρισε σημαντικά τις επιστημονικές έρευνες για τη φαρμακευτική του χρήση.

1.3.2 Η επαναφορά και η νομιμοποίηση

Σε παγκόσμιο επίπεδο, παρά την αρνητική στάση των Η.Π.Α., η επιστημονική έρευνα για το φυτό της κάνναβης τη δεκαετία του 1970 συνεχίστηκε και οδήγησε σε σημαντικά αποτελέσματα.

Στο Ισραήλ, το 1964, οι ερευνητές Yehiel Gaoni και Raphael Mechoulam, από το Ινστιτούτο Weizmann, ανακάλυψαν τη χημική δομή της Δ 9 -τετραυδροκανναβινόλης (Δ 9 -THC), του κύριου δραστικού συστατικού του φυτού. Στη συνέχεια απομόνωσαν και το ενδοκανναβινοειδές *ανανδαμίδη* και παρήγαγαν τη συνθετική Δ 9 –THC. Το

γεγονός αυτό έδωσε νέα ώθηση στην έρευνα ώστε τη δεκαετία του 1970 διεξήχθησαν κλινικές μελέτες για την αποτελεσματικότητα της συνθετικής Δ 9 -THC, της δροναβινόλης, και τη χρήση της ως αναλγητικό [42], αντιεμετικό και διεγερτικό της όρεξης [43] και αντικαταθλιπτικό [44].

Επίσης πολλές έρευνες διαπίστωσαν τις θεραπευτικές επιδράσεις της σε καταστάσεις όπως επιληψία, σπασμούς, αϋπνία, άσθμα, γλαύκωμα, σύνδρομο Tourette και άλλα [45].

Η συνέχεια επιστημονικού ενδιαφέροντος οδήγησε, τη δεκαετία του 1990, στην ανακάλυψη του ενδοκανναβινοειδούς συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού και των αντίστοιχων υποδοχέων των κανναβινοειδών. Τα νέα δεδομένα οδήγησαν σε πλήθος επιστημονικών δημοσιεύσεων για τις φαρμακευτικές χρήσεις του φυτού [19].

Η Καλιφόρνια, το 1996, με το νόμο περί «παρηγορητικής θεραπείας», έγινε η πρώτη πολιτεία που επέτρεψε τη θεραπευτική χρήση της κάνναβης υπό την επίβλεψη ιατρού σε ασθενείς με καρκίνο, AIDS και άλλες επώδυνες ασθένειες [46] και άνοιξε το δρόμο για τη νομιμοποίηση της ιατρικής αλλά και της ψυχαγωγικής χρήση της σε πολλές Πολιτείες των Η.Π.Α. [34].

Γενικότερα η νομιμότητα της καλλιέργειας και της χρήσης του φυτού αποτέλεσε εσωτερικό ζήτημα για κάθε κράτος. Σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες όπως για παράδειγμα η Γαλλία, η Ισπανία και η Φινλανδία η καλλιέργεια κάνναβης για βιομηχανικές χρήσεις συνεχίστηκε κανονικά και δεν απαγορεύτηκε ποτέ[47].

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, όταν η Ευρωπαϊκή Ένωση άρχισε να επιδοτεί τις νέες καλλιέργειες, παρατηρήθηκε αναβίωση της κλωστικής κάνναβης λόγω της μεγάλης προσαρμοστικής της ικανότητας σε ευρύ φάσμα κλιματολογικών συνθηκών ενώ παράλληλα αναπτύχθηκε νέα τεχνολογία για την επεξεργασία της ίνας της με χαμηλότερο κόστος [48]. Επιπλέον δημιουργήθηκαν νέες πολύ παραγωγικές ποικιλίες με ελάχιστη περιεκτικότητα στην ψυχοτρόπο ουσία τετραϋδρακανναβινόλη (THC). Πλέον στα περισσότερα κράτη η καλλιέργεια κάνναβης για βιομηχανική χρήση επιτρέπεται εάν η συγκέντρωση της ουσίας THC στα φυτά είναι μικρότερη του 0.2 % β/β[49].

Στη σημερινή εποχή παρατηρείται γενικότερα μια θετικότερη στάση, κρατών και πολιτών, απέναντι στο φυτό και τις ιδιότητές του[15]. Σ' αυτό συνέβαλλαν πολλοί λόγοι όπως η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον και οι οικολογικοί της στόχοι, τα εξαιρετικά αποτελέσματα της βιομηχανικής χρήσης του φυτού [47] και ιδιαίτερα η αύξηση του ενδιαφέροντος της ιατρικής επιστημονικής κοινότητας, η οποία μέσα από τη σύγχρονη έρευνα απέδειξε τις θεραπευτικές ιδιότητες της κάνναβης για την αντιμετώπιση πολλών παθήσεων [50].

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση δεν υπάρχει ένα ενιαίο πλαίσιο για την κάνναβη, είτε για την ιατρική είτε για την ευφορική χρήση. Περίπου 14 χώρες έχουν αποποινικοποιήσει ή νομιμοποιήσει την κάνναβη κυρίως για ιατρική χρήση. Άλλες δείχνουν ανεκτικότητα

κι άλλες έχουν ανακοινώσει σχετικές νομοθετικές πρωτοβουλίες για το αμέσως επόμενο διάστημα.

Η παραγωγή της κάνναβης για ιατρική και βιομηχανική χρήση έχει πλέον νομιμοποιηθεί σε αρκετά κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ιδιαίτερα επικεντρώνεται στη Γαλλία, την Ιταλία, την Γερμανία, τις Κάτω Χώρες, τη Λιθουανία και τη Ρουμανία. Η Γαλλία είναι ο κύριος παραγωγός κάνναβης, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το 50% της συνολικής παραγωγής της Ευρώπης και η περιοχή της Βαλτικής γίνεται ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός κάνναβης [51].

Σε αρκετές πολιτείες των ΗΠΑ, όπως και στον Καναδά υπάρχει μεγάλη εξέλιξη σχετικά με την κάνναβη καθώς είναι νόμιμη με κάποια μορφή [47]. Το 2014 εγκρίθηκε απ' το Κογκρέσο ο νόμος «farm bill», που επιτρέπει στα γεωργικά τμήματα των κρατικών πανεπιστημίων και στα ερευνητικά ιδρύματα να επιβλέπουν ερευνητικά προγράμματα για την καλλιέργεια κάνναβης. Το 2016, με περισσότερες πολιτείες να εφαρμόζουν πιλοτικά προγράμματα, η αμερικανική λιανική αγορά κάνναβης αυξάνεται σε 688 εκατομμύρια δολάρια και ένα αγρόκτημα κάνναβης του Κολοράντο κερδίζει την πρώτη βιολογική πιστοποίηση από το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α. (USDA). Τον Δεκέμβριο του 2018 υπογράφηκε νέος νόμος, ο οποίος εξαιρεί τη βιομηχανική κάνναβη (*Cannabis sativa* L.) και τα παράγωγά της με εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις της ψυχοδραστικής ένωσης δέλτα-9-τετραϋδροκανναβινόλη (THC) από τον ορισμό της μαριχουάνας στο νόμο περί ελεγχόμενων ουσιών (CSA). Επιπλέον, δύο φάρμακα που περιέχουν κανναβινοειδή έχουν εγκριθεί ομοσπονδιακά[52][53].

Στις ΗΠΑ, κάθε Πολιτεία διατηρεί το δικαίωμα να εφαρμόζει τους δικούς της νόμους για τις ψυχοτρόπες ουσίες. Σήμερα, η χρήση κάνναβης για ιατρικούς σκοπούς είναι νόμιμη σε 33 από τις 50 Πολιτείες, καθώς και στην πρωτεύουσα Ουάσινγκτον. Επίσης, έντεκα Πολιτείες και η ομοσπονδιακή πρωτεύουσα έχουν επίσης νομιμοποιήσει τη χρήση της κάνναβης για ευφορικούς σκοπούς. Η πρώτη χώρα που νομιμοποίησε την ευφορική χρήση του φυτού το 2014, ήταν η Ουρουγουάη και στη συνέχεια ο Καναδάς που έγινε η πρώτη χώρα του κλαμπ των G8 στην οποία νομιμοποιήθηκε η ευφορική χρήση της κάνναβης, τον Οκτώβριο του 2018 [54]. Με τους ακτιβιστές να ασκούν πιέσεις για την επανεξέταση της κάνναβης και τη νομιμοποίησή της, υπάρχει μια αύξηση σχετικά με τη δημοτικότητά της. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ακόμα αρκετά εμπόδια για την πραγματοποίηση εκτενών ερευνών, καθώς ο ομοσπονδιακός νόμος των ΗΠΑ περιορίζει τη χρήση και έρευνα της κάνναβης, γεγονός το οποίο ακόμα επιφέρει μεγάλες δυσκολίες [46].

1.4 Η Κάνναβη στην Ελλάδα

Η ιστορική ανασκόπηση που προηγήθηκε καταγράφει τη διαχρονική παρουσία του φυτού της κάνναβης και τη μεγάλη διάδοσή του σε ολόκληρο τον πλανήτη. Έτσι ήταν φυσικό να φτάσει και στον ελληνικό χώρο, που αποτελεί σταυροδρόμι τριών ηπείρων και πολλών εμπορικών και πολιτιστικών δρόμων.

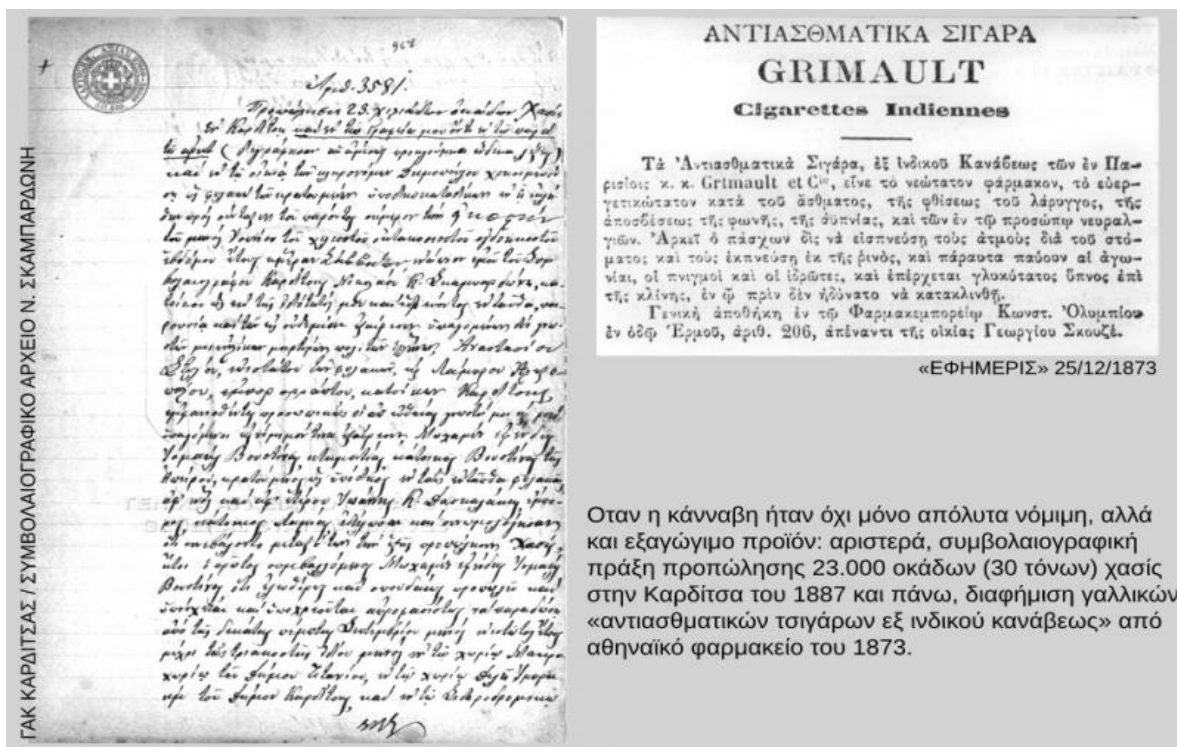
Από τον 5^ο αιώνα π.Χ, ο ιστορικός Ηρόδοτος περιγράφει στο έργο του τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούσε την κάνναβη το νομαδικό φύλο των Σκυθών, ενώ ο Δημόκριτος αναφέρει πως οι αρχαίοι Έλληνες κατανάλωναν κάνναβη μαζί με κρασί και μύρο, για να δημιουργήσουν οράματα[55].

Το 70 μ.Χ., ο Έλληνας γιατρός και βοτανολόγος Διοσκουρίδης, στο έργο του «Περὶ ὕλης ἰατρικῆς», κατέταξε και το φυτό της κάνναβης μεταξύ άλλων βοτάνων με ιαματικές ιδιότητες[23] και ο Πausanias, Έλληνας περιηγητής καὶ γεωγράφος του 2^{ου} μ.Χ. αιώνα, αναφέρει ότι στην Ηλεία, τόπο τέλεσης των Ολυμπιακών Αγώνων, υπήρχε εκτεταμένη καλλιέργεια κάνναβης καλής ποιότητας: «ἡ δὲ Ἡλεία χώρα τὰ τε ἄλλα ἐστὶν ἐς καρποὺς καὶ τὴν βύσσον οὐχ ἥκιστα ἐκτρέφειν ἀγαθή. τὴν μὲν δὴ κανναβίδα καὶ λίνον καὶ τὴν βύσσον σπεύρουσιν ὅσοις ἡ γῆ τρέφειν ἐστὶν ἐπιτήδειος» [56].

Η καλλιέργεια της κάνναβης υπήρχε στην Ελλάδα από τον Μεσαίωνα και συνεχίστηκε και τους επόμενους αιώνες έως την περίοδο της Οθωμανικής κυριαρχίας αλλά σταδιακά περιορίστηκε λόγω των αλλεπάλληλων πολέμων και της μακροχρόνιας κατοχής της από Φράγκους, Ενετούς και Τούρκους. Η καλλιέργεια παρέμεινε σποραδική έως τα πρώτα χρόνια της ίδρυσης του ελληνικού κράτους, όταν η ανάγκη για κάνναβη καλύπτονταν κυρίως από εισαγωγές [57].

Στα νεότερα χρόνια, με την ίδρυση του νέου ελληνικού κράτους, πρώτη και μάλιστα θετική αναφορά στην κάνναβη, υπάρχει σε ένα φυλλάδιο που συνέταξε το 1836, έπειτα από παραγγελία του βασιλιά Όθωνα, ο γεωπόνος και διευθυντής της Γεωργικής Σχολής της Τίρυνθας, Γρηγόριος Παλαιολόγος, όπου έδινε οδηγίες για την καλλιέργεια και την επεξεργασία της. Ο στόχος ήταν η παραγωγή κλωστικών ινών που θα επέτρεπε στη χώρα να πετύχει την αυτάρκεια σε αυτή την απαραίτητη πρώτη ύλη για την κατασκευή σκοινιών και πανιών για το ναυτικό, το οποίο παρουσιαζόταν ως «ο προμαχών και ο υπερασπιστής της εθνικής ανεξαρτησίας». Επίσης το 1845, ο αρχιφαρμακοποιός του Όθωνα, Ξαβέριος Λάνδερερ, αναφέρεται στις χρηστικές και ευφορικές ιδιότητες του φυτού [58].

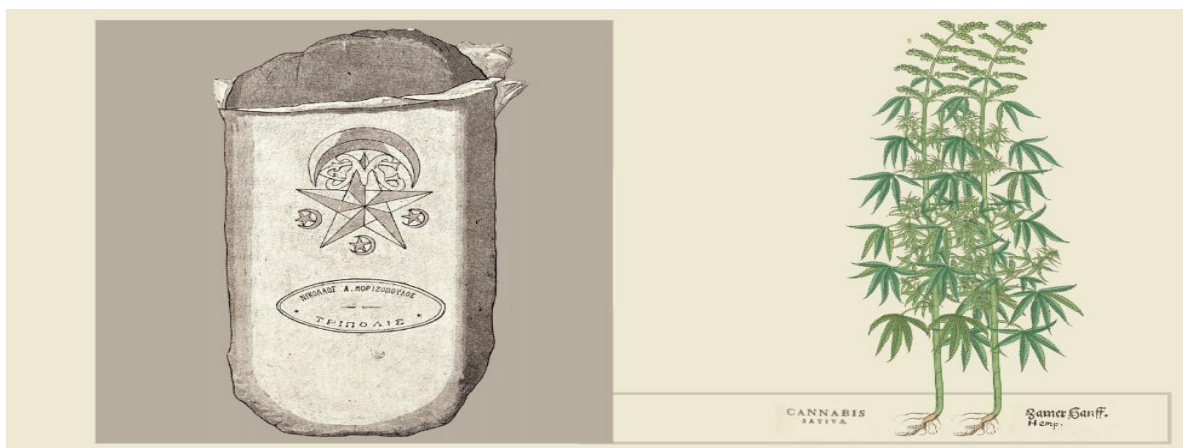
Το 1877, η «Επί της εμψυχώσεως της Εθνικής Βιομηχανίας Επιτροπή» συνέστηνε την καλλιέργεια κάνναβης για παραγωγή χασίς, παρέχοντας μάλιστα τις σχετικές οδηγίες προς τους καλλιεργητές με δελτίο της. Η κλωστική κάνναβη δεν προσέλκυσε τόσο το ενδιαφέρον των καλλιεργητών σε αντίθεση με την ινδική, που γνώρισε μεγαλύτερη επιτυχία λόγω των φαρμακευτικών και ψυχαγωγικών ιδιοτήτων της και μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα καλλιεργούνταν συστηματικά, ιδίως σε Αργολίδα, Αρκαδία και Αιτωλοακαρνανία[59](Σχήμα 1.7).



Σχήμα 1.7: Αριστερά συμβολαιογραφική πράξη πώλησης κάνναβης(1887) και πάνω διαφήμιση τσιγάρων κάνναβης (1873)

Πηγή : https://www.efsyn.gr/arheio/fantasma-tis-istorias/297081_oi-peripeteies-tis-kannabis-stin-ellada/ / Ιούλιος 2023.

Το 1906 στην ελληνική επικράτεια υπήρχαν, σύμφωνα με κυβερνητικές δηλώσεις, νόμιμες φυτείες ινδικής κάνναβης σε έκταση 30 με 35 χιλιάδων στρεμμάτων. Το ελληνικό κράτος εξήγαγε το επεξεργασμένο προϊόν με τη μορφή πλακιδίων που έφεραν μάλιστα το όνομα και τη σφραγίδα του παραγωγού (Σχήμα 1.8). Αυτή την περίοδο από τα ελληνικά τελωνεία πέρασαν 13,5 τόνοι χασίς με προορισμό την Ιταλία, τη Γαλλία, την Αγγλία, τη Μάλτα και την Αυστροουγγαρία [60].



Σχήμα 1.8: Αριστερά, τριπολιτσιώτικο πλακίδιο χασίς προς εξαγωγή, με το σήμα και τα στοιχεία του παραγωγού στη συσκευασία | A. DARDANNE, CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU CHANVRE INDIEN (Παρίσι, 1924). Δεξιά, φυτό Cannabis sativa σε έκδοση της ύστερης Αναγέννησης (Βασιλεία, 1542).

Πηγή : <https://www.efsyn.gr/arheio/fantasma-tis-istorias/297081-oi-peripeteies-tis-kannabis-stin-ellada> / Ιούλιος 2023.

Τον Ιούνιο όμως του 1906 κατατέθηκε στη Βουλή το νομοσχέδιο για τη φορολόγηση της ινδικής κάνναβης και την απαγόρευση εξαγωγής της στην Αίγυπτο, ύστερα από έντονη πίεση των Βρετανών. Το γεγονός αυτό προκάλεσε τις έντονες αντιδράσεις των καλλιεργητών και ουσιαστικά αποτελεί τη στροφή της κυβερνητικής πολιτικής και τη μετάβαση προς τη σταδιακή απαγόρευση που θα έκλεινε τον κύκλο μιας κερδοφόρας βιομηχανίας στη χώρα μας.

Από τα τέλη του 19ου αιώνα, η διάδοση των ψυχαγωγικών χρήσεων της κάνναβης και η πεποίθηση πως αυτές συνδέονταν με τη διαφθορά των ηθών και την έξαρση της εγκληματικότητας είχαν προκαλέσει ανησυχίες, ώστε το 1891, με διαταγή της Διοικητικής Αστυνομίας Αθηνών και Πειραιώς, απαγορεύτηκε η χρήση χασίς στα καφενεία και σε άλλους δημόσιους χώρους, καθώς και η πώληση του προϊόντος στους ιδιοκτήτες καφενείων [61].

Κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο η παραγωγή του φυτού σημείωσε μεγάλη κάμψη, λόγω της φορολόγησης, του πολέμου, του ναυτικού αποκλεισμού και της αύξησης της τιμής των δημητριακών που έκανε την καλλιέργειά τους πιο ελκυστική.

Ακολουθώντας τις διεθνείς τάσεις, η κυβέρνηση Βενιζέλου κήρυξε το 1920 παράνομη την καλλιέργεια, την εμπορία και την κατανάλωση του χασίς όχι όμως και της βιομηχανικής κάνναβης. Ο νόμος έδινε ορισμένο χρονικό περιθώριο μέχρι να μπει σε ισχύ η απαγόρευση και οι δυσκολίες εφαρμογής του οδήγησαν σε διαδοχικές αναβολές. Έτσι από το 1921 η διορία για την απαγόρευση της εμπορίας μετατέθηκε στο 1924 και στη συνέχεια στο 1936.

Τον Ιούνιο του 1932 δημοσιεύτηκε ο νόμος «περί μονοπωλίου των ναρκωτικών φαρμάκων και του ελέγχου αυτών» (ΦΕΚ Α' 198, 23/6/1932), ο οποίος υπέβαλε την ινδική κάνναβη στο ίδιο νομικό καθεστώς με άλλες ουσίες σαν το όπιο, τη μορφίνη,

την ηρωίνη και την κοκαΐνη ενώ παράλληλα ρύθμιζε τις λεπτομέρειες της συγκέντρωσης των μεγάλων αποθεμάτων χασίς και το ζήτημα της αποζημίωσης των κατόχων τους. Συγκεντρώθηκαν 85 τόνοι χασίς που καταστράφηκαν στους κλιβάνους των κεραμοποιείων των αθηναϊκών προαστίων στα τέλη του 1935 ενώ το συνολικό ύψος των αποζημιώσεων υπολογίστηκε σε 10 με 15 εκατομμύρια δραχμές, ποσό σημαντικό για την εποχή[58].

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η καλλιέργεια της βιομηχανικής κάνναβης συνεχίστηκε (Πίνακας 1.1) με αποτέλεσμα να λειτουργούν εκείνη την εποχή στην Ελλάδα επτά «κανναβουργεία», τα οποία επεξεργάζονταν ίνες για την παραγωγή σχοινιού. Παράλληλα η κατ' οίκον επεξεργασία της κάνναβης ήταν επίσης ευρέως διαδεδομένη για να καλύψει τις ανάγκες των νοικοκυριών για ρούχα, σάκους, σχοινί, δίχτυα κ.α.. Επίσης γύρω στα 1945 στη λίμνη των Γιαννιτσών, μετά την αποξήρανσή της, καλλιεργήθηκε το φυτό της κάνναβης ως αποπνικτικό των ζιζανίων.

Οι διεθνείς εξελίξεις όμως, η πίεση των ΗΠΑ στο πλαίσιο της «εκστρατείας κατά των ναρκωτικών» από τη μια αλλά και η ευρεία χρήση του βαμβακιού και, αργότερα, των συνθετικών ινών από την άλλη οδήγησαν το 1957 στη δια νόμου απαγόρευση της καλλιέργειας κάνναβης στην Ελλάδα. Παρ' όλα αυτά, μέχρι τη δεκαετία του '70, καλλιέργειες κάνναβης εμφανίστηκαν και στην περιοχή της Κωπαΐδας, για την παραγωγή φυτικών ινών που χρησιμοποιούνταν από την εταιρία Πάνομπελ για την κατασκευή οικοδομικών υλικών. Η παραγωγή σταμάτησε με το κλείσιμο του εργοστασίου[62].

Πίνακας 1.1 : Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε ίνα και σπόρο στην Ελλάδα κατά τα έτη 1936-1956 (Διεθνές Ινστιτούτο Γεωργίας της Ρώμης)

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

Έως και τη δεκαετία του '80 γνωστό ήταν στην Κέρκυρα «το κανναβουργείο του Δεσύλλα» (1871-1982) ή «Εργοστάσιο Καννάβεως, Λίνου και Ιούτης» που έκλεισε τελευταίο. Ήταν το πιο παλιό εργοστάσιο που ιδρύθηκε το 1871 από τον Αλέξανδρο Δεσύλλα και επεξεργαζόταν κάνναβη, λινάρι και γιούτα, που εισάγονταν από την Ινδία, το Πακιστάν και τις Φιλιππίνες αλλά και από Ιταλία και Αυστρία, πριν τον πόλεμο παράγοντας σχοινιά και σακιά σε μεγάλες ποσότητες. Εκείνη την εποχή δεν υπήρχαν στην κεντρική Μεσόγειο και τα Βαλκάνια ανάλογης δραστηριότητας βιοτεχνίες και έτσι έκανε σημαντικές εξαγωγές σε αρκετές χώρες. Η τεράστια αυτή μονάδα την εποχή της ακμής της απασχολούσε γύρω στους 1500 εργάτες. Τα ερείπια των εγκαταστάσεών του υπάρχουν ακόμη καταλαμβάνοντας σημαντικό χώρο στη Γαρίτσα [63](Σχήματα 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14).



Σχήμα 1.9: «Το κανναβουργείο του Δεσύλλα» (1871-1982)

Πηγή : https://vidarchives.gr/reports/2018_05_799/ / Ιούλιος 2023.



Σχήμα1.10: Το κανναβουργείο του Δεσύλλα στην Κέρκυρα, Ιανουάριος του 2003

Πηγή : <https://youmaysayiamadreamer.com/> / Ιούλιος 2023.



Σχήμα 1.11



Σχήμα 1.12



Ἡ ἀπόβρεξις ἐπεξεργασίας

Σχήμα 1.13



Μοίσκεμα τῶν στελεχῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἐπιθεσις λίθων. Ἐργασία ἀπαιτούσα κατ' ἐξοχὴν προσοχὴν

Σχήμα 1.14

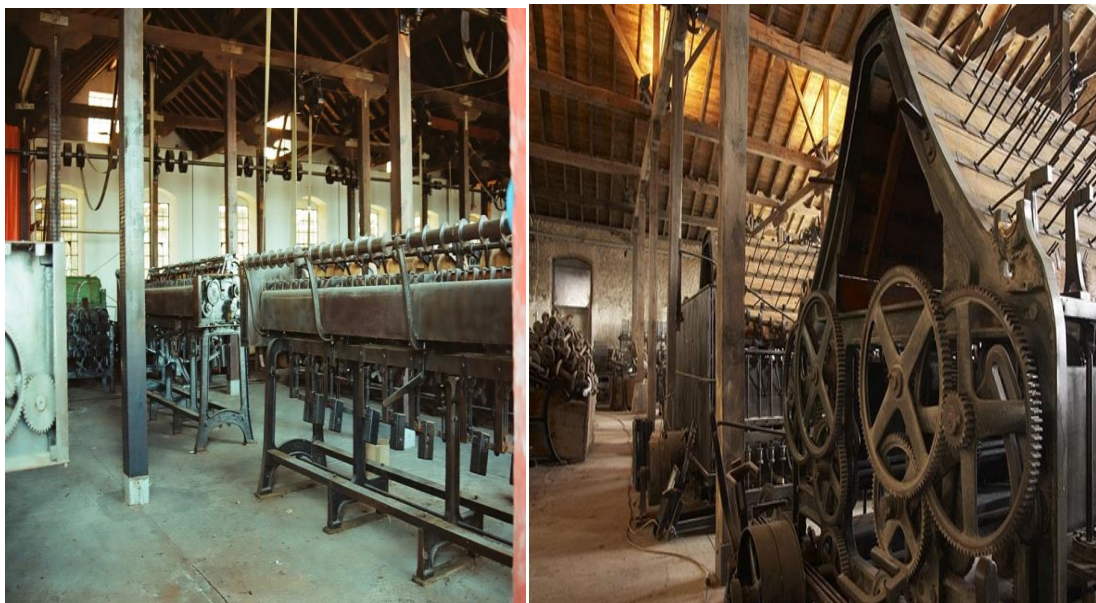
Σχήματα 1.11, 1.12, 1.13, 1.14: Εργάτες και εργάτριες του κανναβουργείου Δεσύλλα τη δεκαετία του '50. Πηγή : <https://cannabisnews.gr/1911-h-kannavi-sto-epikentro-tis-protis-ergatikis-apergias-tis-kerkyras/> Ιούλιος 2023.

Το δεύτερο μεγάλο εργοστάσιο επεξεργασίας κάνναβης ήταν το «Κανναβουργείο Ἐδεσσας», που ιδρύθηκε το 1908 από την «Εταιρεία Τότσκα και Σία» και αρκετούς μετόχους. Το κανναβουργείο της Ἐδεσσας, ανακαινίστηκε εν μέρει από τον Δήμο Ἐδεσσας στα τέλη του 1990, μετά από 40 χρόνια εγκατάλειψης, και ο χώρος αποτέλεσε παράρτημα του “Υπαίθριου Μουσείου Νερού Ἐδεσσας”. Στα τέλη του Ιουνίου του 2018 το Κανναβουργείο και ο περιβάλλον χώρος εντάχθηκε σε

επιδοτούμενο πρόγραμμα για αξιοποίηση με πόρους του Εταιρικού Σύμφωνου για το Πλαίσιο Ανάπτυξης (Ε.Σ.Π.Α), με τίτλο: *Πολυχώρος και Συνεδριακό Κέντρο «Κανναβουργείο» 2023*, ώστε να επαναλειτουργήσει και να χρησιμοποιηθεί ως χώρος συνεδριάσεων και εκδηλώσεων ενώ ταυτόχρονα θα υφίσταται Βιομηχανικό Μουσείο, όπου θα λειτουργεί επιδεικτικά ο εξοπλισμός του[64](Σχήματα 1.15, 1.16).



Σχήμα 1.15: Άποψη του τμήματος παραγωγής του Κανναβουργείου Έδεσσας. Πηγή : https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CE%BD%CE%BD%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%BF_%CE%88%CE%B4%CE%B5%CF%83%CF%83%CE%B1%CF%82 / Ιούλιος 2023.



Σχήμα 1.16: Η Μονάδα Παραγωγής του Εργοστασίου Ιούλιος

Το εργοστάσιο άκμασε από το 1928 έως το 1940, περίοδο κατά την οποία απασχολούσε 150 εργάτες κυρίως κατοίκους της Έδεσσας. Κατά τη διάρκεια του Μεσοπολέμου, το Κανναβουργείο της Έδεσσας διοχέτευε τα υφάσματα και τους σπάγκους που παρήγαγε σε όλη την Ελλάδα.

Πηγή:<https://www.iefimerida.gr/ellada/edessa-biomihaniko-mnimeio-kannaboyrgeio/> Ιούλιος 2023.

Η επανεισαγωγή της καλλιέργειας βιομηχανικής κάνναβης στην Ελλάδα, επιτράπηκε το 2016, με το ΦΕΚ αρ. 929B/6-4-2016, για ποικιλίες του φυτού Cannabis Sativa L με περιεκτικότητα τετραϋδροκανναβινόλης (THC) μικρότερη του 0,2%. Η καλλιέργεια εγκαθίσταται κατόπιν σχετικής άδειας καλλιέργειας από τα Τμήματα Αγροτικής Ανάπτυξης και Ελέγχων (ΤΑΑΕ) του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ). Το νομικό πλαίσιο που ισχύει στη χώρα μας, σήμερα ορίζεται στο ΦΕΚ 6021/31-12-2020 και είναι αναρτημένο στην ιστοσελίδα του ΥΠΑΑΤ. Το 2020, σε όλη την ελληνική επικράτεια 200 περίπου καλλιεργητές καλλιεργήσαν βιομηχανική κάνναβη σε έκταση 1250 στρεμμάτων. Επίσης σύμφωνα με το Νόμο 4801/2021 (ΦΕΚ Α' 83/24-5-2021) επιτρέπεται η «παραγωγή, εξαγωγή και διάθεση τελικών προϊόντων φαρμακευτικής κάνναβης του είδους Cannabis Sativa L περιεκτικότητας σε τετραϋδροκανναβινόλη (THC) άνω του 0,2% [65][66].

Αρκετές δεκαετίες μετά την απαγόρευση της καλλιέργειας της κάνναβης στην Ελλάδα, το φυτό μπορεί να καλλιεργηθεί ξανά σε ελληνικό έδαφος, προσφέροντας νέες ευκαιρίες ανάπτυξης στην ελληνική οικονομία.

Κεφάλαιο 2 : Βοτανική ταξινόμηση, μορφολογία και βασική επεξεργασία πρώτων υλών του φυτού της κάνναβης

2.1 Βοτανική Ταξινόμηση

Η Κάνναβη βοτανολογικά ταξινομείται σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 2.1 :

Πίνακας 2.1 : Βοτανική Ταξινόμηση της Κάνναβης

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	Plantae – Plants (Φυτά)
ΥΠΟΒΑΣΙΛΕΙΟ	Tracheobionta - Vascular plants (Ανώτερα φυτά)
ΥΠΕΡΟΜΟΤΑΞΙΑ	Spermatophyta - Seed plants (Σπερματοφύτα)
ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ	Magnoliophyta - Flowering plants (Αγγειόσπερμα)
ΟΜΟΤΑΞΙΑ	Magnoliopsida -Dicotyledons (Δικοτυλήδονα)
ΥΦΟΜΟΤΑΞΙΑ	Hamamelididae (Πλατανοειδή)
ΤΑΞΗ	Urticales (Κνιδώδη)
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	Cannabaceae Hemp – family (Κανναβοειδή)
ΓΕΝΟΣ	Cannabis (Κάνναβη)
ΕΙΔΗ	Cannabis sativa L.

Η βιοποικιλότητα της cannabis sativa (Σχήμα 2.1), γνωστή και ως κάνναβη η ήμερη, είναι πολύ μεγάλη, καθώς υπάρχουν πάνω από εκατό παραλλαγές αυτού του είδους [67]. Ο Raphael Mechoulam, το 2005, το αποκάλεσε ως "φυσική βιβλιοθήκη μοναδικών συστατικών" ή "παραμελημένο εύρημα φαρμακολογικού θησαυρού". Ο Linneaus το ταξινόμησε το 1753 με το όνομα Cannabis [68].



Σχήμα 2.1 : (Α) ανθοφόρο αρσενικό και (Β) σποροφόρο θηλυκό φυτό,- (1) αρσενικό άνθος, μεγεθυμένη λεπτομέρεια,- (2) και (3) σάκος γύρης του ίδιου από διάφορες γωνίες,- (4) γυρεόκοκκος του ίδιου,- (5) θηλυκό άνθος με κάλυμμα πετάλου,- (6) θηλυκό άνθος, χωρίς κάλυμμα πετάλου,- (7) συστάδα θηλυκών καρπών, διαμήκης τομή,- (8) καρπός με κάλυμμα πετάλου,- (9) το ίδιο χωρίς κάλυμμα πετάλου,- (10) το ίδιο από την άλλη πλευρά,- (11) το ίδιο σε εγκάρσια τομή,- (12) το ίδιο σε διαμήκη τομή,- (13) σπόρος χωρίς κέλυφος.

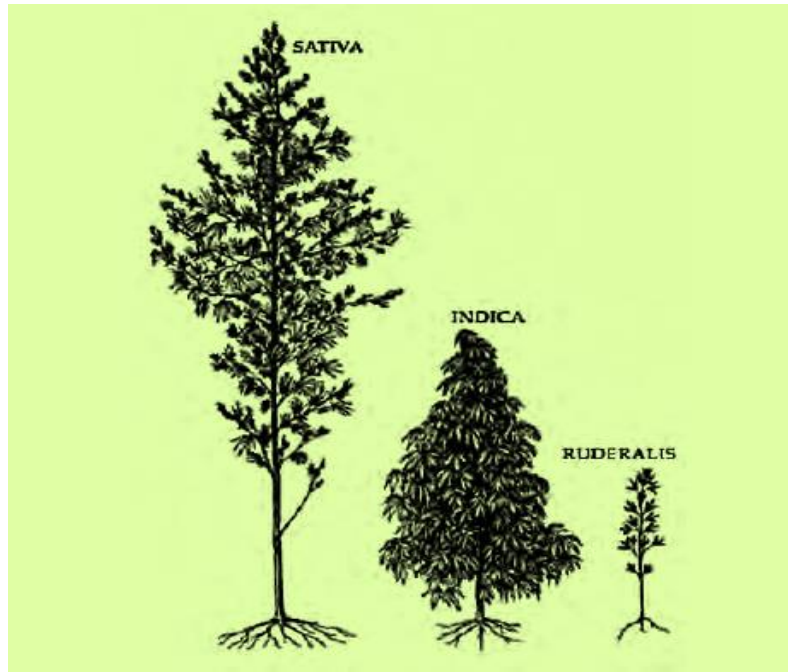
Πηγή:https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cannabis_sativa_Koehler_drawing.jpg
/ Ιούλιος 2023]

Το γένος Cannabis περιλαμβάνει τρία βασικά είδη (Σχήμα 2.2 & 2.3) [69] . Αυτά περιλαμβάνουν δύο είδη με οικονομική και χρηστική αξία, τη φαρμακευτική κάνναβη (*Cannabis indica*) και την κλωστική κάνναβη (*Cannabis sativa*), καθώς και ένα άγριο είδος (*Cannabis ruderalis*) [8][70][71], με διαφορετική περιεκτικότητα στις δραστικές τους ουσίες.



Σχήμα 2.2 : Φύλλωμα των τριών διαφορετικών ειδών της Κάνναβης. Πηγή: <https://www.drstrainscbd.com/wp-content/uploads/2020/06/ruderalis-3.jpg/> Ιούλιος 2023.

Η κάνναβη ανήκει στην εξελιγμένη μορφή των κνιδωδών φυτών και μπορεί να εξελιχτεί είτε μέσα από μια φυσική διαδικασία ανάπτυξης ως αυτόφυτο είτε ως καλλιεργούμενο φυτό. Έχει ποώδη μορφή, είναι ετήσιο και δίοικο (αρσενικό και θηλυκό) και είναι παράλληλα κλωστικό και ελαιοφόρο [67]. Η κάνναβη μπορεί να αναπτυχθεί υπό οποιεσδήποτε κλιματολογικές συνθήκες και είναι αυτοανανεώσιμη. Έχει μορφή ευθυτενούς θάμνου και μπορεί να φτάσει σε ύψος από 1,5 έως 7 μέτρα. Ο κορμός της είναι πολλαπλός και αποτελείται από πολλές διακλαδώσεις, ενώ είναι κατακόρυφος και ανθεκτικός. Τα φύλλα της διακρίνονται από το ιδιαίτερο σχήμα τους, είναι τριχωτά, επίσκληρα, μακρόμισχα και δακτυλιοειδή, με 5-11 οξύληκτα και οδοντωτά λογχοειδή [72].



Σχήμα 2.3 : Απεικόνιση φυτών Cannabis : Sativa – Indica – Ruderalis. Πηγή:<https://cannalogue.ca/wp-content/uploads/2019/06/difference-between-sativa-and-indica.png>) / Ιούλιος 2023.

2.2 Μορφολογία - Βοτανικά Χαρακτηριστικά

Η κλωστική κάνναβη είναι ένα ετήσιο φυτό, που σπέρνεται κατά την άνοιξη. Ο βιολογικός κύκλος της καλλιέργειάς της διαρκεί περίπου 4-5 μήνες. Για την ανάπτυξή της, απαιτούνται εδάφη με καλή στράγγιση, υψηλή υγρασία και πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία. Συγκαταλέγεται στα δίοικα φυτά (Σχήμα 2.4) και η επικονιάσή της εξαρτάται από τον άνεμο.

Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται συνήθως είναι μόνοικες, πράγμα που σημαίνει ότι φέρουν τα θηλυκά και αρσενικά άνθη στο ίδιο φυτό. Αυτό επιφέρει τη μείωση των προβλημάτων που σχετίζονται με την ποιότητα της ίνας και τη συγκομιδή των σπόρων [73] [74]. Στις δίοικες ποικιλίες, τα αρσενικά φυτά ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο αφού απελευθερώσουν τη γύρη τους, ενώ τα θηλυκά συνεχίζουν τον κύκλο τους και φθάνουν στην ωρίμανση [75] .

Επιπλέον, η κλωστική κάνναβη διακρίνεται για την ταχεία και εκτεταμένη ανάπτυξή της, καθιστώντας την καλλιέργειά της ανταγωνιστική με τα ζιζάνια. Ως αποτέλεσμα, η χρήση ζιζανιοκτόνων μειώνεται σημαντικά [76].



Σχήμα 2.4 : Θηλυκή (αριστερά) και αρσενική (δεξιά) Cannabis Sativa.

Πηγή:https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15440478.2021.1889443?casa_token=CdQl86Y85YwAAAAA%3At6kTrfxL9unbUtfjF7jEmDg0p7dCNccbjUITnh6NFsbnT3s4jOU8Nk2NWN9ziZEc4zkF-JicIJAEgy / Ιούλιος 2023.

Το φυτό αποτελείται από τα παρακάτω κύρια μέρη :

Ρίζα

Το ριζικό σύστημα της κάνναβης είναι πασσαλώδες, με πληθώρα δευτερεύουσων ριζών που τοποθετούνται πλευρικά στο έδαφος (Σχήμα 2.5). Η εκτεταμένη περιοχή του ριζικού συστήματος εξαρτάται από την σύσταση του εδάφους και του υπεδάφους, διαθέτοντας ικανότητα διείσδυσης έως και 2 μέτρα βάθος και 80 εκατοστά πλάτος [77].

Η Cannabis sativa κατατάσσεται ανάμεσα στις πρώτες πέντε καλλιέργειες που συμβάλλουν στην αύξηση της βιοποικιλότητας [78]. Επιπλέον, η καλλιέργεια της κάνναβης βοηθά στη βελτίωση της δομής των εδαφών και ενδείκνυται για χρήση σε αμειψισπορά [79] .

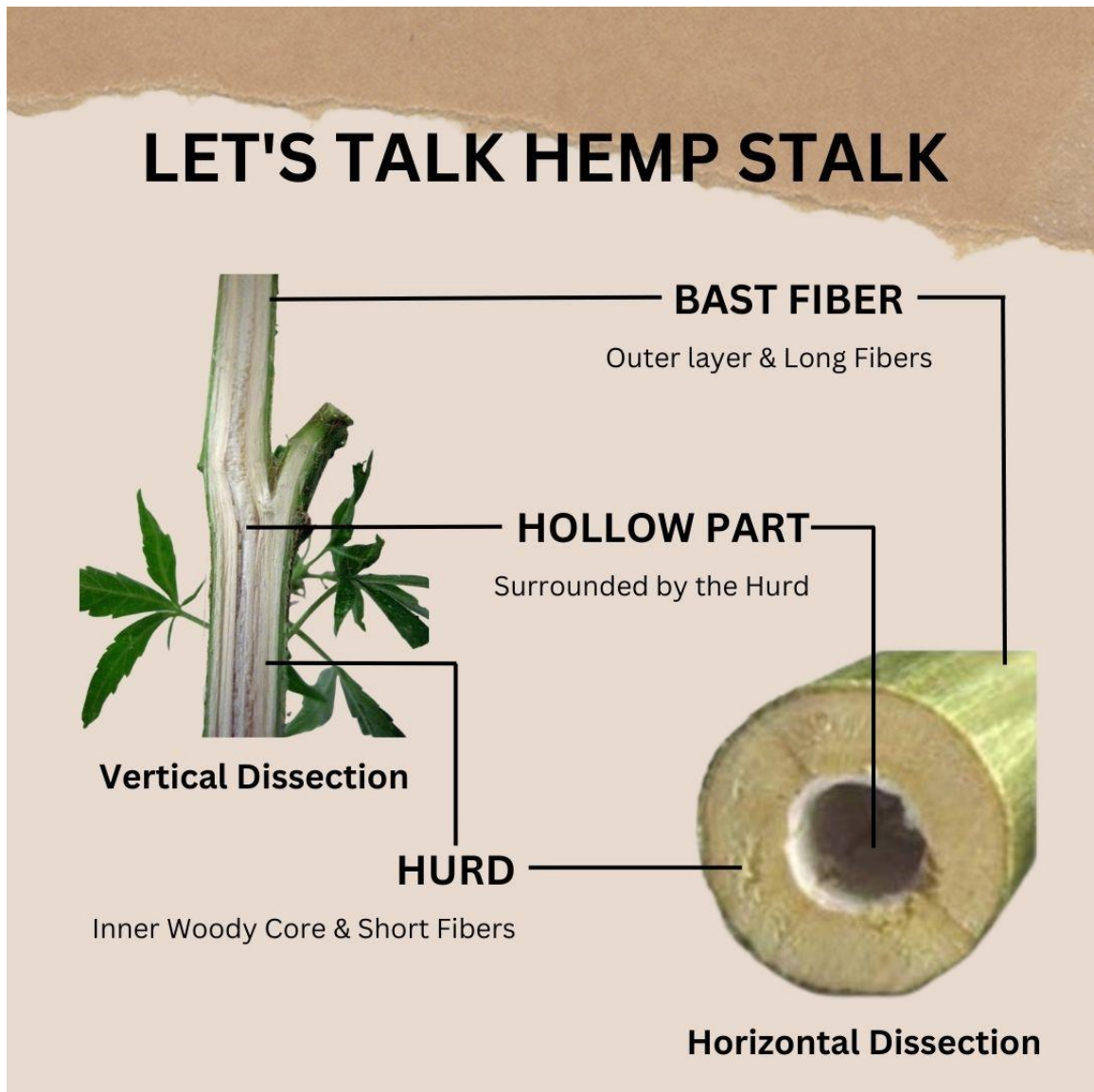


Σχήμα 2.5 : Ρίζα του φυτού

Πηγή: https://www.hemptrade.ca/content.aspx?page_id=22&club_id=950211&module_id=409572/ / Ιούλιος 2023.

Κεντρικός Βλαστός

Ο κεντρικός βλαστός, γνωστός και ως στέλεχος, αναπτύσσεται από τη ρίζα και λειτουργεί ως η κύρια υποστηρικτική δομή του φυτού της κάνναβης. Έχει τη δυνατότητα να φθάσει μήκος έως και 6 μέτρα [80]. Ο κεντρικός βλαστός είναι κυλινδρικός και γωνιώδης στη μορφή του και καλυμμένος με τριχίδια. Αποτελείται από τρία βασικά τμήματα: το ξύλο, την εντεριώνη και τον φλοιό, ο οποίος περιλαμβάνει και τις ίνες. Ο κεντρικός κορμός λειτουργεί ως ο κύριος μεταφορέας νερού και ορυκτών από τις ρίζες προς τα άνω μέρη του φυτού (Σχήμα 2.6) .



Σχήμα 2.6 : Κεντρικός Βλαστός σε κάθετη και οριζόντια τομή.

Πηγή: https://www.linkedin.com/posts/shaileshganeriwala_hempstalk-sustainableliving-ecofriendly-activity-7049293017064636417-540x/ / Ιούλιος 2023.

Φύλλα

Τα φύλλα της κάνναβης παρουσιάζουν παλαμοειδή μορφολογία με οδοντωτά περιθώρια (Σχήμα 2.7). Είναι σύνθετα φύλλα, με φυλλάρια που διατάσσονται ακτινοειδώς, ενώ τα βράκτια μπορεί να είναι απλά ή σύνθετα και άμισχα. Φύλλα εμφανίζονται επίσης στις ταξιανθίες, περιβάλλοντάς τα άνθη που ονομάζονται κολεοί [77]. Πάνω στα φύλλα βρίσκονται τρεις τύποι τριχών, με τις αδενώδεις τρίχες να αποτελούν τα όργανα έκκρισης της ρητίνης [81][82].



Σχήμα 2.7 : Φύλλο του φυτού

Πηγή:<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:306087-2>/Ιούλιος 2023.

Άνθη

Η κάνναβη παρουσιάζει αρσενικές και θηλυκές ταξιανθίες. Χαρακτηριστικό των αρσενικών ταξιανθιών είναι η παρουσία πολλών μικρού μεγέθους ανθών και επιμηκυμένων στημόνων, οι οποίοι εμφανίζονται τόσο στην κορυφή του φυτού όσο και σε δευτερεύοντες βλαστούς (Σχήμα 2.8). Από την άλλη, οι θηλυκές ταξιανθίες είναι μικρότερες και περιλαμβάνουν λιγότερα άνθη. Εμφανίζονται συνήθως σε ζεύγη στην κορυφή του φυτού, καθώς και στις άκρες των δευτερευουσών βλαστών. Το μέγεθος και η πυκνότητα των ταξιανθιών εξαρτώνται από την ποικιλία της κάνναβης [83].



Σχήμα 2.8 : Άνθος του φυτού

Πηγή: <https://lmacoppasciences.com/cannabinoids/> Ιούλιος 2023.

Σπόρος

Ο σπόρος της κλωστικής κάνναβης έχει τα εξής χαρακτηριστικά: είναι αχαίνιο και έχει χρώμα ανοιχτό καφέ ή γκρι (Σχήμα 2.9). Η επιφάνειά του είναι λεία και έχει ωοειδή μορφή, με πλευρική συμπίεση και σκληρό περίβλημα. Το μήκος του κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 5 χιλιοστών, ενώ το πλάτος του είναι λίγο μικρότερο [77] [84]. Οι σπόροι των μόνοικων ποικιλιών είναι μικρότεροι σε μέγεθος από αυτούς των δίοικων ποικιλιών [85]. Το βάρος χιλίων σπόρων μπορεί να κυμαίνεται από 2 έως 70 γραμμάρια.

Η βλαστικότητα των σπόρων εξαρτάται από τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Η χαμηλή υγρασία και οι χαμηλές θερμοκρασίες, λίγο πάνω από το 0°C, παρατείνουν τη μακροζωία των σπόρων [86][87].

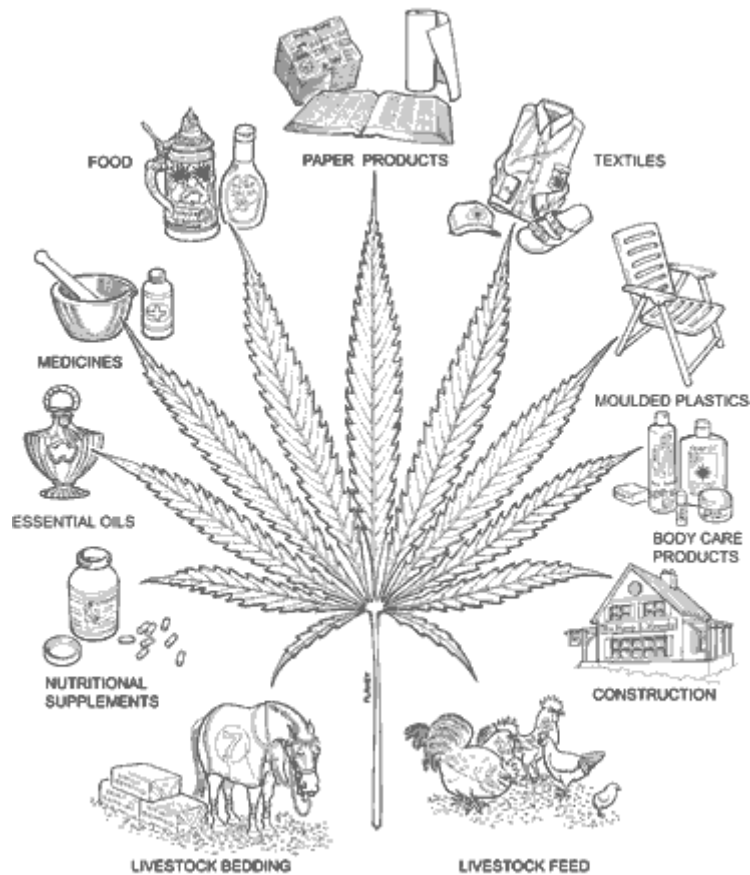


Σχήμα 2.9: Σπόρος του φυτού

Πηγή:https://www.researchgate.net/publication/323664931_Chemical_composition_and_nutraceutical_properties_of_hempseed_an_ancient_food_with_actual_functional_value/figures?lo=1/ Ιούλιος 2023.

2.3 Επεξεργασία Πρώτων Υλών

Η καλλιέργεια της κάνναβης έχει ως βασικό στόχο την παραγωγή τριών διαφορετικών ομάδων προϊόντων [89]. Αυτές περιλαμβάνουν τα στελέχη, που είναι κύρια πηγή ινών και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υλικών όπως ρούχα, τσάντες και χαλιά αλλά και την εντεριώνη για την παρασκευή χαρτιού, οικοδομικών υλικών όπως το hempcrete, μονώσεις και πληθώρα άλλων προϊόντων γεωργικών εφαρμογών. Επίσης, οι σπόροι της κάνναβης χρησιμοποιούνται ως τροφή για ανθρώπους ή για την παραγωγή ελαίου. Τέλος, οι ταξιανθίες της κάνναβης είναι πλούσιες σε κανναβινοειδή, τα οποία έχουν θεραπευτικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται σε φαρμακευτικά προϊόντα. Τα τελευταία χρόνια, η κάνναβη προωθείται επίσης ως ενεργειακό φυτό λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της σε κυτταρίνη (Σχήμα 2.10) [90].



Σχήμα 2.10 : Διάφορες χρήσεις του φυτού σε πολλαπλούς τομείς.

Πηγή:<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-284>. / Ιούλιος 2023.

Το στέλεχος της κάνναβης αποτελείται από δύο βασικά μέρη (Σχήμα 2.11), το ινώδες περίβλημα (bast) και τον ξυλώδη πυρήνα ή εντεριώνη (shiv/hurd) . Η χημική σύνθεση των ινών περιλαμβάνει κυτταρίνη σε ποσοστό 60-70%, ημικυτταρίνες σε ποσοστό 15-20%, λιγνίνη σε ποσοστό 2-4%, πηκτίνη σε ποσοστό 2-4% και κηρώδη ουσία σε ποσοστό 1-2% [90].

Το εξωτερικό ινώδες περίβλημα αποτελείται από τρεις τύπους ινών, γνωστές και ως "basts". Οι μακριές ίνες έχουν μήκος από 1 έως 3 μέτρα, ενώ υπάρχουν και ενδιάμεσες και κοντές ίνες. Η διάμετρος των ινών κυμαίνεται από 16 έως 50 Microns [90].



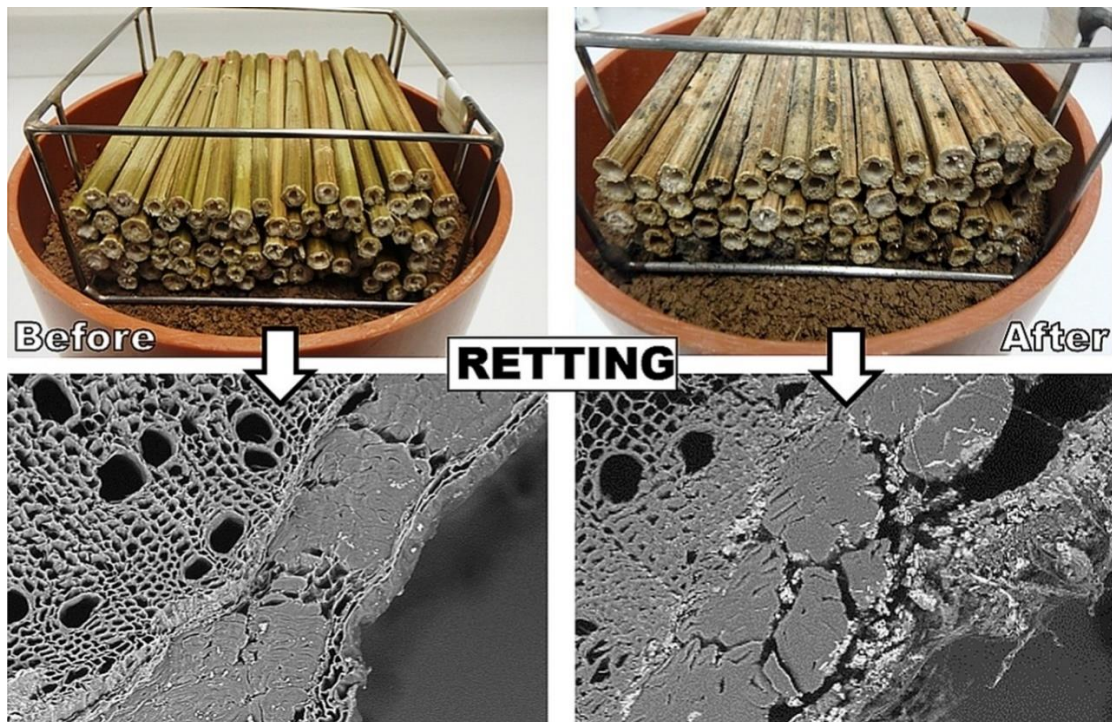
Σχήμα 2.11 : Εντεριώνη και ίνες

Πηγή: <https://thehia.org/wp-content/uploads/2021/05/Hemp-Stalk-showing-Bast-and-Hurd-smaller.png> / Ιούλιος 2023.

Μετά τη συγκομιδή της κάνναβης, είναι απαραίτητο να διασπαστεί η πηκτίνη, η ουσία που συγκολλά την ίνα με την εντεριώνη του βλαστού, προκειμένου να διευκολυνθεί η απομάκρυνση της ίνας. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται "διαβροχή" (retting) (Σχήμα 2.12) και μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους.

Συγκεκριμένα, η διαβροχή μπορεί να γίνει είτε στο χωράφι (dew-retting), όπου οι φυσικοί μικροοργανισμοί που υπάρχουν στο έδαφος ή τα ίδια τα φυτά βοηθούν στη διάσπαση της πηκτίνης, είτε με εμβάπτιση στο νερό (water-retting), όπου οι ίνες βρέχονται σε νερό για να υποστούν την αποσύνθεση της πηκτίνης. Υπάρχουν επίσης μέθοδοι διαβροχής ατμού, χημικές και ενζυμικές. Η επιλογή του τρόπου διαβροχής επηρεάζει τις ιδιότητες των παραγόμενων ινών και την τελική αξία χρήσης του προϊόντος [91].

Στις βόρειες χώρες, τα κομμένα στελέχη της κάνναβης τοποθετούνται στο έδαφος για 10 έως 30 ημέρες, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι βλαστοί περιστρέφονται τακτικά και η διαβροχή ολοκληρώνεται όταν οι ίνες αποκτούν χρυσαφί ή γκρι χρώμα και μπορούν να χωριστούν εύκολα [92].



Σχήμα 2.12 : Διαβροχή (retting)

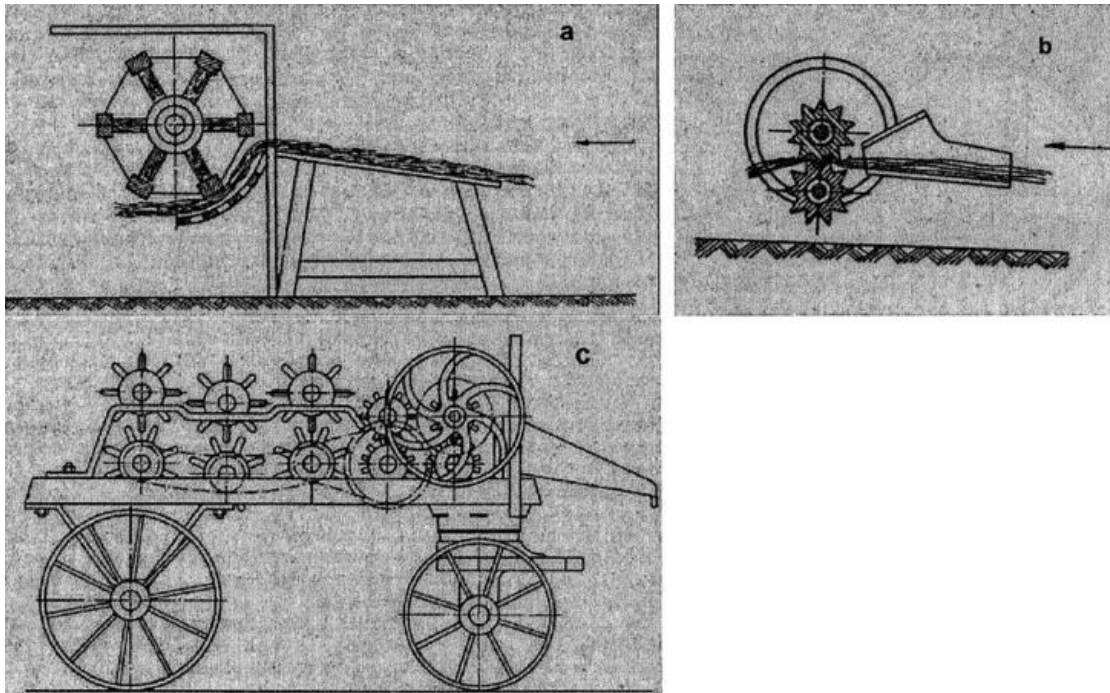
Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669018305636> /
Ιούλιος 2023.

Στη μέθοδο της υγρής διαβροχής, τα κομμένα στελέχη της κάνναβης μουλιάζονται σε νερό εντός δεξαμενών. Το νερό εισχωρεί στο εσωτερικό του στελέχους, ξεπερνάει το εξωτερικό περίβλημα και συνδράμει στην αποδόμηση της πηκτικής από τα βακτήρια [93]. Αυτή η μέθοδος παράγει ίνες υψηλότερης ποιότητας σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο, αλλά η μεγάλη ποσότητα νερού που απαιτείται έχει περιβαλλοντικό κόστος.

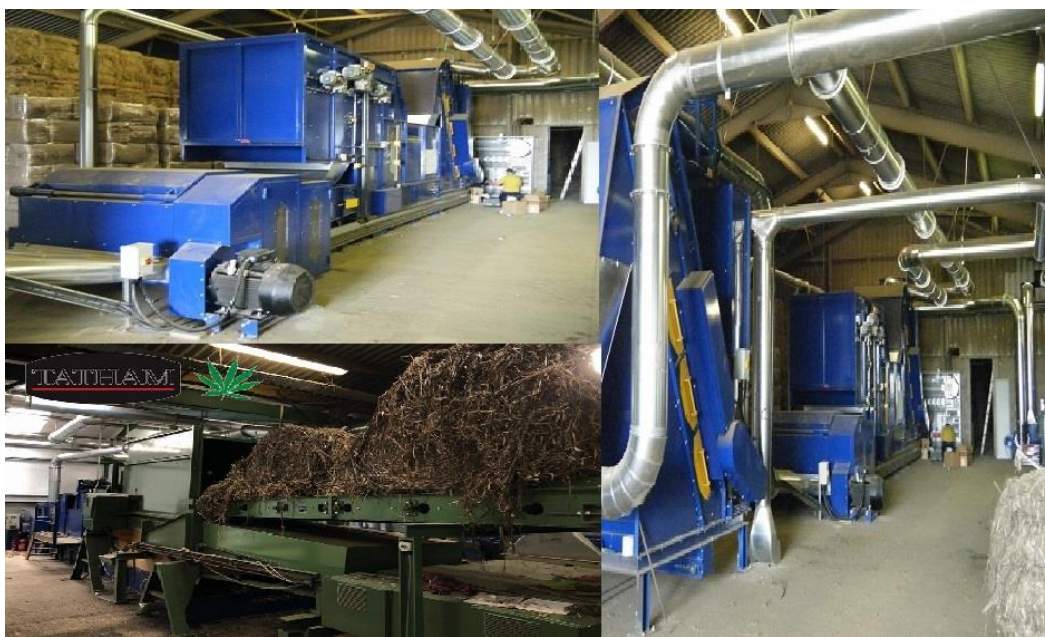
Ο διαχωρισμός των ινών από την εντερώνη μετά τη διαβροχή, ονομάζεται "decortication" (αποφλοιώση) και συνήθως πραγματοποιείται μηχανικά, με τη χρήση κυλίνδρων ή σφυριών που απομονώνουν τις ίνες από το εσωτερικό του βλαστού. Στη συνέχεια, οι ίνες πρέπει να καθαριστούν από ξένες ύλες και συνήθως υφαίνονται με μηχανήματα που χρησιμοποιούνται συνήθως για την επεξεργασία του λιναριού [92].

Στη σημερινή εποχή, με τη βοήθεια της τεχνολογίας, τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό των ινών έχουν εκσυγχρονιστεί και συμβάλλουν σημαντικά στην ταχύτερη επεξεργασία μεγάλης ποσότητας πρώτων υλών και στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα από τα πρώτα μηχανήματα που κατασκευάστηκαν (Σχήμα 13), στη συνέχεια κάποια σύγχρονα “decorticators” (2. 14, 2.15, 2.16) και τα τελικά προϊόντα του πιο εξελιγμένου Hemp Train(2.17).

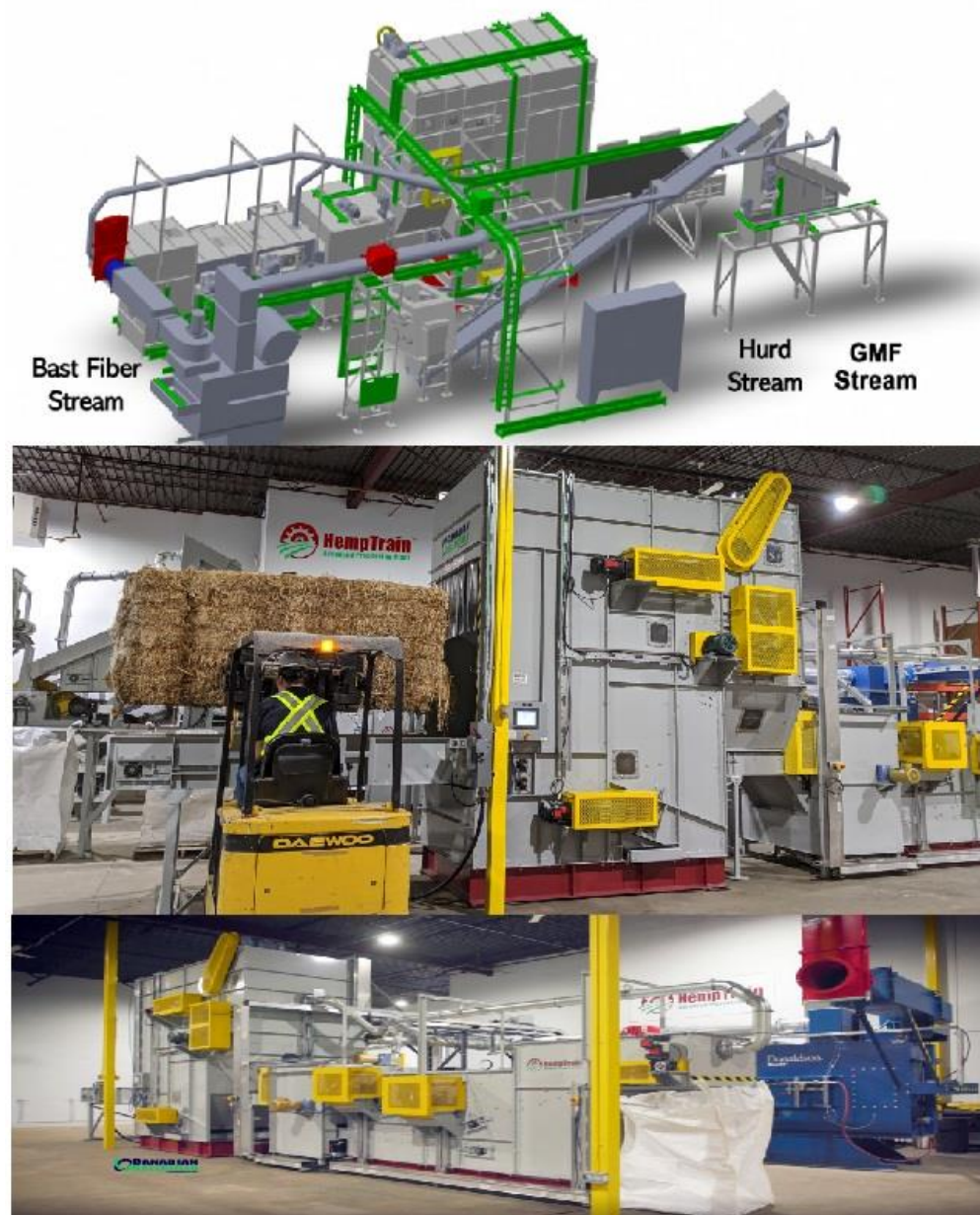


Σχήμα 2.13 : Βήματα στην πρώιμη ανάπτυξη της επεξεργασίας ινών κάνναβης. (α) το 1861, το πρώτο "scavezzatrice" κατασκευάστηκε από τον αγρότη Bernagozzi από την Bologna, και αποτελούνταν από έναν τροχό με σφυριά, β) επιτεύχθηκε περαιτέρω εξέλιξη αντικαθιστώντας τους τροχούς με ένα ζευγάρι κυλίνδρων, με το "scavezzatrice" ενσωματωμένο ανάμεσά τους, (γ) το επόμενο βήμα εξέλιξης ήταν η δημιουργία μιας μηχανής που συνδύαζε τις δύο διαδικασίες της "scavezzatura" και της "gramolatura", χρησιμοποιώντας μια σειρά από ζεύγη αυλακωτών κυλίνδρων που ήταν κατασκευασμένα από διαφορετικά υλικά και είχαν διαφορετικές διαμέτρους, αριθμό δοντιών και ταχύτητα περιστροφής. [94]



Σχήμα 2.14 : Tatham Decorticator

Πηγή: <https://tatham-uk.com/hemp-decortication~61/> Ιούλιος 2023.



Σχήμα 2.15 : HempTrain™ Universal Production Facility (HT-UF)
 Πηγή: <https://canadiangreenfield.com/hemptrain/> Ιούλιος 2023.



Σχήμα 2.16 : HurdMaster MD 1000 micro decorticator.

Πηγή:<https://hurdmaster.com/> / Ιούλιος 2023.

Ίνες

Οι παραγόμενες ίνες κάνναβης (περίπου 28% του στελέχους) χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σπάγκων, σχοινιών, δικτύων, υφασμάτων για σάκους, ιστίων ιστιοφόρων πλοίων και του "κανναβάτσου". Οι ίνες υψηλότερης ποιότητας προορίζονται για την υφαντουργία, ενώ ένα μεγάλο μέρος των υπολοίπων ινών χρησιμοποιείται από τη χαρτοβιομηχανία για την παραγωγή εξειδικευμένων χαρτιών. Οι κοντές και ασταθείς ίνες χρησιμοποιούνται για το "καννάβι" των υδραυλικών συστημάτων, που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση σωλήνων ύδρευσης. Οι ίνες της κάνναβης χρησιμοποιούνται επίσης για την κατασκευή χαρτιού, μονωτικών υλικών και οικοδομικών υλικών, ενώ η εντεριώνη χρησιμοποιείται ως στρώμα για τα ζώα. Κατασκευές από ίνες κάνναβης χρησιμοποιούνται επίσης στην αυτοκινητοβιομηχανία ως μονωτικό και στεγανωτικό υλικό [95].



Σχήμα 2.17 : Τελικά προϊόντα ίνας – εντεριώνης – GMF(μικροΐνας).

Πηγή:<https://canadiangreenfield.com/hemptrain/> / Ιούλιος 2023.

Εντεριώνη

Η εντεριώνη, ο ξυλώδη πυρήνας των στελεχών της κάνναβης, χρησιμοποιείται ευρέως ως υλικό στρωμνής για ζώα, ειδικά για άλογα που ασχολούνται με ιππασία [96]. Οι λόγοι που καθιστούν την εντεριώνη αποτελεσματική επιλογή περιλαμβάνουν την υψηλή της απορροφητικότητα, η οποία είναι δώδεκα φορές μεγαλύτερη από το άχυρο του σιταριού, καθώς και το γεγονός ότι είναι απαλή και δεν προκαλεί ερεθισμούς στο δέρμα των ζώων [97]. Επιπλέον, η εντεριώνη έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, μπορεί να δέσει την υγρασία και τις οσμές, και δεν ελκύει έντομα και τρωκτικά [98].

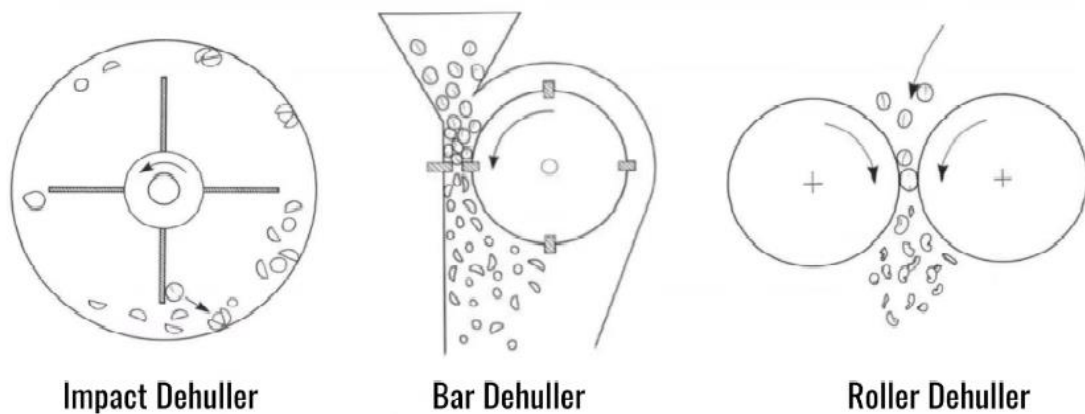
Εκτός από τη χρήση ως υλικό στρωμνής, η εντεριώνη αποτελεί ένα εξαιρετικό βελτιωτικό παράγοντα για το έδαφος. Αναπτύσσεται γρήγορα και συμβάλλει στον καθαρισμό του εδάφους από βλαβερά στοιχεία. Επιπλέον, η υψηλή βιομάζα που παράγει και αφήνει ύστερα από τη συγκομιδή εφοδιάζει το έδαφος με θρεπτικά συστατικά, βελτιώνοντας τη δομή του [99].

Σπόροι

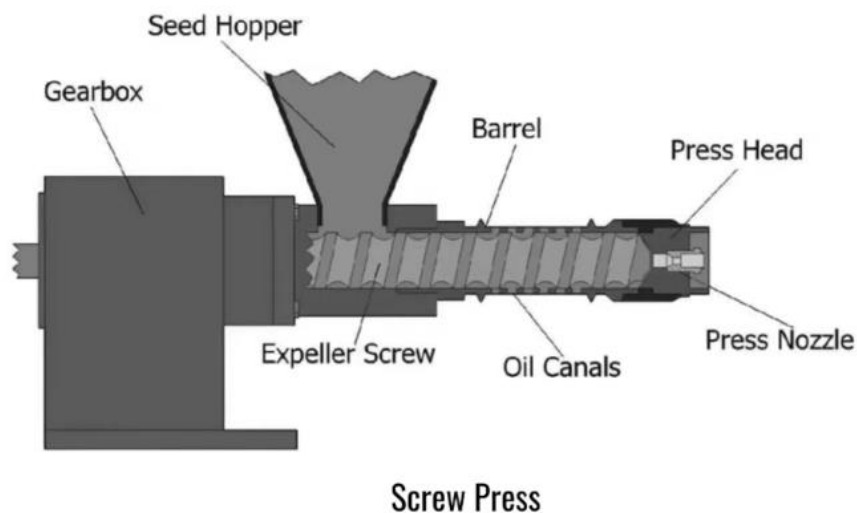
Οι σπόροι της κάνναβης περιέχουν πλούσια ποσοστά θρεπτικών συστατικών. Συγκεκριμένα, περιέχουν περίπου 25-35% λάδι, 20-25% πρωτεΐνη, 20-30% υδατάνθρακες, μεταξύ των οποίων 10-15% είναι διαιτητικές ίνες. Επιπλέον, περιέχουν βιταμίνες και ιχνοστοιχεία. Το λάδι της κάνναβης είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ιδίως σε λινολεϊκό οξύ (18:2 omega-6) και α-

λινολεϊκό οξύ ($18:3n3$ omega-3), σε αναλογία 3:1 που θεωρείται ιδανική για την ανθρώπινη κατανάλωση [100].

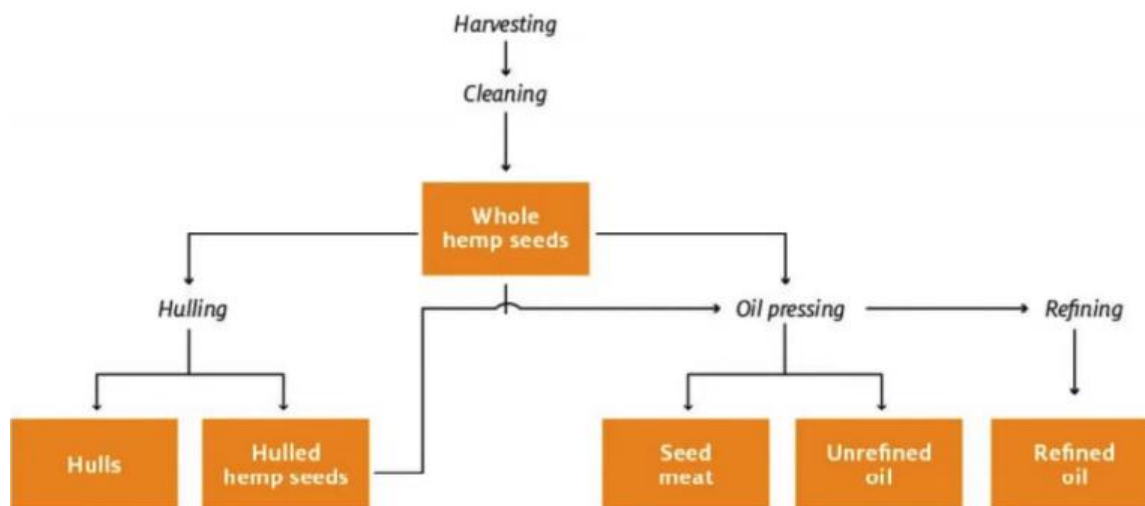
Οι σπόροι μετά τη συγκομιδή καθαρίζονται και ακολουθεί διαδικασία αποφλοίωσης (Σχήμα 2.18), με τελικά προϊόντα την ψίχα και το κέλυφος του σπόρου, ή διαδικασία συμπίεσης με τελικό προϊόν εκχύλισμα ελαίου (Σχήμα 2.19) είτε συνδυασμός των ανωτέρω μεθόδων (Σχήμα 2.20) .



Σχήμα 2.18 : Διαφορετικές διαδικασίες αποφλοίωσης[101].



Σχήμα 2.19 : Διαδικασία εκχύλισης ελαίου από τη συμπίεση των σπόρων [102].



Σχήμα 2.19 : Διαδικασία πλήρους επεξεργασίας του σπόρου ως πρώτη ύλη [103].

Οι σπόροι κάνναβης χρησιμοποιούνταν παλαιότερα κυρίως για τη διατροφή ωδικών πτηνών, ενώ το λάδι της κάνναβης χρησιμοποιούνταν κυρίως στη σαπωνοποιία και τη βερνικοποιία.

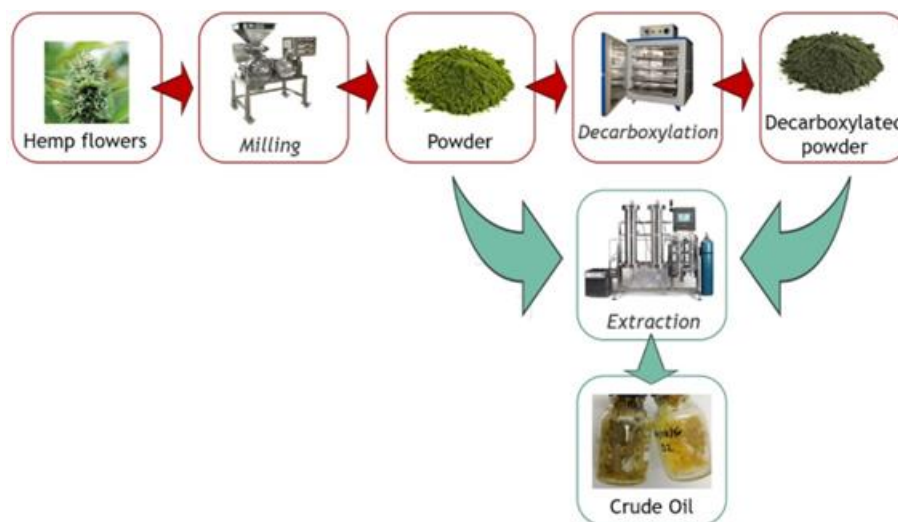
Για την εξαγωγή του λαδιού από τους σπόρους, χρησιμοποιούνται διαλύτες, ενώ το υπόλειμμα της εκχύλισης, γνωστό ως αλεύρι κάνναβης (Hempseedmeal-HSM), έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη περίπου 30-40% επί ξηρού βάρους. Αυτό το αλεύρι κάνναβης χρησιμοποιείται είτε στη διατροφή ζώων είτε στην παραγωγή αλεύρου υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Οι δύο κύριες πρωτεΐνες στους σπόρους κάνναβης είναι η εδεστίνη (edestin) και η αλβουμίνη (albumin), οι οποίες περιέχουν όλα τα βασικά αμινοξέα, με έμφαση στην αργινίνη.[104]

Ανθοί

Οι ανθοί της κάνναβης παράγουν ένα μείγμα αρωματικών ενώσεων, κυρίως τερπένια, καθώς και περισσότερα από 100 κανναβινοειδή εκ των οποίων τα περισσότερα παρουσιάζονται σε μικρές ποσότητες. Κάθε κανναβινοειδές έχει διαφορετικές βιολογικές ιδιότητες, αλλά η παραγωγή και η ενεργοποίησή τους συμβαίνει στα αδενοειδή τριχίδια των θηλυκών ανθέων. [105][106].

Παρακάτω, στο Σχήμα 2.20, παρουσιάζεται η διαδικασία της επεξεργασίας των ανθών με σκοπό την εκχύλιση φαρμακευτικού ελαίου. Η διαδικασία είναι η εξής : Η πρώτη ύλη (ο ανθός), αφού αποξηρανθεί και ωριμάσει, στη συνέχεια θρυμματίζεται στο ανάλογο μηχάνημα σε μορφή σκόνης και εισέρχεται σε κλίβανο ώστε να επιτευχθεί η αποκαρβοξυλίωση και στο τελευταίο στάδιο γίνεται η εκχύλιση του ελαίου μέσω των κατάλληλων μεθόδων. Η αποκαρβοξυλίωση είναι μία διαδικασία

απανθράκωσης του CBDa και μετατροπής του σε CBD, ώστε το έλαιο να μπορεί στην τελική του μορφή να μεταβολιστεί από τον χρήστη.



Σχήμα 2.20 : Επεξεργασία ανθών για Παρασκευή ελαίου [107].

Το πιο γνωστό κανναβινοειδές για την ψυχοτρόπα δράση του είναι η τετραϋδροκανναβινόλη (THC), η οποία έχει μελετηθεί για τις ιατρικές της εφαρμογές σε πολλές ασθένειες. Όταν το φυτό εκτίθεται στο φως ή υποβάλλεται σε μακροχρόνια αποθήκευση, το THC μετατρέπεται σε κανναβινόλη (cannabinol-CBN), η οποία επίσης έχει ψυχοτρόπα δράση και λειτουργεί ως ηρεμιστικό [108].

Ένα άλλο πολύ γνωστό κανναβινοειδές είναι η κανναβιδιόλη (cannabidiol-CBD), η οποία δεν έχει ψυχοτρόπα δράση, αλλά, όπως πολλές έρευνες έχουν δείξει, έχει θεραπευτική επίδραση σε πολλές ασθένειες και τα συμπτώματά τους, όπως ο καρκίνος, ο διαβήτης, η νόσος του Alzheimer, η επιληψία και άλλες. Επιπλέον, η CBD έχει αντιβακτηριακές ιδιότητες και είναι αποτελεσματική κατά των μολύνσεων από σταφυλόκοκκους και στρεπτόκοκκους [109].

Η κανναβιγερόλη (cannabigerol-CBG) είναι ένα πρόδρομο κανναβινοειδές και είναι πιο πλούσια σε νεαρά φυτά από ό,τι σε πλήρως αναπτυγμένα, αν και υπάρχουν ποικιλίες που παράγουν σχεδόν αποκλειστικά CBG (π.χ. *Santhica 70* και *Santhica 27*). Το ιδιαίτερο άρωμα της κάνναβης οφείλεται στα πτητικά τερπένια που περιέχονται στα αιθέρια έλαια, με τα μονοτερπένια να αποτελούν το 47,9% έως 92,1% και τα σεσκιτερπένια το 5,2% έως 48,6%. Τα τερπένια έχουν επίσης βιολογικές και βιοχημικές επιδράσεις, και ορισμένα από αυτά έχουν καταπραϋντικές δράσεις και βοηθούν στην αντιμετώπιση των μολύνσεων [92].

Κεφάλαιο 3 : Κάνναβη και ποιότητα ζωής

3.1. Διατροφική Αξία

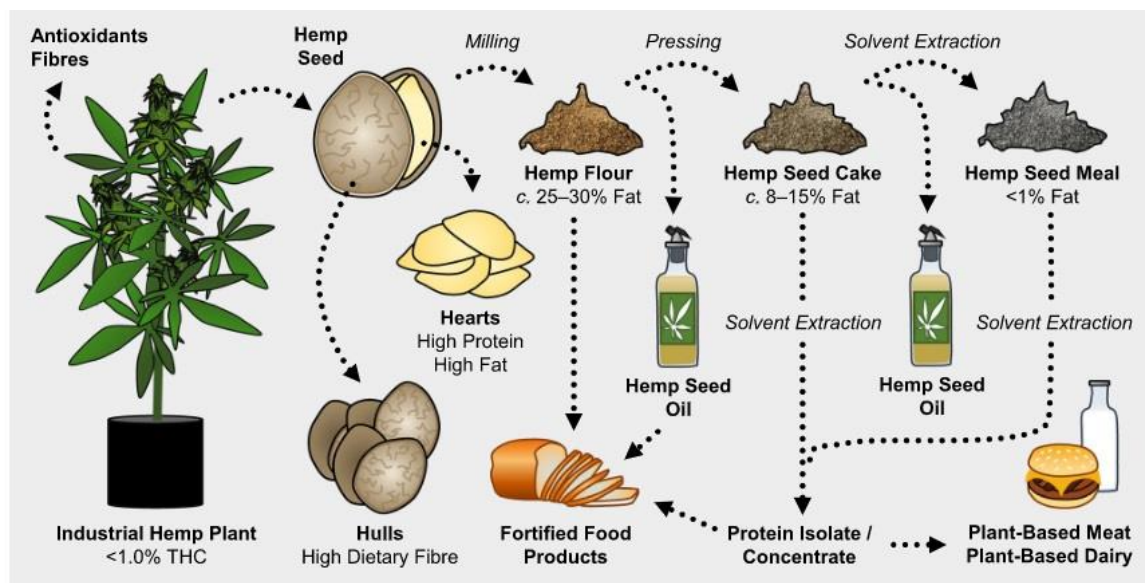
Η διατροφική αξία της κάνναβης για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι εξαιρετικά σημαντική. Αποτελεί μια πλούσια πηγή θρεπτικών ουσιών με ευεργετικές ιδιότητες γι' αυτό και τα τελευταία χρόνια οι διατροφολόγοι την εντάσσουν ως «υπερτροφή» στην ανθρώπινη διατροφή (Σχήμα 3.1).



Σχήμα 3.1 : Κάνναβη, πηγή θρεπτικών συστατικών στη μορφή σπόρων , αλευριού και ελαίου. Πηγή:<https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/15505-kannavi-pigi-threptikon-systatikon-kai-ofeli-gia-tin-ygeia> /Ιούλιος 2023.

Η Κάνναβη παρουσιάζει εξαιρετικές ιδιότητες όσον αφορά την περιεκτικότητά της σε πρωτεΐνη. Περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα που απαιτούνται για την καλή λειτουργία του σώματος, συμπεριλαμβανομένων και των 9 απαραίτητων αμινοξέων, σε επιθυμητές αναλογίες. Οι σπόροι κάνναβης είναι ιδιαίτερα πλούσιοι σε γλουταμινικό οξύ και αργινίνη. Επιπλέον η ποσότητα και η αναλογία των πρωτεϊνών της κάνναβης είναι αντίστοιχες με τα ποσοστά περιεκτικότητας των κύριων πηγών πρωτεΐνης όπως το κρέας, το γάλα και τα αυγά. Οι πρωτεΐνες της κάνναβης κυρίως αποτελούνται από σφαιρίνη (εδεστίνη) και αλβουμίνη. Η σφαιρίνη αποτελεί περίπου το 60% έως το 80% της συνολικής περιεκτικότητας πρωτεΐνης, ενώ η αλβουμίνη αποτελεί το υπόλοιπο (~33%). Παρόλο που οι ζωικές πρωτεΐνες είναι πεπτικά περισσότερο απορροφήσιμες από τον οργανισμό σε σχέση με τις φυτικές πρωτεΐνες,

η έρευνα έχει δείξει ότι οι πρωτεΐνες της κάνναβης είναι εξίσου υψηλής αξίας σε ό,τι αφορά την απορρόφησή τους[110].



Σχήμα 3.2: Οι ολόκληροι σπόροι κάνναβης αλέθονται σε αλεύρι, το οποίο εκχυλίζεται διαδοχικά για την παραγωγή ελαίου κάνναβης και συμπυκνωμάτων/απομονωμένων πρωτεϊνών κάνναβης που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων. Τα υπολείμματα από αυτές τις εκχυλίσεις, το κέικ και το αλεύρι σπόρων κάνναβης, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό των τροφίμων με αντιοξειδωτικά και διαιτητικές ίνες. [111]

Επιπλέον, η κάνναβη περιέχει χαμηλά επίπεδα υδατανθράκων και αποτελεί πλούσια πηγή φυτικών ινών. Το λίπος που περιέχει (25-35%) αποτελείται κυρίως από πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA), ειδικότερα ω-6 και ω-3 λιπαρά οξέα όπως το α-Λινολενικό οξύ (ALA) και το Λινελαϊκό οξύ (LA), σε αναλογία 3:1. Τα ω-3 λιπαρά οξέα έχουν διάφορα οφέλη, όπως αντικαρκινικές, αντιφλεγμονώδεις και αντιθρομβωτικές ιδιότητες, καθώς και τη δυνατότητα να διεγείρουν τον γενικό μεταβολισμό και να βοηθούν στην καύση του λίπους. Η κάνναβη είναι επίσης μία από τις λίγες τροφές που περιέχουν γ-Λινολενικό οξύ [18:3], ένα λιπαρό οξύ που έχει θεωρηθεί ευεργετικό για το σώμα [112][113][114][115].

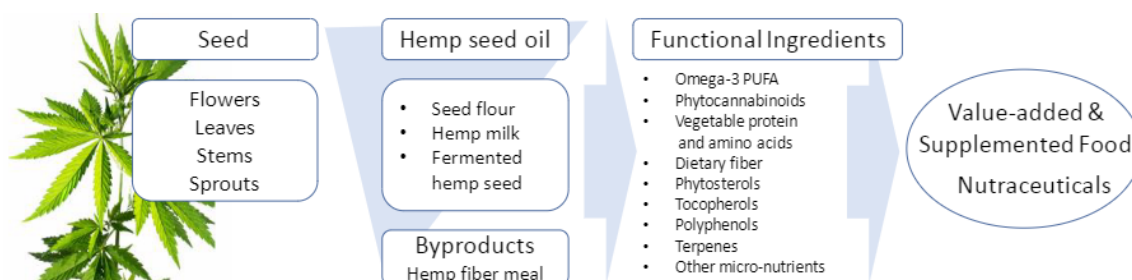
Σύνθεση σπόρων κάνναβης

Η ποικιλία και οι αγρονομικές συνθήκες επηρεάζουν τη σύνθεση των σπόρων κάνναβης με αποτέλεσμα τα κύρια και δευτερεύοντα συστατικά να παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις. Ο σπόρος κάνναβης είναι καλή πηγή μακροθρεπτικών συστατικών (πρωτεΐνες, λίπος και φυτικές ίνες), ανόργανων συστατικών (P, K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) και φυτοθρεπτικών συστατικών (τοκοφερόλες, καροτενοειδή, στερόλες), αλλά περιέχει επίσης ορισμένα αντιθρεπτικά συστατικά (φυτικό οξύ,

συμπυκνωμένες τανίνες, αναστολείς της θρυψίνης, κυανογενείς γλυκοζίτες και σαπωνίνες [116][117].

Συστατικά τροφίμων από σπόρους κάνναβης

Στην αγορά υπάρχει μια μεγάλη σειρά προϊόντων από σπόρους κάνναβης, στα οποία συμπεριλαμβάνονται αρχικά ολόκληροι και αποφλοιωμένοι σπόροι κάνναβης, έλαιο, κέικ (το υποπροϊόν μετά από μηχανική έκθλιψη λαδιού), αλεύρι (το υποπροϊόν μετά από εκχύλιση πρωτεϊνών με διαλύτη από το συμπιεσμένο κέικ), φλοιός κάνναβης και συμπυκνώματα/απομονωμένα πρωτεϊνικά συστατικά κάνναβης (Σχήμα 3.2 & 3.3) .



Σχήμα 3.3 : Οι προηγμένες τεχνολογίες μπορούν να οδηγήσουν σε καινοτομίες στην αξιοποίηση της βιομηχανικής κάνναβης και την εισαγωγή ενός ευρέος φάσματος λειτουργικών συστατικών των τροφίμων και διατροφικών συμπληρωμάτων προστιθέμενης αξίας [118].

Η γνώση της σύνθεσης, των διατροφικών ιδιοτήτων και της τεχνικής λειτουργικότητας των συστατικών σε τρόφιμα με βάση την κάνναβη είναι θεμελιώδους σημασίας για τον προσδιορισμό της καταλληλότητάς τους για χρήση σε τυποποιημένα προϊόντα. Επιπλέον, η κατανόηση των διαδικασιών παρασκευής συστατικών με βάση τους σπόρους κάνναβης είναι επίσης σημαντική, καθώς η σύνθεση, η ποιότητα και οι λειτουργικές ιδιότητές τους επηρεάζονται από τον μετασυλλεκτικό χειρισμό και την επεξεργασία. Οι ιδιότητες των συστατικών επηρεάζονται επίσης από την ποικιλία, την εποχικότητα και τις συνθήκες καλλιέργειας του φυτού[111].

Η κάνναβη ως ζωτροφή

Η εφαρμογή της βιομηχανικής κάνναβης σε εμπορικές ζωοτροφές, έχει μεγάλο ενδιαφέρον για τους παραγωγούς γιατί διευρύνεται σημαντικά η αγορά και οι δυνατότητες προώθησης των προϊόντων τους [119].

Το κέικ και το αλεύρι που προκύπτουν από την επεξεργασία των σπόρων της κάνναβης αποτελούν ιδιαίτερα θρεπτικά συστατικά για ζωοτροφές. Το κέικ λαδιού, όντας πλούσιο σε ακατέργαστη πρωτεΐνη, έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικό ως συμπλήρωμα πρωτεΐνης στην εκτροφή των ζώων. Επίσης το έλαιο από σπόρους

κάνναβης είναι πλούσιο σε λινολεϊκό οξύ και λινολενικό οξύ ως τα κυριότερα ω-6 και ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, αντίστοιχα [200]. Στις χώρες που η νομοθεσία επιτρέπει την καλλιέργεια κάνναβης, οι σπόροι χρησιμοποιούνται ως ενεργειακή ζωοτροφή για βοοειδή και πουλερικά, ως συστατικό σε μείγματα σπόρων για πουλιά και ως δόλωμα για ψάρια [119].

3.2 Φαρμακευτικές - Θεραπευτικές Ιδιότητες

Πάνω από 480 φυσικά συστατικά βρίσκονται στο φυτό της κάνναβης, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζουν τα κανναβινοειδή αφού έχουν απομονωθεί τουλάχιστον 85 διαφορετικά είδη. Το πιο γνωστό κανναβινοειδές είναι η Δ9-Τετραϋδροκανναβινόλη (THC), που αποτελεί την κύρια ψυχοτρόπο ουσία της κάνναβης. Αντίθετα, η Κανναβιδιόλη (CBD) είναι ένα μη ψυχοτρόπο κανναβινοειδές. Η CBD διαθέτει αντιψυχωτικές ιδιότητες, δηλαδή λειτουργεί αντίθετα από το THC. Πολλές έρευνες υποστηρίζουν ότι η CBD μπορεί να ελαττώσει τις τοξικές επιπτώσεις του THC, όπως τα προβλήματα μνήμης και την παράνοια. Επιπλέον, η CBD αλληλεπιδρά και ρυθμίζει το ανθρώπινο ενδοκανναβινοειδές σύστημα, τους ενδογενείς κανναβινοειδείς ανταγωνιστές (συνδέσμους), τα ένζυμα και τους μεταφορείς. Η CBD έχει αποδειχθεί ότι έχει θεραπευτική δράση σε διάφορους τομείς και στις κύριες φαρμακολογικές της επιδράσεις περιλαμβάνονται: αντιφλεγμονώδης και αντιοξειδωτική δράση, αντιψυχωτική δράση, μείωση του άγχους και της κατάθλιψης, βιοχημικά μονοπάτια που σχετίζονται με τον διαβήτη, ρύθμιση της παχυσαρκίας, αντιεπιληπτική καθώς και αντικαρκινική δράση ενώ βοηθά στην καλύτερη απορρόφηση των φαρμακευτικών αγωγών από τον οργανισμό. [201].

Εκτός από την THC και την CBD, υπάρχουν και άλλες ενώσεις κανναβινοειδών στο φυτό της κάνναβης που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα και τις ιδιότητές της (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1 : Ενώσεις κανναβινοειδών πέραν των THC & CBD.

CBC (Κανναβιχρωμίνη)	Μη ψυχοδραστικό κανναβινοειδές και έχει πιθανά οφέλη για την υγεία και ιατρική χρήση.
CBG (Κανναβιγερόλη)	THC & CBD προέρχονται από αυτή και έχει ευρύ φάσμα οφελών για την υγεία.
THCV (τετραϋδροκανναβιβαρίνη)	Έχει ψυχοδραστική δράση, καθώς προκαλεί διέγερση, ευφορία και έντονη αλλά περιορισμένης διάρκειας ψυχοδραστική επίδραση.Επιπλέον, έχει αντικαταθλιπτικές ιδιότητες και αντίθετα με την THC μειώνει την όρεξη.
CBN (Κανναβινόλη)	Έχει ήπιες ψυχοδραστικές ιδιότητες, αλλά έχει επίσης ισχυρές αντιαγχωτικές και καταπραϋντικές ιδιότητες,προϊόν ωρίμανσης άλλων κανναβινοειδών.
THCA (Τετραϋδροκανναβινολικό οξύ)	Δεν έχει ψυχοδραστική δράση στον οργανισμό, εκτός αν μετατραπεί σε THC με θέρμανση, παρέχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες.
Delta-8-THC(Δέλτα-8-Τετραϋδροκανναβινόλη)	Ήπια ψυχοδραστικά αποτελέσματα, βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στο φυτό.

Εκτός των διάφορων κανναβινοειδών που έχουν απομονωθεί από το φυτό της κάνναβης, υπάρχουν και άλλα μόρια που περιλαμβάνουν τερπένια, χλωροφύλλη, αζωτούχες ενώσεις, αμινοξέα, σάκχαρα, αλδεΐδες, αλκοόλες, κετόνες, φλαβονοειδή γλυκοζίτες, βιταμίνες και χρωστικές. Οι σπόροι κάνναβης περιέχουν υψηλά ποσοστά βιταμίνης E (90 mg/100g), ιδιαίτερα τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες [113][202][203]. Η κάνναβη περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα με περισσότερα από 100 τερπένια, τα οποία θεωρείται ότι αλληλεπιδρούν σε συνεργασία με τα κανναβινοειδή (τα συστατικά δηλαδή του φυτού της κάνναβης) και έτσι ενισχύουν τα οφέλη του φυτού στην υγεία του ανθρώπου. Τα τερπένια είναι υπεύθυνα για την οσμή και τη γεύση των διαφορετικών στελεχών της κάνναβης. Ορισμένα από αυτά τα τερπένια είναι : το Β-Καρυοφυλλένιο (ενεργοποιεί τον υποδοχέα CB2 στο ενδοκανναβινοειδές σύστημα), η Βιταμίνη Α ή Ρετινόλη (βρίσκεται και στα κωνοφόρα δέντρα), το Α-Πινένιο (βρίσκεται επίσης στο φασκόμηλο και στο δεντρολίβανο, βρογχοδιασταλτικό και αποχρεμπτικό, αυξάνει την ψυχική ενέργεια, βοηθά στην καλύτερη συγκέντρωση), το Λιμονένιο (βρίσκεται σε εσπεριδοειδή και στη μέντα, με αντιμυκητιασικές, αντικαταθλιπτικές και αντιβακτηριακές ιδιότητες) και το Μυρσένιο (βρίσκεται στη μένθολη, στο λεμονόχορτο, με αντιμικροβιακές, αντισηπτικές καθώς και αντικαταθλιπτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες) [110][204][205][206].

3.3 Ενδοκανναβινοειδές Σύστημα

Η ανακάλυψη του ενδοκανναβινοειδούς συστήματος (Endocannabinoid System/ECS) έφερε επανάσταση στην κατανόηση του ανθρώπινου οργανισμού και της αλληλεπίδρασής του με τα κανναβινοειδή, ιδίως με αυτά που περιέχονται στην κάνναβη. Το ECS είναι ένα πολύπλοκο δίκτυο υποδοχέων και μορίων που διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη ρύθμιση διαφόρων φυσιολογικών διεργασιών [207][208].

Το 1964, ο Raphael Mechoulam, ένας ισραηλινός χημικός, προσδιόρισε τη χημική δομή της THC, της κύριας ψυχοδραστικής ένωσης της κάνναβης. Η έρευνα του Mechoulam, η οποία περιελάμβανε τη λήψη κάνναβης από την αστυνομία, έθεσε τα θεμέλια για την περαιτέρω διερεύνηση των κανναβινοειδών [11]. Η έρευνα του Mechoulam σχετικά με την THC περιελάμβανε τη διεξαγωγή πειραμάτων σε πιθήκους και υγιείς εθελοντές. Χορηγώντας THC, παρατήρησε μια σειρά από ψυχολογικές αντιδράσεις, όπως γέλιο, κρίσεις πανικού και άνοιγμα σε συζητήσεις. Αυτή η πρωτοποριακή εργασία εδραίωσε τον ρόλο της THC ως την ένωση που είναι υπεύθυνη για τις ψυχοδραστικές επιδράσεις της κάνναβης [11].

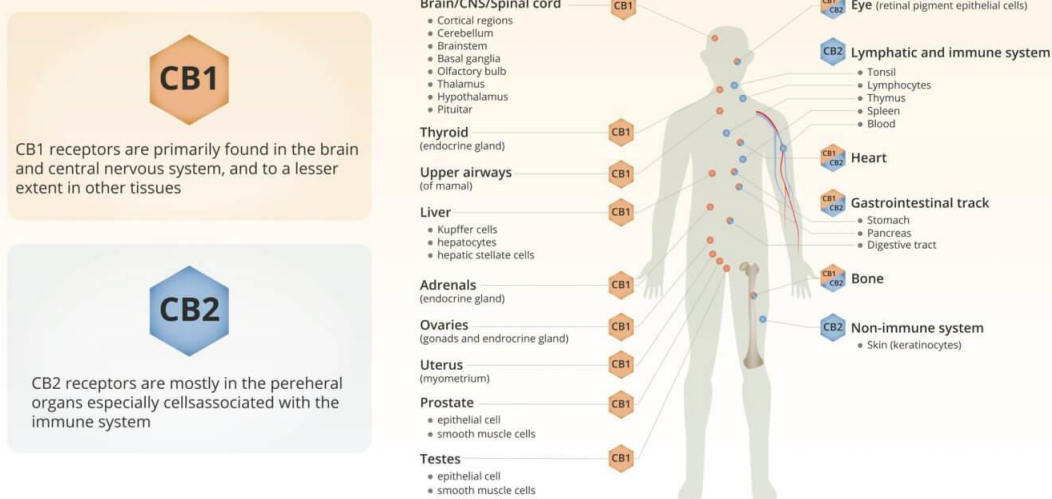
Μετά την ανακάλυψη της THC από τον Mechoulam, η προσοχή μετατοπίστηκε προς την κατανόηση του ECS. Σε μεταγενέστερες μελέτες, οι ερευνητές, εντόπισαν τον πρώτο υποδοχέα κανναβινοειδών (CB1R) στους εγκεφάλους αρουραίων και ανθρώπων [209]. Η ταυτοποίηση του CB1R αποτέλεσε σημαντικό ορόσημο στην έρευνα του ECS γιατί αυτός ο υποδοχέας παίζει ζωτικό ρόλο στη διαμεσολάβηση των επιδράσεων των κανναβινοειδών [210]. Ο CB1R είναι ευρέως κατανεμημένος στο κεντρικό νευρικό σύστημα και διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη ρύθμιση διαφόρων φυσιολογικών λειτουργιών, όπως η διάθεση, η μνήμη, η αντίληψη του πόνου και η όρεξη [210], ενώ υπάρχει και δεύτερος υποδοχέας ο CB2R, που εμπλέκεται στη ρύθμιση της ανοσίας και της φλεγμονής (Σχημα 3.4).

Η απομόνωση της ανανδαμίδης (N-arachidonoyl ethanolamine, AEA)

Μόλις τέσσερα χρόνια μετά την ανακάλυψη του CB1R, απομονώθηκε το ανανδαμίδιο (AEA), το πρώτο ενδοκανναβινοειδές. Το ανανδαμίδιο αντλεί το όνομά του από τη σανσκριτική λέξη "ānanda", η οποία μεταφράζεται ως ευδαιμονία, ευτυχία ή ευχαρίστηση. Η ανακάλυψη της ανανδαμίδης εδραίωσε περαιτέρω τη σύνδεση μεταξύ του ECS και της κάνναβης [211].

HUMAN ENDOCANNABINOID SYSTEM

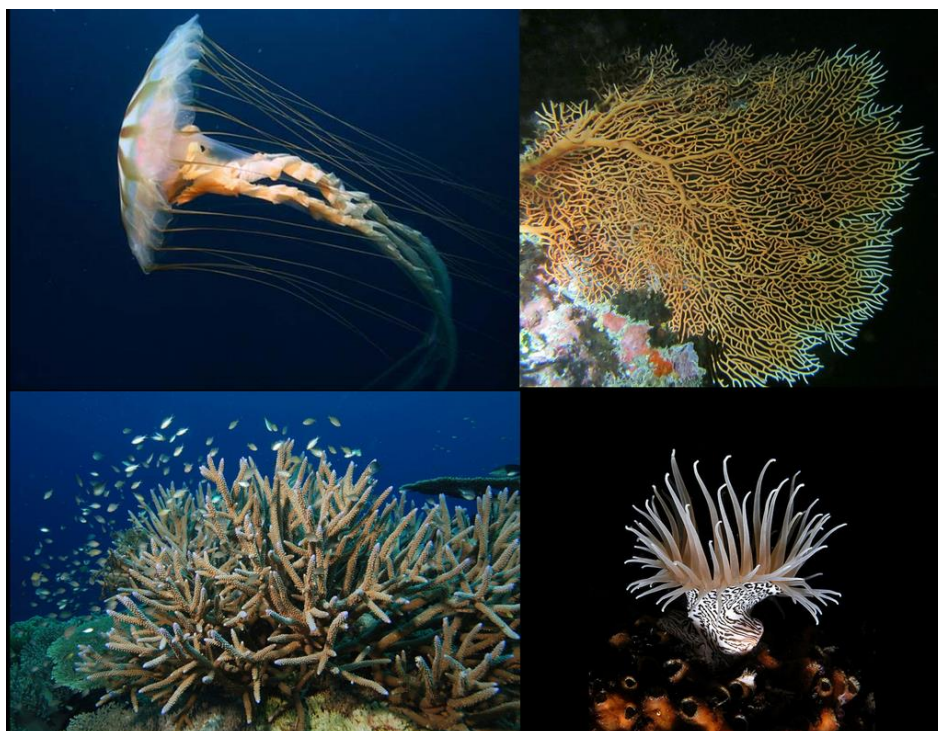
THE MOST WELL KNOWN CANNABINOID RECEPTORS, CB1 AND CB2, ARE PROTEINS THAT ARE IMBEDDED IN THE MEMBRANE OF CELLS. THESE SURFACE PROTEINS ARE THEN ATTACHED TO ANOTHER PROTEIN THAT DETERMINES THE SIGNALING DIRECTION ACTIVATION OR INHIBITION



Σχήμα 3.4 : Το ανθρώπινο Ενδοκανναβινοειδές Σύστημα (ECS)

Πηγή:<https://svrhemp.com/what-is-the-endocannabinoid-system/> / Ιούλιος 2023.

Το ECS βρίσκεται σχεδόν σε όλα τα ζώα, από τα θηλαστικά μέχρι τα πιο πρωτόγονα φύλα, όπως τα Cnidaria (Σχήμα 3.5), υποδηλώνοντας τη βιολογική του σημασία. Όλα τα ζώα, συμπεριλαμβανομένων των σπονδυλωτών (θηλαστικά, πτηνά, ερπετά και ψάρια) και των ασπόνδυλων (αχινοί, βδέλλες, μύδια, νηματώδεις και άλλα) έχει βρεθεί ότι διαθέτουν ενδοκανναβινοειδή συστήματα [212].



Σχήμα 3.5: Τα **κνιδόζωα** (λατ. Cnidaria, από το αρχαιοελληνικό *κνίδη*, που σημαίνει *τσουκνίδα*, εξαιτίας της ικανότητάς τους να κεντρίζουν) είναι μία συνομοταξία που περιλαμβάνει πάνω από 10.000 είδη ζώων που απαντώνται αποκλειστικά σε υδάτινα και κυρίως θαλάσσια περιβάλλοντα.

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BD%CE%B9%CE%B4%CF%8C%CE%B6%CF%89%CE%B1/> / Ιούλιος 2023.

Σύμφωνα με έρευνα έγινε σαφές ότι το ενδοκανναβινοειδές σύστημα δεν είναι μόνο υπαρκτό σε όλα σχεδόν τα ζώα, αλλά διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ομοιόστασης για μια σειρά από συστήματα οργάνων. Το ενδοκανναβινοειδές σύστημα ρυθμίζει το νευρικό και το ανοσοποιητικό και άλλα συστήματα οργάνων μέσω ενός πολύπλοκου συστήματος υποδοχέων και χημικών μορίων σηματοδότησης για την ανακούφιση των πόνου και της φλεγμονής, ρυθμίζει το μεταβολισμό και τη νευρολογική λειτουργία, προάγει την υγιή πεπτική διαδικασία και υποστηρίζει την αναπαραγωγική λειτουργία και την εμβρυϊκή ανάπτυξη [213].

Το μέλλον φαίνεται λαμπρό, καθώς η έρευνα για τα κανναβινοειδή, στην εποχή μετά την απαγόρευση της κάνναβης, είναι σε θέση να προχωρήσει σε πρόσθετες ανακαλύψεις σχετικά με το ρόλο που παίζει το ενδοκανναβινοειδές σύστημα στην παθογένεια των ασθενειών και στη διατήρηση της υγείας [214].

3.4 Κοσμητολογία

Οι σπόροι κάνναβης είναι μια καλή πηγή των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για καλλυντικούς σκοπούς, με όλες τις ποικιλίες να περιέχουν λιπαρά οξέα που είναι θεμελιώδη συστατικά των επιδερμικών λιπιδίων.

Τα Ω6 και Ω3 λιπαρά βελτιώνουν τη δομή του δέρματος και έχουν θετική επίδραση στο ξηρό και τραχύ δέρμα [215].

Τα έλαια και οι σπόροι κάνναβης παρέχουν πολλά οφέλη που καθιστούν το φυτό κατάλληλο για χρήση όχι μόνο σε ανθρώπινα τρόφιμα ή συμπληρώματα διατροφής, αλλά και στην κοσμετολογία και τη φροντίδα της επιδερμίδας, καθώς και στην ιατρική και την αρωματοθεραπεία [216]. Το έλαιο κάνναβης μπορεί να θεωρηθεί μια σημαντική εναλλακτική στις χημικές ουσίες που εντοπίζονται σε πολλές λοσιόν και καλλυντικά και βασίζονται στο πετρέλαιο [217][218]. Η κάνναβη χρησιμοποιείται στην παραγωγή προϊόντων περιποίησης σώματος, για εφαρμογές όπως η ενυδάτωση της επιδερμίδας, η προστασία των χεριών, η απολύμανση των χεριών, το βούτυρο σώματος, το πλύσιμο του σώματος κ.α. [219]. Παράλληλα, ένας σημαντικός αριθμός καταναλωτών προτιμά προϊόντα από φυσικά συστατικά με μικρή ή καθόλου επίδραση στο περιβάλλον. Η κάνναβη θεωρείται πολύτιμος πόρος για “πράσινα καλλυντικά” στον τομέα της κοσμετολογίας, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε έλαιο που περιέχει σημαντικές ουσίες για τη φροντίδα της επιδερμίδας με αναπλαστικές αλλά και θεραπευτικές ιδιότητες [217][218].

Πρόσφατες μελέτες έχουν υποστηρίξει ότι το λάδι κάνναβης μειώνει την εμφάνιση των ρυτίδων και διατηρεί τη νεανική όψη της επιδερμίδας [220]. Ωστόσο, λόγω της ευρείας διαθεσιμότητας του ελαίου κάνναβης, αυτή η ουσία μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο αξιοποιήσιμο πόρο σε βιομηχανικό επίπεδο για την παραγωγή εξειδικευμένων προϊόντων στη βιομηχανία καλλυντικών. Οι καλλιέργειες κάνναβης και τα άνθη της περιέχουν σημαντικά αιθέρια έλαια που είναι ικανά να χρησιμοποιηθούν σε αρώματα, σαπούνια και κεριά καθώς και σε κρέμες προσώπου και σώματος, σε προϊόντα περιποίησης μαλλιών, lip balms, λοσιόν και κεραλοιφές (Σχήμα 3.6). Τα αιθέρια έλαια έχουν σημαντικές αντιμικροβιακές και εντομοκτόνες ιδιότητες [221].



Σχήμα 3.6 : Hemp Skincare. Πηγή:<https://www.latimes.com/fashion/la-ig-hemp-beauty-products-20170414-story.html> / Ιούλιος 2023.

Κεφάλαιο 4 : Βιομηχανική Εκμετάλλευση της Κάνναβης

4.1 Χαρτοποιία

4.1.1 Το χαρτί κάνναβης και τα πλεονεκτήματά του

Η χρήση των ινών της κάνναβης για την παραγωγή χαρτιού χρονολογείται πάνω από δύο χιλιάδες χρόνια πριν και μάλιστα μέχρι το 19^ο αιώνα, οι ίνες του φυτού αποτελούσαν την πρώτη ύλη για το 75-90% της παγκόσμιας παραγωγής χαρτιού.[40]

Στην αρχαία Κίνα το χαρτί παραγόταν κυρίως από απόβλητα κάνναβης, χρησιμοποιημένα δίχτυα αλιείας και σχοινιά, πανιά, ρούχα και κουρέλια κυρίως από κάνναβη ή λινό [222]. Η κάνναβη για πολλά χρόνια παρείχε χαρτί για βιβλία, βίβλους, χάρτες, χαρτονομίσματα, τίτλους και εφημερίδες.

Η Βιομηχανική επανάσταση επέφερε αύξηση της ζήτησης για χαρτί σε τέτοιο βαθμό, ώστε αναζητήθηκαν μέθοδοι απόκτησης χαρτιού από φυσικές πρώτες ύλες. Το ξύλο έγινε, τον 19^ο αιώνα, πρώτη ύλη για τη χαρτοβιομηχανία, αντλούμενο δυστυχώς, σε μεγαλύτερο βαθμό, από την εκμετάλλευση των δασών. Η αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση της κοινωνίας, που εμφανίζεται τα τελευταία χρόνια στην επιθυμία για την προστασία του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένων των δασικών πόρων, συμβάλλει στην αναζήτηση εναλλακτικών πρώτων υλών για την παραγωγή χαρτιού. Έτσι η επιστροφή στην παραγωγή και αξιοποίηση της κάνναβης, με τη συμβολή παράλληλα των δυνατοτήτων της σημερινής τεχνολογίας, φαίνεται να είναι η ιδανική λύση, λόγω των μοναδικών πλεονεκτημάτων που το φυτό διαθέτει.

Συγκεκριμένα το στέλεχος της κάνναβης αποτελείται σε ποσοστό 20% από μια ίνα, η οποία είναι η ισχυρότερη φυσική ίνα στον κόσμο [223,224] και εκτιμάται ιδιαίτερα λόγω της ανθεκτικότητας και της μακροζωίας της. Έχει διαπιστωθεί ότι το χαρτί κάνναβης διαρκεί εκατοντάδες χρόνια περισσότερο από το ξύλινο χαρτί που αποσυντίθεται και κιτρινίζει με την πάροδο του χρόνου [225]. Επίσης ενώ το χαρτί κάνναβης για εκατοντάδες χρόνια εξακολουθεί να είναι βαρύ, το 97% των βιβλίων που τυπώνονται σε ξύλινο χαρτί θα είναι χρησιμοποιήσιμα για λιγότερο από 50 χρόνια.

Το 80% του στελέχους του φυτού αποτελείται κατά 50-77% από κυτταρίνη [226], η οποία είναι ιδανική πρώτη ύλη για την παραγωγή χαρτιού ενώ παράλληλα εξασφαλίζει πρόσθετο εισόδημα για τους παραγωγούς, λόγω του γεγονότος ότι εκτός από τους σπόρους του φυτού αξιοποιούνται και οι ίνες. Το χαρτί που παράγεται από κάνναβη περιέχει τριπλάσια ποσότητα κυτταρίνης σε σχέση με άλλα ενώ από ένα εκτάριο κάνναβης μπορεί να παραχθεί τετραπλάσια ποσότητα χαρτιού σε σύγκριση με ένα εκτάριο δάσους [227]. Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί πρώτον ότι η κάνναβη μπορεί να αναπαραχθεί μόλις μετά από 4 μήνες καλλιέργειας, ενώ τα δέντρα από την άλλη πλευρά απαιτούν 20-80 χρόνια και δεύτερον ότι το χαρτί κάνναβης μπορεί να

ανακυκλωθεί 7 έως 8 φορές, σε σύγκριση με μόνο 3 φορές για το χαρτί από ξυλοπολτό.

Περαιτέρω, το χαρτί κάνναβης δεν απαιτεί τοξικές λευκαντικές ουσίες. Μπορεί να λευκανθεί με υπεροξείδιο του υδρογόνου, οπότε δεν δηλητηριάζει τις υδάτινες οδούς με χλώριο ή διοξίνες, όπως κάνουν τα εργοστάσια παραγωγής χαρτιού από δέντρα [228]. Οι χημικές ουσίες που εμπλέκονται στην παραγωγή χαρτιού κάνναβης είναι πολύ λιγότερο δηλητηριώδεις από τα χημικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χαρτιού από ξυλοπολτό. Επιπλέον, η κάνναβη μπορεί να αποστειρώσει το έδαφος, να σκοτώσει μύκητες και ζιζάνια και να αποτρέψει τη διάβρωση [223,226]. Οι ρίζες του είναι 10 φορές καλύτερα συνδεδεμένες με το υπέδαφος από ότι η βρώμη και η σίκαλη που χρησιμοποιούνται συνήθως για το σκοπό αυτό. Οι έρευνες δείχνουν ότι ένα εκτάριο κάνναβης απορροφά από το έδαφος 0,5 kg χαλκού, 160 g μολύβδου και πολύ κάδμιο[229].

4.1.2 Η παραγωγή προϊόντων από χαρτί κάνναβης

Στη σημερινή εποχή το 89% της παγκόσμιας παραγωγής χαρτιού βασίζεται στο ξύλο και μόνο το 11% σε φυτικές ίνες [230]. Τα περισσότερα προϊόντα χαρτιού από ετήσια φυτά παράγει η Κίνα (περίπου 74%), η Ινδία (8%), το Πακιστάν (2%), και οι ΗΠΑ (1,6%), ενώ το υπόλοιπο ποσοστό κατανέμεται στον υπόλοιπο κόσμο. Η παγκόσμια παραγωγή χαρτιού κάνναβης ήταν περίπου 120.000 τόνοι/έτος (FAO 1991), η οποία ήταν περίπου 0,05% του παγκόσμιου όγκου παραγωγής χαρτιού. Μόνο 23 εργοστάσια παραγωγής χαρτιού στον κόσμο χρησιμοποιούν ίνες κάνναβης. Συγκεκριμένα στις ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γαλλία, την Ισπανία, την Ανατολική Ευρώπη και την Τουρκία, εργοστάσια χρησιμοποιούν τις ίνες της κάνναβης, λόγω της μεγάλης αντοχής τους στη δοκιμασία του χρόνου, για την παραγωγή ειδικών τύπων χαρτιού: υψηλής ποιότητας ειδικά χαρτιά για γραφή και εκτύπωση, αρχειακά χαρτιά, χαρτιά ασφαλείας, διάφορα ειδικά χαρτιά τέχνης (Σχήμα 4.1), χαρτιά φίλτρων για τεχνική και επιστημονική χρήση, μονωτικά και λιποαπωθητικά χαρτιά [231].



MonoCartons



Packaging Bags



Stationery



Hemp Paper



Art & Craft



Product Samples



Σχήμα 4.1 : Ποικιλία προϊόντων από χαρτί κάνναβης

Πηγή: www.oghemp.in , <https://www.greenfieldpaper.com> / Οκτώβριος 2023.

Η πορώδης υφή και η αντοχή του χαρτιού κάνναβης σε υγρές συνθήκες το καθιστούν ως το πλέον κατάλληλο για την παραγωγή φίλτρων καφέ και σακουλών τσαγιού. Ορισμένοι κατασκευαστές παράγουν επίσης επαναχρησιμοποιούμενα φακελάκια τσαγιού από κάνναβη, τα οποία καθαρίζονται και ξαναγεμίζονται εύκολα.

Παράλληλα έχει διαπιστωθεί ότι τα φίλτρα κάνναβης συγκρινόμενα με άλλα επιτυγχάνουν καλύτερη διήθηση. Μια επιτυχημένη πιλοτική δοκιμή ενός φίλτρου λαδιού κινητήρα αυτοκινήτου από χαρτί κάνναβης κατέδειξε τις δυνατότητές του σε πρακτικές εφαρμογές. Στη δοκιμή αυτή, το χαρτί κάνναβης υπερείχε έναντι του

βαμβακερού χαρτιού, επιβεβαιώνοντας περαιτέρω την αποτελεσματικότητά του στη διήθηση. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το χαρτί κάνναβης παρουσίασε μικρότερο πάχος, βάρος και μέση διάμετρο πόρων, διατηρώντας παράλληλα καλύτερη απόδοση διήθησης λαδιού/αέρα και υψηλότερη πτώση πίεσης. Η ανώτερη απόδοση διήθησης της κάνναβης, σε συνδυασμό με τη φιλική προς το περιβάλλον και βιοδιασπώμενη φύση της, την καθιστά ιδανική επιλογή για την ικανοποίηση αυστηρών περιβαλλοντικών απαιτήσεων. [234]

Το γεγονός επίσης ότι το χαρτί κάνναβης είναι πολύ ανθεκτικό στα σκισίματα και τα σπασίματα το καθιστά κατάλληλο για την παραγωγή ανθεκτικών προϊόντων υγιεινής ενώ το υποαλλεργικό του χαρακτηριστικό ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες ερεθισμού σε ευαίσθητα μέρη του σώματος. Σε αυτά τα προϊόντα περιλαμβάνονται πάνες, ταμπόν, φιλικό προς το περιβάλλον χαρτί υγιείας και χαρτομάντιλα (Σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2 : Προϊόντα υγιεινής από Κάνναβη.

Πηγή:<https://www.bastfibretch.com/sero-hemp> /Οκτώβριος 2023.

Το χαρτί κάνναβης έχει το μοναδικό χαρακτηριστικό ότι προσθέτει αντοχή και ελαστικότητα σε λεπτά χαρτιά γι' αυτό και θεωρείται ιδανικό για την παραγωγή τσιγαρόχαρτων. Στην Ευρώπη, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό χαρτί κάνναβης για τη δημιουργία τέτοιου είδους χαρτιών (Σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3 : Τσιγαρόχαρτα από χαρτί Κάνναβης.

Πηγή:<https://crystalcreekorganics.com/product/zig-zag-organic-hemp-rolling-papers-1-1-4/> <https://www.rollingace.com/raw-organic-hemp-1-14-size-natural-unrefined-rolling-papers>; <https://jadeandpearl.com/pure-hemp-unbleached-rolling-papers-single-wide-50-papers/>; <https://ocb.net/ocbproducto/organic-hemp/#slim-tips> /Οκτώβριος 2023.

Μπορούμε επίσης να βρούμε χαρτί κάνναβης που χρησιμοποιείται ως αντικατάσταση του περιτυλίγματος με φυσαλίδες και σε διάφορες φιλικές προς το περιβάλλον εφαρμογές συσκευασίας (Σχήμα 4.4) λόγω της υψηλής απόδοσης και αντοχής του.



Σχήμα 4.4 : Εφαρμογές συσκευασίας.

Πηγή:<https://www.greenfield paper.com/> / Οκτώβριος 2023.

Η υψηλή ποιότητα της κάνναβης ως πρώτης ύλης για την παραγωγή χαρτιού θα αποκαλυφθεί ακόμη περισσότερο μετά τη δημιουργία και εφαρμογή της ειδικής τεχνολογίας που αφορά την παραγωγή αυτού του πολτού.

Ο παράγοντας που συνηγορεί υπέρ της έρευνας προς αυτή την κατεύθυνση θα είναι αναμφίβολα η επερχόμενη κρίση στην αγορά δασικών υλών. Η πολύ γρήγορη αύξηση της χρήσης χαρτιού και χαρτονιού θα δημιουργήσει νέες δυνατότητες για πρώτες ύλες ετήσιας καλλιέργειας, μεταξύ των οποίων την πρώτη θέση θα καταλάβει αναμφίβολα η κάνναβη [238].

4.2 Πλαστικοποίηση

4.2.1 Η κυριαρχία του πλαστικού και οι επιπτώσεις του στο περιβάλλον

Ο 20^{ος} αιώνας δεν θα ήταν υπερβολή να χαρακτηριστεί ως ο αιώνας των πολυμερών, αφού η μεγαλύτερη ομάδα συνθετικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή είναι τα πολυμερή [239].

Από άποψη προέλευσης τα πολυμερή μπορούν να διακριθούν σε πολυμερή τα οποία παράγει η φύση, τα λεγόμενα βιοπολυμερή (π.χ.κυτταρίνη, μαλλί) και τα συνθετικά και τεχνητά πολυμερή[240].

Με τον όρο πολυμερές χαρακτηρίζουμε ένα πολύ μεγάλο μόριο, δηλαδή ένα μακρομόριο, που σχηματίζεται από επαναλαμβανόμενες συνενώσεις πολλών μικρών μορίων, τα μονομερή. Η χημική αυτή αντίδραση καλείται πολυμερισμός [241].

Ο ορισμός αυτός αφορά τα λεγόμενα πολυμερή προσθήκης, αφού παράγονται από αντιδράσεις σύνθεσης ή προσθήκης[240].

Πολλοί ακόρεστοι υδρογονάνθρακες δίνουν, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, πολυμερή. Ένα από τα πλέον γνωστά, είναι το πολυαιθένιο ή πολυαιθυλένιο (PE), που προκύπτει από πολυμερισμό του αιθενίου σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Είναι λευκό ή διαφανές και μαλακό. Τα μπουκάλια του εμφιαλωμένου νερού αποτελούνται από το πολυμερές τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο ή PET που προκύπτει από τον πολυμερισμό δύο διαφορετικών μορίων: ενός οξέος (τερεφθαλικό οξύ) και μιας αλκοόλης (1,2-αιθανοδιόλη). Ένα άλλο σημαντικό πολυμερές που προκύπτει από τον πολυμερισμό ενός υδρογονάνθρακα, του βινυλοχλωριδίου, είναι το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC). Είναι διαφανές και σκληρό και με αυτό κατασκευάζονται τα μπουκάλια των αναψυκτικών, αλλά και υδραυλικοί σωλήνες [241].

Το PET, το PVC και άλλα πολυμερή σαν το πολυστυρένιο (PS), και το πολυϊσοπρένιο (PI), είναι απλά πολυμερή. Σε αυτά προστίθενται διάφορες ουσίες για να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους (ελαστικότητα, αντοχή στη θερμότητα) και μ'αυτό τον τρόπο προκύπτουν τα πλαστικά. Ο όρος πλαστικά αφορά μία μεγάλη κατηγορία πολυμερών και δίνεται για διάκριση από συνθετικά ελαστικά και συνθετικές υφάνσιμες ίνες [241].

Τα πλαστικά αποτελούνται από πολυμερή μόρια εξαιρετικά μεγάλου μεγέθους. Είναι αντίστοιχα προς τα μόρια φυσικών προϊόντων, όπως είναι η κυτταρίνη του ξύλου και του μαλλιού. Η ομοιογένεια της μοριακής δομής των συνθετικών πολυμερών

προσδίδει σε αυτά βελτιωμένες ιδιότητες, σε αντίθεση προς τα φυσικά προϊόντα του είδους αυτού [239].

Στα πλεονεκτήματα των πολυμερών συμπεριλαμβάνονται τα εξής χαρακτηριστικά: η παρασκευή τους είναι σχετικά εύκολη και φθηνή, το υλικό τους είναι το πιο ευπροσάρμοστο υλικό στον κόσμο, επιτρέποντας τη μορφοποίησή του σε οποιοδήποτε σχήμα, είναι πιο ελαφρύ από το ξύλο, το γυαλί και το μέταλλο και αρκετά ανθεκτικό. Επίσης τα πολυμερή δεν διαβρώνονται από τον αέρα ή το νερό, δεν προσβάλλονται από οξέα ή βάσεις και δεν είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, γι' αυτό χρησιμοποιούνται ως μονωτές [239].

Δεδομένου ότι κάθε νόμισμα έχει δύο όψεις, ομοίως και τα πλαστικά παράλληλα με τα πλεονεκτήματά τους και την κυριαρχία τους στην παγκόσμια αγορά, έχουν και σοβαρά μειονεκτήματα με καταστροφικές επιπτώσεις στη Γη, τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Η ετήσια παραγωγή πλαστικού έχει φτάσει σε εκατοντάδες εκατομμύρια τόνους παγκοσμίως, με σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ανθρώπινη υγεία [242].

Η πλειονότητα των πλαστικών παράγεται από τη χρήση ενώσεων με βάση το πετρέλαιο, οι οποίες απελευθερώνουν επιβλαβή αέρια κατά τη σύνθεσή τους, μολύνοντας την ατμόσφαιρα της Γης [243]. Τα απόβλητα που παράγονται κατά την παραγωγή πλαστικών αποτελούν σοβαρή απειλή για τη γη, τα ύδατα και την άγρια ζωή [241]. Επιπλέον τα συνθετικά ή τεχνητά πολυμερή, επειδή είναι παράγωγα του εργαστηρίου και της βιομηχανίας, η φύση, επειδή δεν τα παράγει, δεν τα αναγνωρίζει και δεν έχει τον τρόπο να τα αποβάλλει ή απορροφήσει ή να τα αφομοιώσει [240]. Λόγω της χημικής τους αδράνειας, παραμένουν αναλλοίωτα για πολλά χρόνια στον αέρα ή στη θάλασσα, συσσωρεύονται και ρυπαίνουν το περιβάλλον [241]. Κάθε κομμάτι πλαστικού που παράγεται και δεν ανακυκλώνεται εξακολουθεί να υπάρχει, εκτός από τα βιοδιασπώμενα πλαστικά, τα οποία είναι αποικοδομήσιμα σε κάποιο βαθμό [243]. Γι' αυτό τα τελευταία χρόνια έχει επεκταθεί η χρήση των μη πλαστικών συσκευασιών και η ανακύκλωση των πλαστικών [241]. Πολλά από αυτά τα υλικά είναι καύσιμα, αλλά η πυρώση ή πυρόλυσή τους δεν είναι πάντα πρόσφορη μέθοδος απόρριψης επειδή προκαλεί σοβαρή μόλυνση του αέρα [240].

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2017 αποκάλυψε ότι μόνο το 9% του συνόλου των πλαστικών που κατασκευάζονται ανακυκλώνεται, με το εντυπωσιακό 79% να καταλήγει στις χωματερές και στο φυσικό περιβάλλον. Αν συνεχιστεί αυτή η πορεία, μέχρι το 2050, μπορεί να υπάρχουν πάνω από 12 δισεκατομμύρια μετρικοί τόνοι πλαστικού που θα μολύνουν τον πλανήτη. Η κατάσταση έχει λάβει ανησυχητικές διαστάσεις, με περιπτώσεις όπως 38 εκατομμύρια κομμάτια πλαστικών απορριμμάτων που μολύνουν το νησί Henderson (Σχήμα 4.1) στον Νότιο Ειρηνικό και το Great Pacific Garbage Patch (Σχήμα 4.2) που αυξάνεται εκθετικά, με έως και 1,9 εκατομμύρια μικροπλαστικά ανά τετραγωνικό μίλι (National Geographic). Οι

συνέπειες είναι τρομερές, καθώς τα μικροπλαστικά διεισδύουν στους ωκεανούς, απειλώντας τη θαλάσσια ζωή και τα οικοσυστήματα της γης [244].



Σχήμα 4.1 : Μόλυνση από πλαστικά στο νησί Henderson.

Πηγή:<https://islandteacher.xyz/uncategorized/henderson-island-plastic-pollution/>
<https://www.spotmydive.com/en/ecology/henderson-island-breaks-the-world-record-for-plastic-pollution/> Οκτώβριος 2023.

Δεδομένων των πολλαπλών βλαβερών επιπτώσεων, είναι ζωτικής σημασίας η υιοθέτηση οικολογικών προσεγγίσεων για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και των περιβαλλοντικών κινδύνων[244].



Σχήμα 4.2 : Μόλυνση από πλαστικά , Great Pacific Garbage Patch

Πηγή:<https://www.forbes.com/sites/scottsnowden/2019/05/30/300-mile-swim-through-the-great-pacific-garbage-patch-will-collect-data-on-plastic-pollution/>
<https://alerialadventures.blogspot.com/2018/04/the-great-pacific-garbage-patch-is.html> / Οκτώβριος 2023.

Επομένως, για να μειωθεί η αυξανόμενη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα συνθετικά πλαστικά πρέπει να αναπτυχθεί μια εναλλακτική λύση. Η ανάγκη αυτή μπορεί να καλυφθεί με τη χρήση πλαστικού κάνναβης, το οποίο είναι 100% βιοδιασπώμενο εάν παράγεται μόνο με τη χρήση φυτού κάνναβης[247].

4.2.2 Βιοπλαστικά Κάνναβης (Hemp Plastic)

Τα βιοπλαστικά με βάση την κάνναβη παρέχουν μια πραγματική λύση για τη διατήρηση της λειτουργικότητας των πλαστικών, ελαχιστοποιώντας παράλληλα το οικολογικό τους αποτύπωμα. Αυτά τα πλαστικά είναι οικονομικά προσιτά, με μεγάλη ανθεκτικότητα και αντοχή, κατασκευασμένα από πολυμερή τα οποία παράγει η

φύση, από σύνθετες δηλαδή φυσικές ίνες, τα λεγόμενα βιοπολυμερή, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν υλικά με βάση το πετρέλαιο[240].

Τα βιοπλαστικά κάνναβης κατασκευάζονται από τους μίσχους του φυτού, καθώς ο μίσχος παρέχει υψηλό ποσοστό κυτταρίνης (65-70%), υψηλότερη σε σύγκριση με το ξύλο (40%), το λινάρι (65-75%), που απαιτείται για την κατασκευή πλαστικών.

Οι κύριες ιδιότητες της κάνναβης που την καθιστούν εξαιρετική επιλογή είναι οι χαμηλές καλλιεργητικές εισροές και τα ευνοϊκά χαρακτηριστικά καλλιέργειας. Η υψηλή απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από την ατμόσφαιρα, οι χαμηλές απαιτήσεις σε φυτοφάρμακα, λιπάσματα και νερό σε σύγκριση με τις άλλες πηγές βιοπλαστικών καθιστούν την κάνναβη ανώτερη πηγή για βιοπλαστικά από το βαμβάκι και το ξύλο. Σήμερα κατασκευάζονται διάφορες ποιότητες τυποποιημένων βιοπλαστικών που είτε ενισχύονται με ίνες κάνναβης σε ποσοστό 30-40% είτε περιέχουν 100% ίνες κάνναβης. Αυτά τα βιοπλαστικά είναι 5 φορές πιο σκληρά και 2,5 φορές ισχυρότερα από το πολυπροπυλένιο. Η έγχυση των ινών κάνναβης τα καθιστά λιγότερο μολυσματικά, πιο ανθεκτικά και βιοδιασπώμενα. Πολλές εταιρείες, όπως η Kanesis και η Zoeform, αναδεικνύουν τη χρήση της κάνναβης στην παραγωγή βιοπλαστικών[244].

Το 2019 έγιναν σημαντικά βήματα στην παραγωγή και ανάκτηση πολυεστέρα (3-υδροξυβουτυρικού) (P3HB), από βιομάζα κάνναβης [248]. Η καινοτομία αυτή αποσκοπεί στη δημιουργία οικολογικών βιοπλαστικών με χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το πολυ(3-υδροξυβουτυρικό) είναι ένα βιοδιασπώμενο και βιοσυμβατό υλικό που είναι έτοιμο να αντικαταστήσει τα πλαστικά ορυκτής προέλευσης. Ενώ η έρευνα αυτή υπόσχεται ένα πιο βιώσιμο μέλλον, συνεχίζονται οι προσπάθειες για τη μείωση του κόστους αυτού του φιλικού προς το περιβάλλον βιοδιασπώμενου πλαστικού [234].

4.2.2.1 Σύγκριση βιοπλαστικών κάνναβης με τα πετροχημικά πλαστικά

Οι κύριοι παράγοντες που επιβάλλουν την αντικατάσταση των συμβατικών πλαστικών με πλαστικό κάνναβης περιλαμβάνουν την τοξικότητά τους, τη χημική τους αδράνεια, τους κινδύνους κατασκευής τους και την κατανάλωση μεγάλης ποσότητας φυσικών πόρων.

Το μεγαλύτερο μέρος των συμβατικών πλαστικών σήμερα κατασκευάζεται με τη χρήση ενώσεων με βάση το πετρέλαιο. Οι ενώσεις που παράγονται από υδρογονάνθρακες, όπως το βενζόλιο και το λουόλιο, είναι τοξικές, θεωρούνται τα πιο δηλητηριώδη παράγωγα των πλαστικών και αποτελούν κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία [251]. [249]

Η χρήση του πετρελαίου θεωρείται επιβλαβής για το περιβάλλον, δεδομένου του μεγέθους των αποβλήτων που δημιουργούνται κατά τη διαδικασία διύλισης και των

καταστροφικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό του πετρελαίου από τη γη. Ταυτόχρονα με τη μεγάλη κατανάλωση πετρελαίου στην κατασκευή πλαστικών χάνεται ένας από τους σημαντικότερους φυσικούς πόρους του πλανήτη.

Από την άλλη πλευρά, το πλαστικό κάνναβης παράγεται αποκλειστικά με τη χρήση της κυτταρίνης που εξάγεται από το φυτό της κάνναβης χωρίς να προκαλεί καμία τοξικότητα κατά την παραγωγή του ενώ είναι 100% βιοδιασπώμενο και ανακυκλώσιμο όταν παρασκευάζεται εξ ολοκλήρου από φυτά κάνναβης. Με την παραγωγή και την ευρεία χρήση βιοπλαστικών κάνναβης, ανοίγει ένας νέος κύκλος ανακύκλωσης, πολύ πιο φιλικός προς το περιβάλλον με τη μετατροπή των αποβλήτων σε χρήσιμα υλικά. Τα απόβλητα συγκομίζονται και διασπώνται σε ζωτικά συστατικά. Το παραγόμενο προϊόν τοποθετείται σε χωματερή, όπου η φύση κάνει τον κύκλο της και το διαχωρίζει σε απαιτούμενα συμπληρώματα βασικά για την ανάπτυξη του φυτού [250].

Η κάνναβη απορροφά τετραπλάσια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα από ό,τι τα δέντρα εν μέσω του γρήγορου κύκλου ανάπτυξής της, διάρκειας 12-14 εβδομάδων. Τα πλαστικά από κάνναβη, όταν δεν είναι πλέον χρήσιμα και πηγαίνουν σε μια χωματερή, βιοδιασπώνται φέρνοντας τον άνθρακα πίσω στο έδαφος. Επίσης η δημιουργία πλαστικού από κάνναβη απαιτεί 22-45% λιγότερη ενέργεια από τα προϊόντα που βασίζονται σε μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [251].

Στη βιομηχανική παραγωγή, η αντοχή του πλαστικού κάνναβης το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικό σε διάφορες εταιρείες. Η αυτοκινητοβιομηχανία, η οικοδομική βιομηχανία και οι βιομηχανίες συσκευασίας έχουν στραφεί με ενδιαφέρον προς το βιοπλαστικό [252]. Το γεγονός επίσης ότι είναι ένα ελαφρύ υλικό και έχει πολύ υψηλή αναλογία πυκνότητας προς βάρος, του επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί στην αεροδιαστημική για την εξοικονόμηση βάρους σε βαριές κατασκευές. Τέλος λόγω της ευελιξίας της, η κάνναβη μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε, για οποιονδήποτε σκοπό αντικαθιστώντας τα συμβατικά πλαστικά [247].

Παρά τα τόσα πλεονεκτήματα και τα θετικά χαρακτηριστικά του βιοπλαστικού κάνναβης το κόστος και η διαδικασία παραγωγής είναι τα αδύνατα σημεία στον ανταγωνισμό με τα παραδοσιακά πλαστικά. Τα πλαστικά που παράγονται με τη χρήση πετρελαϊκών ενώσεων είναι αρκετά φθηνά και εύκολα στην κατασκευή ενώ από την άλλη πλευρά, οι διαδικασίες που αφορούν την παραγωγή βιοδιασπώμενων πλαστικών και συγκεκριμένα πλαστικών κάνναβης είναι πιο ακριβές και απαιτούν μεγαλύτερη προσπάθεια από την παραγωγή συμβατικών πλαστικών.

4.2.2.2 Προϊόντα από Hemp Plastic

Το Hemp Plastic έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στην αγορά της αυτοκινητοβιομηχανίας.

Τα ενισχυμένα πλαστικά με ίνες κάνναβης σημειώνουν σημαντική πρόοδο στην κατασκευή αυτοκινήτων. Εταιρείες όπως η BMW, η Mercedes, η Volkswagen Golf, η Peugeot, η Alfa Romeo και άλλες υιοθετούν ενεργά υλικά με βάση την κάνναβη για διάφορες εφαρμογές. Το Refine® Hemp-PP, για παράδειγμα, βρίσκει τη θέση του στα πάνελ των θυρών του Peugeot 308, ενώ το NAFILean™ ενισχύει το ταμπλό της Alfa Romeo Giulia [234].

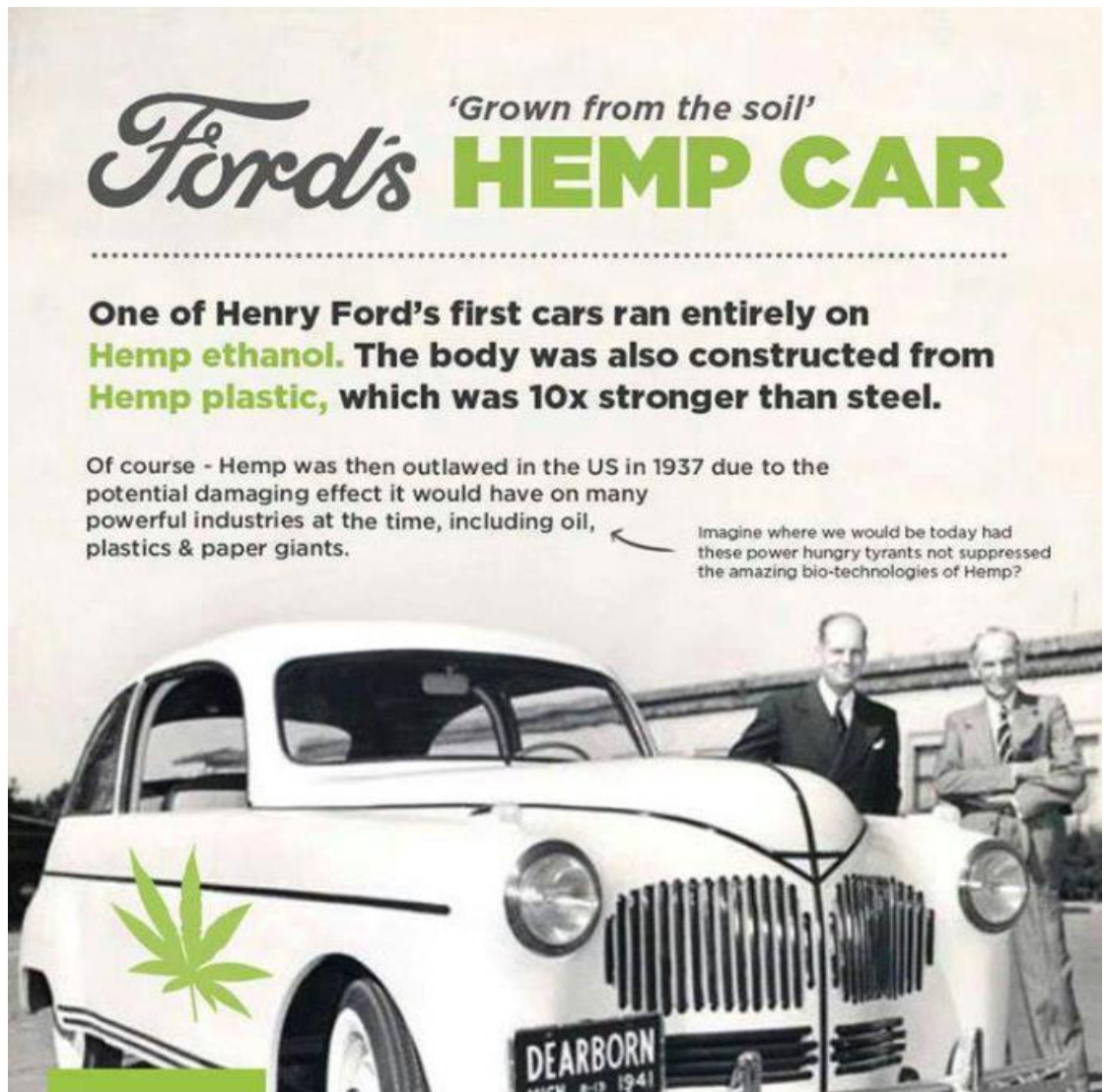
Η βιομηχανική κάνναβη μπορεί να υποστεί επεξεργασία σε διάφορες μορφές κατάλληλες για εσωτερικές και εξωτερικές εφαρμογές στην κατασκευή αυτοκινήτων. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες ενσωματώνουν ολοένα και περισσότερο σύνθετα πλαστικά από κάνναβη σε διάφορα εξαρτήματα του οχήματος, όπως πορτμπαγκάζ, επενδύσεις οροφής, καλύμματα εφεδρικών τροχών και θήκες συσκευασίας. Ένα κρίσιμο τμήμα της αγοράς είναι η χύτευση με πρέσα, όπου τα υλικά με βάση την κάνναβη βρίσκουν εφαρμογές σε πάνελ πόρτας, επενδύσεις πορτμπαγκάζ αυτοκινήτου, πάνελ πίσω ράφι και επένδυση οροφής, ταμπλό, επενδύσεις κολόνων, κελύφη καθισμάτων, υποστρώματα και πολλά άλλα (Σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3 : Πάνελ πόρτας BMW.

Πηγή:<https://www.nocohempexpo.com/driving-hemp-future-bmw-goes-biodegradable/> [Οκτώβριος 2023]

Αξίζει να σημειωθεί ότι το 1941, ο Χένρι Φορντ έκανε ένα πρωτοποριακό βήμα χρησιμοποιώντας πλαστικά με βάση την κάνναβη για την κατασκευή πορτών και φτερών αυτοκινήτων. Το δημιούργημά του, με την εύστοχη ονομασία Hemp Body Car (Σχήμα 4.4), ανέδειξε τις τεράστιες δυνατότητες του συνδυασμού της κάνναβης με την πλαστική τεχνολογία. Αυτό το επαναστατικό όχημα αποτελούνταν κατά 70% από ίνες κάνναβης αναμειγμένες με ένα σύνθετο πλαστικό. Ο Ford έφτασε μάλιστα στο σημείο να αποδείξει την αντοχή αυτού του υλικού χτυπώντας το αυτοκίνητο με ένα ρόπαλο, χωρίς να αφήσει ορατή ζημιά. Παρά το ελπιδοφόρο αυτό ξεκίνημα, το όχημα δεν παρήχθη ποτέ μαζικά εκείνη την εποχή αλλά η οραματική προσέγγιση του Ford άνοιξε το δρόμο για τις μελλοντικές δυνατότητες [234].



Σχήμα 4.4 : Ford's Hemp Car.

Πηγή:<https://www.garycrossleyford.com/blog/today-in-ford-history/henry-fords-plastic-hemp-car-january-13th-1942/> /Οκτώβριος 2023.

Το όραμα του Ford δεν σταμάτησε στα πλαστικά με βάση την κάνναβη αλλά προεκτάθηκε σε μια πρωτότυπη ιδέα που επίσης δεν υλοποιήθηκε και αφορούσε στη λειτουργία του οχήματος με αιθανόλη από κάνναβη. Σήμερα όμως, έστω και πολλά χρόνια αργότερα, καταγράφεται η δυναμική επανεμφάνισης της βιομηχανικής κάνναβης στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, παρουσιάζοντας μια βιώσιμη και θετική ως προς τον άνθρακα πηγή πλαστικοποιητικού υλικού.

Οι ίνες κάνναβης έχουν εδραιώσει το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα έναντι των παραδοσιακών υλικών όπως το υαλοβάμβακα, χάρη στις ευνοϊκές μηχανικές τους ιδιότητες ακαμψίας και αντοχής σε συνδυασμό με τη χαμηλή πυκνότητα. Επιπλέον, τα πλαστικά με βάση την κάνναβη είναι γνωστά για το γεγονός ότι δεν θρυμματίζονται και δεν αφήνουν αιχμηρές άκρες, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ασφαλείας, ιδίως σε αυτοκινητιστικά ατυχήματα [234].

Εκτός από την αυτοκινητοβιομηχανία το πλαστικό κάνναβης χρησιμοποιείται αποτελεσματικά και σε άλλες κατηγορίες προϊόντων όπως είδη καθημερινής χρήσης (πιάτα, μαχαίρια, πιρούνια, κουτάλια, ποτήρια, καλαμάκια, οδοντόβουρτε) (Σχήμα 4.5 & 4.7) , υλικό για 3D-Printers (Σχήμα 4.6) ,scooters, consumer electronics, designer chairs, έπιπλα, μουσικά όργανα, surfboards (Σχήμα 4.8), γυαλιά ηλίου (Σχήμα 4.9) και κυριολεκτικά χιλιάδες άλλα προϊόντα.



Σχήμα 4.5 : Γκάμα πλαστικών προϊόντων από Hemp Plastic.

Πηγή: <https://hempplastic.com/> / Οκτώβριος 2023.



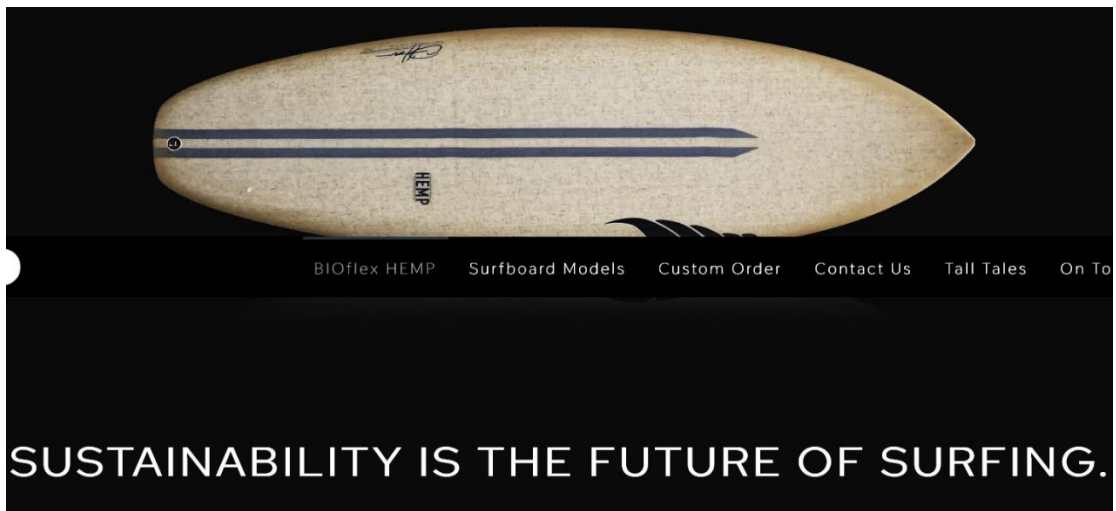
Σχήμα 4.6 : Hemp Plastic έτοιμο για χρήση σε 3D-Printer.

Πηγή:<https://canapuglia.it/en/products/filamento-canapa-hbp-pla>
/ Οκτώβριος 2023.



Σχήμα 4.7 : Βιοδιασπώμενα καλαμάκια από Κάνναβη

Πηγή:https://www.exemplarylife.com/product/hemp-straw-available-now-42?cp=true&sa=false&sbp=false&q=false&category_id=12 / Οκτώβριος 2023.



Σχήμα 4.8 : Hemp Plastic Surfboard.

Πηγή: <https://solidsurf.co/bioflex/> / Οκτώβριος 2023.



Σχήμα 4.9 : Σκελετός γυαλιών ηλίου από Hemp Plastic

Πηγή: <https://ecoreactor.org/en/hemp-bioplastic/> / Οκτώβριος 2023.

Αξιοσημείωτη και πολλά υποσχόμενη εφαρμογή έχει το Hemp Plastic στην βιομηχανία προσθετικών μελών (Σχήμα 4.10). Η Human Plant Solutions σχεδιάζει για τους πελάτες της προσθετικά μέλη κατασκευασμένα από πλαστικό κάνναβης, προσδίδοντάς τους ιδιότητες όμοιες και καλύτερες από αυτές των ανθρακονημάτων όπως στην αντοχή (είναι στην πραγματικότητα ισχυρότερη, όταν έχει υποστεί κατάλληλη επεξεργασία) στην ευκαμψία, στην ελαστικότητα καθώς και στο βάρος [260].



Σχήμα 4.10 : Δυνατότητα κατασκευής προσθετικών τεχνητών μελών από Hemp Plastic
Πηγή:<https://livingwithamplitude.com/hemp-sockets-amputees-human-plant-solutions/> /Οκτώβριος 2023.

Τα πλαστικά κάνναβης έχουν αυξητική και δυναμική πορεία ως εναλλακτικά υλικά με αξιόλογες δυνατότητες που είναι ταυτόχρονα βιώσιμα και πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Είναι απολύτως πιθανό ότι στο εγγύς μέλλον, όλα τα πλαστικά θα προέρχονται από έναν βιώσιμο, βιοδιασπώμενο πόρο. Ενώ έχουμε ακόμη πολύ δρόμο μέχρι να εξαλειφθούν πλήρως τα παραδοσιακά πλαστικά, τα βιοπλαστικά κάνναβης θα βοηθήσουν στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων των συμβατικών πλαστικών στην υγεία και το περιβάλλον μας [261].

4.3 Κλωστοϋφαντουργία

4.3.1 Σύγκριση των ινών κλωστικής κάνναβης με τις ίνες συμβατικών πρώτων ύλών.

Σε έναν κόσμο που επικεντρώνεται όλο και περισσότερο στη βιωσιμότητα και την περιβαλλοντική συνείδηση, η καλλιέργεια της κλωστικής κάνναβης και η αξιοποίηση της ίνας της στην κλωστοϋφαντουργία αποτελεί μια αξιόπιστη πρόταση για ανθεκτικά, ποιοτικά και οικολογικά προϊόντα.

Η κάνναβη έχει μια ιστορία χιλιάδων χρόνων στην υπηρεσία της ανθρωπότητας και η ίνα της ήταν ιδιαίτερα δημοφιλής και περιζήτητη από τους ιστορικούς χρόνους για τη μοναδικότητα και την ανθεκτικότητά της. Από το 1000 π.Χ. μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα, η κλωστική κάνναβη ήταν η κυριότερη γεωργική καλλιέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο και οι ίνες της αποτελούσαν το βασικό υλικό για την παραγωγή σχοινιών, καραβόπανων, διχτυών, νημάτων, υφασμάτων, χαλιών, καμβάδων και πολλών άλλων προϊόντων, κατέχοντας συνακόλουθα σημαντικότερη θέση στην παγκόσμια οικονομία έως την εμφάνιση και την κυριαρχία των συνθετικών υλών και του βαμβακιού [40][244].

Στη χώρα μας, και συγκεκριμένα στα μέσα του προηγούμενου αιώνα, επί δεκαετίες ανθούσε η κλωστοϋφαντουργία που χρησιμοποιούσε ως πρώτη ύλη την κλωστική κάνναβη. Η κάνναβη αποτελούσε διαδεδομένη γεωργική καλλιέργεια και εξαγωγίμο προϊόν, αποτελώντας μάλιστα στήριγμα της οικονομίας πολλών ελληνικών πόλεων [262].

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για την καλλιέργεια της κάνναβης και ένας από τους πιο σημαντικούς λόγους είναι η εξαιρετική της ικανότητα να αποσυντίθεται μέσα σε διάστημα ενός μήνα. Η κάνναβη είναι βιοδιασπώμενη και παραμένει φιλική προς το περιβάλλον ενώ οι συνθετικές ίνες απελευθερώνουν μικροΐνες στον υδροφόρο ορίζοντα όταν πλένονται και μπορούν να παραμείνουν στις χωματερές για έως και 300 χρόνια, καταστρέφοντας περαιτέρω τον πλανήτη [244].

Επιπλέον σε αντίθεση με την καλλιέργεια του βαμβακιού, η καλλιέργεια της κλωστικής κάνναβης δεν απαιτεί υψηλή κατανάλωση νερού, ούτε τη χρήση χημικών λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων αφού δεν υπόκειται σε συνήθη παράσιτα και ασθένειες, με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι έχει αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα και ευεργετική συνολική επίπτωση για το περιβάλλον. Αξίζει να σημειωθεί ότι η καλλιέργεια του βαμβακιού είναι υπεύθυνη για τη χρήση περίπου 10% όλων των γεωργικών χημικών προϊόντων και 25% των εντομοκτόνων που προκαλούν μόλυνση στο έδαφος, το νερό και τον αέρα [259]. Επίσης, η κλωστική κάνναβη έχει μεγαλύτερη απόδοση ανά στρέμμα σε σύγκριση με το βαμβάκι, το οποίο απαιτεί τουλάχιστον 4 φορές περισσότερο νερό και πολλά χημικά, ενώ συνολικά από ένα στρέμμα κλωστικής κάνναβης μπορούν να παραχθούν δύο έως τρεις φορές περισσότερες ίνες από ένα στρέμμα βαμβακιού. Παράλληλα η κλωστική κάνναβη

μπορεί να αποτελέσει μια καλύτερη εναλλακτική επιλογή από το βαμβάκι γιατί προσφέρει πιο ανθεκτική και πιο υψηλής ποιότητας ίνα που η φυσική της σύνθεση και οι ιδιότητες βαφής της επιτρέπουν ελάχιστη χρήση χημικών ή ακόμη και επεξεργασία χωρίς χημικά [244][263].

4.3.2 Το ύφασμα κάνναβης

Το ύφασμα κάνναβης (Σχήμα 4.11) ανήκει σε φυσικούς τύπους υφασμάτων και με τη συνδρομή της σύγχρονης τεχνολογίας, η διαδικασία παραγωγής του έχει απλοποιηθεί [264].



Σχήμα 4.11 : Ύφασμα από ίνες Κάνναβης.

Πηγή: <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, Οκτώβριος 2023.

Η παραγωγή του υφάσματος κάνναβης βασίζεται στην αρχή του απλώματος (Σχήμα 4.12). Οι ίνες ξηραίνονται, λευκαίνονται χωρίς τη χρήση χημικών και αποστέλλονται στην παραγωγή υλικού. Μερικές φορές τα νήματα κάνναβης χτενίζονται και γυαλίζονται ώστε να γίνουν πιο απαλά και ελαστικά.



Σχήμα 4.12 : Απλώμα ινών Κάνναβης.

Πηγή: <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, /Οκτώβριος 2023.

Η προετοιμασμένη πρώτη ύλη τροφοδοτεί τον εξοπλισμό κλώσης και ύφανσης (Σχήμα 4.13) και το αποτέλεσμα είναι μια πυκνή και ιδιαίτερα ανθεκτική οικολογική ύλη (Σχήμα 4.14)[264].



Σχήμα 4.13: Ύφανση με νήμα από ίνες κάνναβης.

Πηγή: <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, /Οκτώβριος 2023.



Σχήμα 4.14: Νήμα και καμβάς από ίνες κάνναβης

[<https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, /Οκτώβριος 2023]

Τα υφάσματα που δημιουργούνται από κλωστική κάνναβη έχουν πορώδη δομή, είναι διαπνέοντα, ιδιαίτερα απορροφητικά με την υγρασία και την εφίδρωση εξασφαλίζοντας την αναπνοή κατά τη διάρκεια των ζεστών καλοκαιρινών ημερών. Επιπλέον, ο αέρας που παγιδεύεται στην ίνα θερμαίνεται από το σώμα και ως εκ τούτου καθιστά τα ενδύματα φυσικά ζεστά σε ψυχρότερα κλίματα. Έτσι με τις εξαιρετικές θερμικές τους ιδιότητες, τα υφάσματα κάνναβης δίνουν στους χρήστες την αίσθηση δροσιάς το καλοκαίρι και ζέστης το χειμώνα [264][234].

Τα υφάσματα επίσης είναι αδρανή στην απορρόφηση ξένων οσμών και ανθεκτικά απέναντι στη βρωμιά, τη μούχλα και τους μύκητες. Επιπλέον είναι εκ φύσεως αντιβακτηριακά και υποαλλεργικά, έχουν υψηλό δείκτη προστασίας από την ηλιακή ακτινοβολία, δεν ξεβάφουν εύκολα και είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στις συχνές πλύσεις (Σχήμα 4.15)[263].



Σχήμα 4.15 : Υφάσματα κάνναβης σε διάφορα χρώματα.

Πηγή:<https://fashion-el.corexpro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, /Οκτώβριος 2023.

Εξωτερικά μοιάζουν με βαμβακερά ή λινά υφάσματα. Έχουν την ιδιότητα να είναι μαλακά και ελαστικά όπως το βαμβάκι και διαθέτουν λεία υφή όπως το μετάξι. Οι ίνες τους είναι μακρύτερες από τις ίνες του βαμβακιού ενώ είναι πιο ζεστά και πιο απαλά στην αφή. Το ύφασμα δεν συρρικνώνεται μετά το πλύσιμο σε υψηλές θερμοκρασίες ενώ γίνεται ακόμη πιο μαλακό με κάθε χρήση, καθιστώντας το αγαπημένο για όσους εκτιμούν την άνεση και τη μακροζωία στα ρούχα τους [234] [260].

Το κλωστοϋφαντουργικό προϊόν κάνναβης είναι εξαιρετικά ευπροσάρμοστο, αναμειγνύεται αβίαστα με άλλες ίνες (Σχήμα 4.16), όπως το βαμβάκι ή το λινό και το μετάξι, για τη δημιουργία υφασμάτων που συνδυάζουν τα καλύτερα στοιχεία και από τα δύο υλικά. Αυτή η ευελιξία έχει ανοίξει το δρόμο για καινοτόμα υβρίδια υφασμάτων και ρούχων που ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες ανάγκες και προτιμήσεις [234].



Σχήμα 4.16:Αριστερά ύφασμα σατέν από κάνναβη και μετάξι. Δεξιά ύφασμα από κάνναβη και οργανικό βαμβάκι.

Πηγή:<https://fashion-el.corexpro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, /Οκτώβριος 2023.

Τα υφάσματα κάνναβης παρέχουν τη δυνατότητα για την κατασκευή μεγάλης γκάμας προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων ενδυμάτων παντός τύπου, υποδημάτων (μοκασίνια, πάτοι, παντόφλες) αξεσουάρ (καπέλα, ζώνες, κοσμήματα) (Σχήμα 4.17) και οικιακού εξοπλισμού(κουρτίνες, τραπεζομάντιλα, πετσέτες, κλινοσκεπάσματα, μαξιλάρια κ.α.) (Σχήμα 4.18). Επίσης λόγω των αντιβακτηριακών και υποαλλεργικών ιδιοτήτων τους αποτελούν ιδανική επιλογή για βρεφικά ρούχα, εσώρουχα για νεογέννητα και αθλητικές στολές [264] [244].



Σχήμα 4.17 : Είδη ένδυσης, υπόδησης και αξεσουάρ από ύφασμα κάνναβης.
 Πηγή: <https://cannapoint.gr/cannabis-cbd-products/accessories-bags/> /Οκτώβριος 2023.



Σχήμα 4.18: Είδη οικιακού εξοπλισμού από ύφασμα κάνναβης.

Πηγή: <https://fashion-el.decorexpro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, /Οκτώβριος 2023.

Οι λείες, σταθερές και ισχυρές ιδιότητες του νήματος κάνναβης το καθιστούν μια δημοφιλή επιλογή για χειροποίητα κοσμήματα. Το συγκεκριμένο νήμα είναι φιλικό στο δέρμα και προσφέρεται για περίπλοκα σχέδια. Επίσης ο σπάγκος κάνναβης (Σχήμα 4.19) βρίσκει εφαρμογές στη χειροτεχνία, την κηπουρική και τη διαμόρφωση του τοπίου [234].



Σχήμα 4.19: Σπάγκος κάνναβης.

Πηγή:<http://gr.chinahemptex.com/hemp-fabric/> /Οκτώβριος 2023

Τα σκληρά νήματα χρησιμοποιούνται για οικιακές ανάγκες και εσωτερική διακόσμηση όπως ταπετσαρίες τοίχων και υφάσματα επιπλώσεων. Η αντοχή και η ανθεκτικότητα της κάνναβης στη φθορά την καθιστούν επίσης εξαιρετική επιλογή για την κατασκευή χαλιών.

Επιπλέον, αυτή η ομάδα περιλαμβάνει υφάσματα για την παραγωγή πανιών, σάκων, τσαντών, σακιδίων, καλαθιών, ζωνών αυτοκινήτων, διακοσμητικών νημάτων και κορδονιών [234].

Αν και οι συνθετικές εναλλακτικές λύσεις έχουν αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό το σχοινί κάνναβης (Σχήμα 4.20) στη ναυτιλιακή βιομηχανία, το σχοινί αυτό παραμένει πολύτιμο λόγω της μοναδικής χονδρότητας και ανθεκτικότητάς του, η οποία επιτρέπει την ανώτερη σταθερότητα των κόμπων [234].



Σχήμα 4.20 : Καραβόσχοινο κάνναβης.

Πηγή:<https://fashion-el.corexpro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>, /Οκτώβριος 2023.

Τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα της κάνναβης αποκτούν τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερη δημοτικότητα. Πολλές ευρωπαϊκές εταιρείες και συνεταιρισμοί, ιδίως στη Γαλλία, επενδύουν στην έρευνα και την ανάπτυξη προγραμμάτων για την

επαναφορά της ευρωπαϊκής κάνναβης στην κλωστοϋφαντουργία, αντιλαμβανόμενοι την τεράστια δυναμική των προϊόντων της [244].

Συμπερασματικά, οι ίνες κάνναβης έχουν αντέξει στο χρόνο και συνεχίζουν να εξελίσσονται σε σύγχρονες εφαρμογές. Τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα της κάνναβης, λόγω της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας των ινών τους, αποτελούν μια ελκυστική επιλογή, σε έναν κόσμο που εστιάζει όλο και περισσότερο σε λύσεις φιλικές προς το περιβάλλον. Καθώς ο πλανήτης αγωνιά για ένα πιο βιώσιμο μέλλον, η φυσική κάνναβη και τα πλεονεκτήματά της μπορούν κάλλιστα να οδηγήσουν σε έναν πιο οικολογικό και μοντέρνο κόσμο [244][234].

Κεφάλαιο 5: Η Χρήση της κάνναβης στον κατασκευαστικό τομέα

5.1 Η κάνναβη ως δομικό υλικό

5.1.1 «Hempcrete», ένα βιώσιμο δομικό υλικό

Τα τελευταία χρόνια, ο πλανήτης αντιμετωπίζει σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως η υπερθέρμανση, το φαινόμενο της αστικής θερμονησίδας και η κλιματική αλλαγή. Ο τομέας των κτιρίων και των κατασκευών καταναλώνει το 32% της παγκόσμιας ενέργειας και συμβάλλει στο 19% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου [265]. Για την αντιμετώπιση αυτών των απειλών και την προστασία της γης και της ανθρώπινης ζωής, προωθείται η χρήση οικοδομικών υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.

Τα βιώσιμα δομικά υλικά χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο γιατί διαθέτουν πλεονεκτικές τεχνικές ιδιότητες ενώ παράλληλα σέβονται το περιβάλλον και δεν επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία. Τα βιοϋλικά με βάση τα φυτά, όπως το μπαμπού, το λινάρι, ή την κάνναβη, αποτελούν μια εναλλακτική επιλογή στον κατασκευαστικό κλάδο λόγω των υψηλών μονωτικών και θερμικών ιδιοτήτων τους, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή υλικά για μη δομικά μείγματα σκυροδέματος. Επίσης, η κατασκευή με τη χρήση βιώσιμων υλικών μειώνει το συνολικό κόστος και παρέχει μακροπρόθεσμα οφέλη για την κοινότητα [266].

Το σκυρόδεμα με βάση την κάνναβη, γνωστό και ως «hempcrete», είναι ένα υλικό που αλλάζει τα δεδομένα στον κατασκευαστικό τομέα, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά υλικά καθώς παρέχει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη. Το πιο διαδομένο και συνήθως χρησιμοποιούμενο δομικό υλικό είναι το σκυρόδεμα με συνδετικό υλικό το τσιμέντο. Κάθε χρόνο η παγκόσμια παραγωγή προσεγγίζει το 1 m³ σκυροδέματος ανά κεφαλή πληθυσμού και κάθε τόνος τσιμέντου εκπέμπει περίπου 900 kg διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) [267]. Αντίθετα το hempcrete λόγω της σύνθεσής του λειτουργεί ως καταλύτης του CO₂. Το μείγμα του αποτελείται 80-90% από κομμάτια του ξυλώδη πυρήνα της κάνναβης (shives), που έχει την ιδιότητα να απορροφά μεγάλο ποσοστό CO₂ από το περιβάλλον. Η ποσότητα του CO₂ που απορροφά το hempcrete κατά τη διάρκεια της ζωής του, είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που εκπέμπεται κατά τη μεταφορά του και κατά τη διάρκεια της κατασκευαστικής φάσης. Κάθε τόνος κανναβικού σκυροδέματος απορροφά περίπου 249 kg CO₂ κατά τη διάρκεια των 100 ετών του κύκλου ζωής του [268].

Το σκυρόδεμα με βάση την κάνναβη διαθέτει εξαιρετικά κατασκευαστικά πλεονεκτήματα όπως αντοχή στη φωτιά, στιβαρότητα, υψηλή ικανότητα ενεργειακής απόδοσης, μη τοξική και φυσική αντοχή στη μούχλα και τα έντομα. Καθώς το σκυρόδεμα κάνναβης έχει χαμηλή πρωτεΐνη, δεν καταναλώνεται από έντομα ή σκώρους. Το σκυρόδεμα κάνναβης είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στις κατασκευές για τις υγροθερμικές του ιδιότητες ενώ παράλληλα η χρήση του αποτελεί βιώσιμη λύση καθώς μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις [269][270][271]. Λόγω της

υγροσκοπικής του φύσης, διατηρεί τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία για μεγάλα χρονικά διαστήματα και συμβάλλει στη μείωση της ενεργειακής χρήσης.

Το hempcrete (Σχήμα 5.1) είναι επίσης ένα οικολογικό και ανακυκλώσιμο οικοδομικό υλικό.

Κάθε απόβλητο που παράγεται στο εργοτάξιο μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε μείγμα ως βελτιωτικό του εδάφους. Εάν μια κατασκευή από σκυρόδεμα κάνναβης πρέπει να κατεδαφιστεί, όλο το σκυρόδεμα μπορεί να ανακυκλωθεί και να χρησιμοποιηθεί σε ένα νέο μείγμα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί εύκολα αφού σπάζει, με το χέρι ή με σφυρί, σε μεγάλες ποσότητες [272].

5.1.2 Σύνθεση και χαρακτηριστικά

Σύνθεση

Το hempcrete είναι ένα βιο-σύνθετο δομικό υλικό με βάση τα θραύσματα του ξυλώδη πυρήνα του κορμού της κάνναβης (hemp shives/hurds). Ο πυρήνας του φυτού τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια μεγέθους 5 έως 25 mm και στη συνέχεια αναμιγνύεται με ασβέστη, νερό και ένα μικρό ποσοστό τσιμέντου για να σχηματιστεί το τελικό προϊόν [273].



Σχήμα 5.1 : Κανναβοσκυρόδεμα – Hempcrete.

Πηγή:<https://hempstone.net/catalyst-for-change/faq-hempcrete-explained/>/Δεκέμβριος 2023.

Πυκνότητα

Η πυκνότητα του hempcrete εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα και την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται στη σύνθεσή του, το μέγεθος και το πορώδες των τεμαχίων και την ενέργεια συμπύκνωσης [275]. Συνήθως, η πυκνότητα του

hemcrete σε εφαρμογές εντός τοίχων μπορεί να παρατηρηθεί μεταξύ 400 και 500 kg/m³ με τη χρήση της μεθόδου χύτευσης επί τόπου, ενώ μπορεί να είναι μεταξύ 200 και 250 kg/m³ με τη μέθοδο ψεκασμού. Όταν η ποσότητα των τεμαχίων παραμένει σταθερή, αλλά σε υψηλότερη αναλογία συνδετικού υλικού είναι δυνατόν να επιτευχθεί πυκνότητα 600 έως 1000 kg/m³ [276]. Το κάνναβοσκυρόδεμα έχει καλύτερη αντοχή και υψηλή πυκνότητα με καλή συμπύκνωση [277].

Θερμική αγωγιμότητα

Η μικρή ποσότητα υγρασίας επηρεάζει δραστικά τη θερμική απόδοση του υλικού και επιβραδύνει την ταχεία ροή θερμότητας σε ένα κτίριο με ξαφνική αλλαγή της θερμοκρασίας. Επίσης σε έρευνα οι μελετητές προσδιόρισαν ότι λόγω της υψηλής θερμικής αδράνειάς του, το σκυρόδεμα κάνναβης μπορεί να θερμανθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα και να διατηρεί τη θερμοκρασία για μεγάλο χρονικό διάστημα όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μειώνεται [279].

Ακουστική απορρόφηση

Σύμφωνα με το ισχύον πρότυπο που δίνεται για τους συντελεστές μείωσης θορύβου των κοινών δομικών υλικών, η τέλεια απορρόφηση είναι 1NRC(noise reduction coefficient - συντελεστής μείωσης θορύβου), ενώ τέλεια ανάκλαση σημαίνει 0 NRC, το σκυρόδεμα κάνναβης έχει μέσο όρο 0,69. Επιπλέον, το σκυρόδεμα κάνναβης έχει καλύτερες ιδιότητες ηχοαπορρόφησης από τα συμβατικά, υλικά όπως το σκυρόδεμα τσιμέντου, και ότι φυσικές παράμετροι όπως η πυκνότητα και το πορώδες δεν επηρεάζουν την ακουστική απορρόφηση. Επίσης, έχει βρεθεί ότι η χρήση ασβεστοδεσμικού συνδετικού υλικού με το κάνναβοσκυρόδεμα, έχει καλύτερη ακουστική απορρόφηση από τη χρήση hemcrete με τσιμέντο Πόρτλαντ [280].

Διαπερατότητα ατμών

Το κανναβικό σκυροδέμα, ρυθμίζει την εσωτερική θερμοκρασία, μειώνει την ανάγκη για συστήματα θέρμανσης και ψύξης, διατηρώντας παράλληλα την ποιότητα του αέρα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο πορώδες του κανναβικού σκυροδέματος, το οποίο επιτρέπει τη μεταφορά υδρατμών στον αέρα. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται σε περιόδους υψηλής υγρασίας, επιτρέποντας στους υδρατμούς να συμπυκνωθούν σε υγρή κατάσταση και στη συνέχεια να έρθουν στην επιφάνεια των πόρων. Η διαδικασία αυτή μπορεί επίσης να αντιστραφεί σε περιόδους χαμηλής υγρασίας, λειτουργώντας ως φυσικός υγραντήρας. Καθώς οι φυσικές καταστάσεις του νερού εναλλάσσονται από την υγρή κατάσταση στην κατάσταση των ατμών, τροποποιείται η ειδική θερμότητα και η θερμική αγωγιμότητα του κανναβικού σκυροδέματος [281].

Χρήσεις

Μπετόν κάνναβης που χρησιμοποιείται στην κατασκευή τοίχων

Λόγω της ασθενούς δομικής του απόδοσης, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε φέρουσες κατασκευές, απαιτείται πάντα ξύλινος δομικός σκελετός για ισχυρή στήριξη. Αρχικά, κατασκευάζεται ένα βάθρο επικαλυμμένο με D.P.C. (Damp Proof Course / Υγρομόνωση Δαπέδου), συνδέοντας το θεμέλιο με τη βάση του τοίχου,. Στη

συνέχεια, πάνω στο βάθρο, σχεδιάζεται ένα δομικό πλαίσιο, ένας απλός σκελετός, που τυπικά έχει καρφιά, πλάκα δαπέδου και πλάκα τοίχου [272].

Επιλογές δομικού πλαισίου

Για την παροχή δομικής στήριξης σε τοίχους από σκυρόδεμα κάνναβης, διατίθενται διάφορες επιλογές πλαισίων (Σχήμα 5.2). Μία από τις απλούστερες είναι το πλαίσιο το οποίο αποτελείται από ορθοστάτες, πλάκες δαπέδου και πλάκες τοίχου. Αυτά τα πλαίσια μπορούν να διαμορφωθούν με διάφορους τρόπους, όπως κεντρικά πλαίσια, εκτεθειμένα πλαίσια ή διπλά πλαίσια, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά [282].



Σχήμα 5.2 : Δομικά πλαίσια έγχυσης hempcrete.

Πηγή: <https://thathempcreteguy.com/work/cast-hempcrete-extension> / Δεκέμβριος 2023.

Προκατασκευασμένα πάνελ από σκυρόδεμα κάνναβης

Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εμπορικά κτίρια μεγάλης κλίμακας και σε οικιστικές περιοχές όπου υπάρχει άφθονο ξύλο δρυός. Τα πάνελ αυτά (Σχήμα 5.3) αποτελούνται από ένα ξύλινο πλαίσιο, ένα ενσωματωμένο στρώμα μόνωσης και ένα αναπνεύσιμο στρώμα ελέγχου των υδρατμών. Παράγονται και συνήθως ξηραίνονται εκτός εργοταξίου και στη συνέχεια παραδίδονται στο εργοτάξιο. Διατίθενται σε διάφορες σειρές ανάλογα με τις διάφορες τιμές U (συντελεστής θερμοδιαπερατότητας τοίχου $U = W/(m^2 \cdot K)$), σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη. Τα πάνελ ξηραίνονται με την εμφύσηση αέρα στο ίδιο το εργοστάσιο παραγωγής, γεγονός που εξοικονομεί πολύ χρόνο στην κατασκευή [284].



Σχήμα 5.3 : Προκατασκευασμένα πάνελ από σκυρόδεμα κάνναβης.
Πηγή:<https://hempcretewalls.com/info/> / Δεκέμβριος 2023.

Μπλοκ από σκυρόδεμα κάνναβης

Τα μπλοκ από σκυρόδεμα κάνναβης (Σχήμα 5.4) είναι εύχρηστα και μπορούν να κοπούν εύκολα με πριόνι χειρός και να χωρέσουν σε δομικό πλαίσιο. Το κύριο πλεονέκτημα των μπλοκ αυτών είναι, ότι επιταχύνουν τη διαδικασία κατασκευής και ελαχιστοποιούν τη σπατάλη πρώτης ύλης στο εργοτάξιο. Λόγω της χαμηλής συμπιεστότητας και αντοχής του κανναβικού σκυροδέματος, δεν μπορούν να υποστηρίξουν το φορτίο της οροφής ή της ανώτερης δομής γι' αυτό χρειάζονται δομικό πλαίσιο. Προτιμώνται να χρησιμοποιούνται περισσότερο σε κατασκευές εσωτερικών τοίχων ή όπου απαιτείται καλύτερη ακουστική απόδοση του κτιρίου, καθώς έχουν υψηλή πυκνότητα σε σχέση με άλλα σύγχρονα υλικά [272].



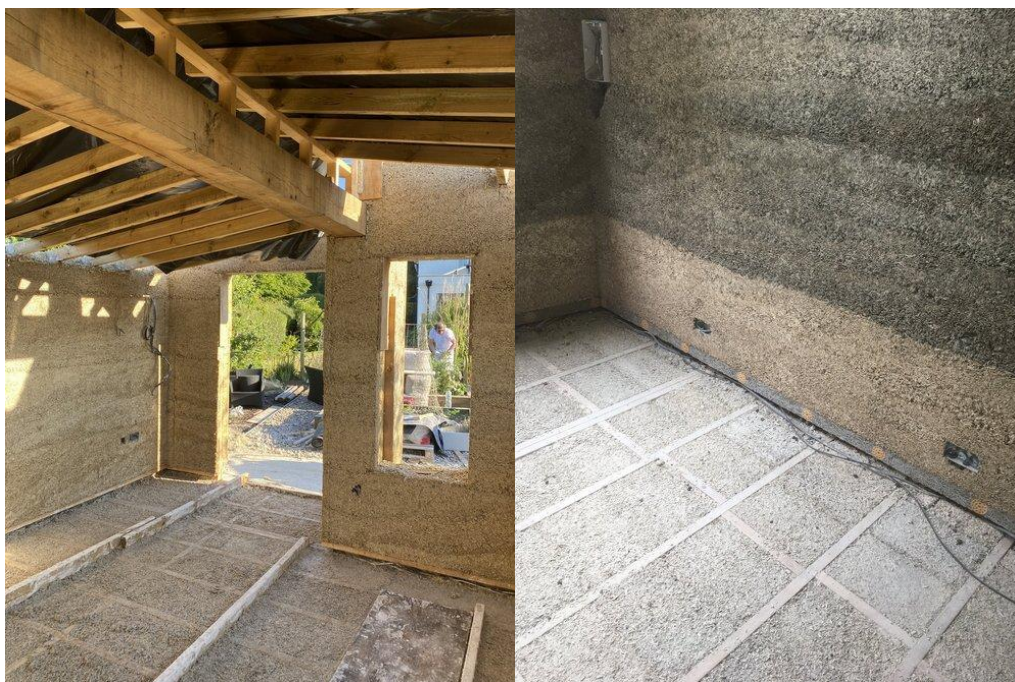
Σχήμα 5.4 : Hempcrete Blocks.

Πηγή:<https://endeavourcentre.org/just-biofiber-hempcrete-blocks-for-zero-carbon-trent-forensics-facility/> / Δεκέμβριος 2023.

Μπετόν κάνναβης που χρησιμοποιείται σε δάπεδα

Το κάνναβοσκυρόδεμα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε δάπεδα (Σχήμα 5.5) λόγω των μονωτικών ιδιοτήτων του. Έχει πολλά πλεονεκτήματα που το καθιστούν ως μία εναλλακτική και αξιόπιστη επιλογή στις κατασκευές, καθώς είναι ένα βιώσιμο υλικό, φιλικό προς το περιβάλλον, μειώνει το κόστος κατασκευής και μειώνει την κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, το βάθος του δαπέδου που κατασκευάζεται με hempcrete είναι μικρότερο από τα συνήθη δάπεδα από συμβατικό σκυρόδεμα,

καθώς τόσο η κύρια δομική στρώση όσο και η υπόβαση είναι εκ φύσεως μονωτικά υλικά, γεγονός που οδηγεί επίσης σε λιγότερες εκσκαφές [272].



Σχήμα 5.5 : Επιδαπέδια χρήση Hempcrete.
[<https://www.hempshed.co.uk/> / Δεκέμβριος 2023]

Μπετόν από κάνναβη που χρησιμοποιείται στη στέγαση

Το κάνναβοσκυρόδεμα είναι ένα εξαιρετικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή στεγών (Σχήμα 5.6). Οι στέγες αυτές απαιτούν γενικά χώρο αναπνοής μιας ίντσας μεταξύ της κάτω πλευράς του υλικού επένδυσης και της άνω πλευράς του σκυροδέματος. Το υλικό επένδυσης μπορεί να είναι κόντρα πλακέ ή σανίδα κάνναβης. Οι συγκεκριμένες κατασκευές παρουσιάζουν διάφορα πλεονεκτήματα, όπως ότι είναι πολύ ανθεκτικές, αντέχουν στη βροχή και στις ακραίες θερμοκρασίες χωρίς στρώμα γυψοσανίδας ή σοβά, απαιτούν λιγότερη ενέργεια, είναι οικονομικά αποδοτικές και πυράντοχες. Το πάχος του σκυροδέματος κάνναβης πρέπει να είναι σχεδόν ίσο με το βάθος των δοκών και δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο, καθώς θα οδηγήσει σε προβλήματα, όπως η αλλαγή του ύψους της στέγης και η αύξηση του βάρους της αρχικής κατασκευής [272].



Σχήμα 5.6 : Hempcrete σε κατασκευή στέγης.

Πηγή: <https://www.weber-tradical.com/en/hempcrete/beton-de-chanvre-toiture-isolante/>, <https://hemphomesaustralia.net.au/hemp-advantages/> Δεκέμβριος 2023.

Hempcrete και 3D-printing

Η τρισδιάστατη εκτύπωση hempcrete (Σχήμα 5.7) και άλλων βιώσιμων δομικών υλικών είναι μια νέα κατασκευαστική τεχνολογία που μπορεί να μειώσει την κατανάλωση πρώτων υλών και αποβλήτων, καθώς η εκτύπωση επιτρέπει τη βελτιστοποίηση του μοντέλου πριν από την εκτύπωση, έτσι ώστε να απαιτείται μόνο η ελάχιστη ποσότητα υλικού για την τελική κατασκευή [290], όπως και την δόμηση χωρίς σκαλωσιές που μειώνει σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις [291]. Μειώνει επίσης την ανάγκη για χαμηλής ειδίκευσης εργατικό δυναμικό βελτιώνοντας την παραγωγικότητα της κατασκευαστικής βιομηχανίας μέσω της αυτοματοποίησης. Επιπλέον, δίνει πολύ μεγαλύτερη ελευθερία στη μορφή των κατασκευών, καθώς δεν υπάρχει ανάγκη χρήσης ξύλινων πλαισίων. Η χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης στον κατασκευαστικό κλάδο εξελίσσεται ραγδαία και μέσα σε λίγα χρόνια έχει εξελιχθεί από την κατασκευή πρωτοτύπων σε πλήρως εκτυπωμένα σπίτια [292]. Με τη χρήση φυσικών υλικών σε συνδυασμό με την τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης, καθίσταται δυνατή η δημιουργία βιώσιμων προϊόντων στον κατασκευαστικό κλάδο ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνεται η βελτίωση της παραγωγικότητάς του [293][294].



Σχήμα 5.7 : Hempcrete 3D-printing[294].

5.2 Μόνωση

Η μόνωση των κτιρίων αποτελεί σήμερα την δεύτερη σημαντική εφαρμογή για τις ίνες κάνναβης σύμφωνα με την European Industrial Hemp Association(Σχήμα 5.8). Οι ίνες αυτές μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε κατασκευές που έχουν σκοπό ακουστικές και ηχομονωτικές εφαρμογές [234].

Η χρήση αυτού του υλικού αποτελεί μία ποιοτική εναλλακτική επιλογή έναντι των συμβατικών μονωτικών υλικών όπως η Πολυουρεθάνη (PUR) και η Πολυστερίνη (EPS,XPS). Τα υλικά αυτά λόγω της τοξικής τους φύσης προκαλούν πλήθος βλαβερών επιπτώσεων στη σωματική και ψυχική υγεία του ανθρώπου όπως πονοκεφάλους, ζάλη, ναυτία, ερεθισμό των ρινικών κοιλοτήτων και ασθματικές κρίσεις, κατάθλιψη, κόπωση, καρκίνο, βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα, στο συκώτι και τα νεφρά [295][296].



Σχήμα 5.8 : Μόνωση με ίνες κάνναβης.

Πηγή:<https://mymaterialwarehouse.com/products/hemp-insulation-fiber-batting-r7-16in-704-sqft-hempwool> , <https://www.thermo-hanf.de/en/> / Δεκέμβριος 2023.

5.3 «Hempboard»

Το Hempboard (σανίδα από ίνες κάνναβης)(Σχήμα 5.9) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση της μοριοσανίδας ξύλου ή της ινοσανίδας μέσης πυκνότητας(MDF). Η συγκεκριμένη σανίδα είναι πολύ ευέλικτη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές όπως ντουλάπια, έπιπλα, ράφια, δάπεδα, καλούπια, πόρτες ή άλλες απλές ξύλινες κατασκευές. Επίσης για την κατασκευή του hempboard χρησιμοποιούνται συνδετικά υλικά χωρίς φορμαλδεΰδη και αποτελεί μια υγιεινή εναλλακτική και αποδοτική επιλογή έναντι των συμβατικών υλικών του είδους [299].



Σχήμα 5.9 : Παραδείγματα κατασκευών με Hempboard.

Πηγή:<https://hempwood.com/> /Δεκέμβριος 2023.

5.4 Sick Building Syndrome : « Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου »

5.4.1 Ορισμός και χαρακτηριστικά του φαινομένου

Ο όρος «Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου (SBS)» γενικά αναφέρεται στο φαινόμενο κατά το οποίο παρατηρούνται έντονα προβλήματα υγείας σε κατοίκους σύγχρονων κτιρίων, τα οποία αποδίδονται στον χρόνο διαβίωσης τους στους συγκεκριμένους χώρους, γιατί δεν μπορεί να προσδιοριστεί κάποια άλλη αιτία ή σύνδεσή τους με συγκεκριμένη ασθένεια. Οι ενοχλήσεις συχνά συνδέονται με ένα ιδιαίτερο δωμάτιο ή περιοχή, είτε ολόκληρο το κτίριο [301].

Τα κύρια συμπτώματα που αφορούν το «Σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου» είναι κυρίως δερματικά, όπως αναφυλαξία προσώπου, χεριών και εκζέματα. Επίσης συμπτώματα οφθαλμολογικά, όπως ερεθισμός ματιών και πρήξιμο βλεφάρων, ρινικά, όπως ρινική καταρροή και συμφόρηση και συμπτώματα φάρυγγα, όπως ξηρός λαιμός και βήχας καθώς και γενικά συμπτώματα όπως πονοκέφαλος, κόπωση και υπνηλία [301].

Ο όρος «Ασθένεια Σχετική με το Κτίριο, Building Related Illness (BRI)» χρησιμοποιείται όταν προσδιορίζονται τα συμπτώματα της διαγνωσμένης ασθένειας και μπορούν να αποδοθούν άμεσα στους αερομεταφερόμενους μολυσματικούς παράγοντες του κτιρίου. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO), η κατασκευή στεγανών κτιρίων με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας οδηγεί στο SBS και σε σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων των κτιρίων αυτών [301].

Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα υποβαθμίστηκε από μια σειρά σημαντικών παραγόντων. Συγκεκριμένα η αντικατάσταση παραδοσιακών υλικών (φυσικό ξύλο), από φθηνά υλικά μαζικής παραγωγής (μοριοσανίδα-MDF, καπλαμάς), ως αποτέλεσμα του στεγαστικού προβλήματος και της αύξησης του κόστους εργασίας. Επίσης η χρήση του PVC στους εσωτερικούς χώρους (επίπλωση, οικιακός εξοπλισμός, εξοπλισμός γραφείων και αυτοκινήτων) καθώς και η εισαγωγή πλήθους συνθετικών προϊόντων οικιακής και προσωπικής φροντίδας (καθαριστικά, απολυμαντικά, εντομοκτόνα, αποσμητικά, χρώματα, βερνίκια κ.ά.). Τέλος σημαντικότερη αιτία θεωρείται η κατασκευή «κλειστών», μηχανικώς αεριζόμενων κτιρίων για εξοικονόμηση ενέργειας (χρήση μονωτικών), η οποία καθιερώθηκε μετά την παγκόσμια ενεργειακή κρίση του 1974.

Τα μονωτικά που άρχισαν να παρεμβάλλονται ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική ατμόσφαιρα είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των ρύπων που εκπέμπονται από εσωτερικές πηγές. Επιπλέον, τα μονωτικά διατηρούν την υγρασία μέσα στο κτίριο με αποτέλεσμα να αυξάνει η ανάπτυξη μικροοργανισμών και η διάδοση ασθενειών που σχετίζονται με αυτούς [301].

5.4.2 Υλικά από Κάνναβη και Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου : Μια πιο υγιεινή διαβίωση

Σε έναν κόσμο όπου η συνειδητή διαβίωση με γνώμονα την υγεία και οι βιώσιμες πρακτικές αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία, τα οικοδομικά υλικά με βάση την κάνναβη, όπως το σκυρόδεμα κάνναβης και η μόνωση με ίνες κάνναβης, προσφέρουν μια πολλά υποσχόμενη λύση για την καταπολέμηση του Συνδρόμου Άρρωστου Κτιρίου. Τα υλικά αυτά όχι μόνο παρέχουν ένα πιο υγιεινό και άνετο περιβάλλον διαβίωσης, αλλά συμβάλλουν επίσης σε ένα βιώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον μέλλον [302].

Συγκρίνοντας το φυσικό δομικό υλικό Hempcrete με τα συμβατικά δομικά υλικά, διαπιστώνεται πως διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα.

Συγκεκριμένα το Hempcrete διαθέτει εξαιρετική αναπνευστικότητα , επιτρέποντας τη διέλευση των υδρατμών. Αυτό προάγει μια υγιή ροή αέρα μέσα στο κτίριο, μειώνοντας τη συσσώρευση δυνητικά επιβλαβών αερίων εσωτερικού χώρου και εμποδίζοντας την ανάπτυξη μούχλας. Τα παραδοσιακά δομικά υλικά είναι πιο επιρρεπή στη συμπύκνωση, οδηγώντας σε υγρασία και σπόρους μούχλας, συνήθεις παράγοντες που προκαλούν συμπτώματα SBS.

Παράλληλα σε αντίθεση με πολλά παραδοσιακά οικοδομικά και μονωτικά υλικά που περιέχουν επιβλαβείς χημικές ουσίες όπως η φορμαλδεΐδη, το hempcrete παρουσιάζει αντιμικροβιακές και αντιμυκητιασικές ιδιότητες, εξαλείφοντας την ανάγκη για επιβλαβείς χημικές ουσίες.. Δεν εκπέμπει πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), οι οποίες έχουν συνδεθεί με αναπνευστικά προβλήματα και αλλεργίες. Αυτή η απαλλαγή από χημικά καθιστά το hempcrete μια ασφαλέστερη επιλογή για τους κατοίκους των κτιρίων.

Επίσης αποτρέπει τα παράσιτα και τα τρωκτικά με φυσικό τρόπο, συμβάλλοντας σε ένα υγιέστερο περιβάλλον διαβίωσης. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι το hempcrete είναι πυράντοχο, ξεπερνώντας τα αυστηρά πρότυπα δοκιμών πυρασφάλειας. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με τα παραδοσιακά επιβραδυντικά φλόγας υλικά που συχνά περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις.

Το φυσικό αυτό δομικό υλικό κατασκευάζεται από άμεσα διαθέσιμα υλικά όπως ο ασβέστης και η κάνναβη, καθιστώντας το ένα απολύτως βιώσιμο δομικό υλικό. Η κάνναβη αναπτύσσεται γρήγορα και μπορεί να αναγεννηθεί πλήρως σε μόλις τέσσερις μήνες, καθιστώντας την εξαιρετικά ανανεώσιμη. Επιπλέον, το σκυρόδεμα κάνναβης έχει εξαιρετικά χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα, αποτελώντας μια λύση αρνητική ως προς τον άνθρακα. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής της, η κάνναβη απορροφά περισσότερο άνθρακα από την ατμόσφαιρα από ό,τι εκπέμπεται κατά την παραγωγή και την ενσωμάτωσή της στην κατασκευή.

Λόγω της αναπνευστικότητάς του, το hempcrete μειώνει την ανάγκη για ακριβά συστήματα μηχανικού εξαερισμού, με αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και του λειτουργικού κόστους. Η θερμική μάζα του hempcrete αποθηκεύει θερμότητα, απελευθερώνοντάς την αργά καθώς το κτίριο ψύχεται. Αυτό σημαίνει ότι οι τοίχοι, τα δάπεδα, οι οροφές και οι στέγες που κατασκευάζονται με hempcrete επωφελούνται από τις εξαιρετικές θερμικές ιδιότητές του, μειώνοντας τα έξοδα θέρμανσης.

Τέλος συγκρίνοντας το σκυρόδεμα κάνναβης με τα παραδοσιακά δομικά προϊόντα, διαπιστώνεται ότι τα τελευταία συχνά βασίζονται σε μη ανανεώσιμα υλικά και πετροχημικά, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν SBS και περιλαμβάνουν ενεργοβόρες διαδικασίες παραγωγής[302].

Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές οικοδομικές κατασκευές (Σχήματα 5.10,5.11,5.12,5.13) με βάση τα υλικά από κάνναβη :



Σχήμα 5.10 : Mobius House of Hemp Bricks and Concrete | Gibbons Design

Πηγή: <https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/>
/ Δεκέμβριος 2023.



Σχήμα 5.11: Hemp House | Steffen Welsch Architects

Πηγή: <https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/>
/ Δεκέμβριος 2023.



Σχήμα 5.12 : Flat House | Practice Architecture + Material Cultures

Πηγή: <https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/>
/ Δεκέμβριος 2023.



Σχήμα 5.13 : Regional House Edegheem | BC architects

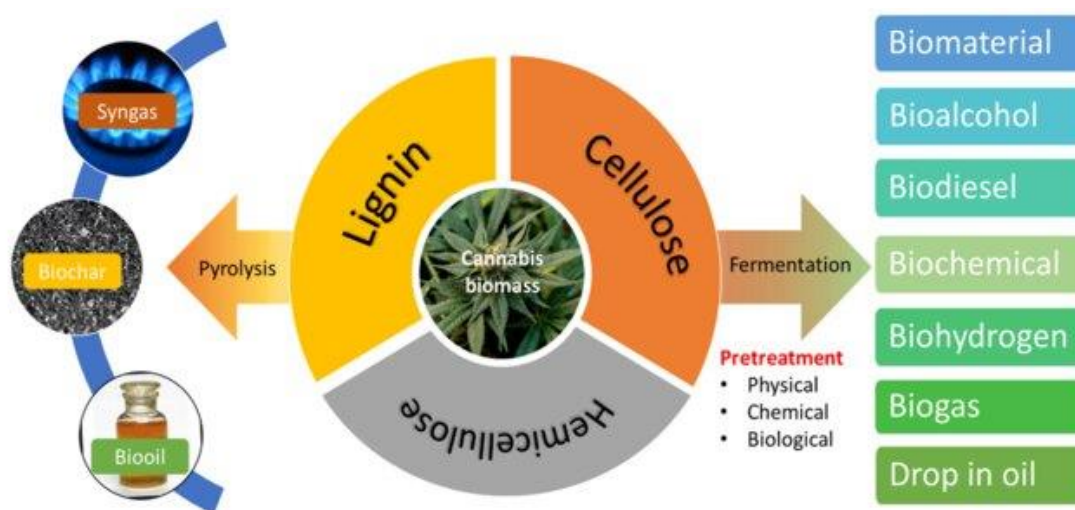
Πηγή: <https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/>
/ Δεκέμβριος 2023.

Κεφάλαιο 6 : Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας

6.1 Βιομάζα Κάνναβης

Η κάνναβη διαθέτει πολλά χαρακτηριστικά που την καθιστούν την απόλυτη επιλογή για την παραγωγή βιομάζας και βιοενέργειας. Τα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνουν αντοχή στην ξηρασία και στα μικρόβια, υψηλή απόδοση βιομάζας [304], μηδενική απαίτηση για ζιζανιοκτόνα [305][306], σχεδόν τις μισές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά σε σχέση με τον αραβόσιτο[307], ανάπτυξη σε μολυσμένο έδαφος [308], καταστολή των παθογόνων μικροοργανισμών που μεταδίδονται από το έδαφος [309] και χρήση για αμειψισπορά [305][310].

Παράγει μεγάλη ποσότητα βιομάζας λόγω του υψηλού ρυθμού ανάπτυξής της (50 cm/μήνα) και είναι πλούσια σε φυλλώματα. Τα χαρακτηριστικά αυτά την καθιστούν κυρίαρχη έναντι άλλων ζιζανίων. Τα πλεονάζοντα φύλλα της κάνναβης χάνονται κατά την περίοδο συγκομιδής και λειτουργούν ως λίπασμα για τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους [311]. Κατά συνέπεια, η κάνναβη έχει σχεδόν μηδενικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σύγκριση με άλλες πρώτες λιγνοκυτταρινούχες ύλες βιομάζας (lignocellulosic biomass) (LCB) που καλλιεργούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Η κάνναβη περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και σχετικά χαμηλή ποσότητα λιγνίνης, γεγονός που την καθιστά μια απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον και ανανεώσιμη επιλογή για την παραγωγή βιοενέργειας (Σχήμα 6.1) [312][313][314].



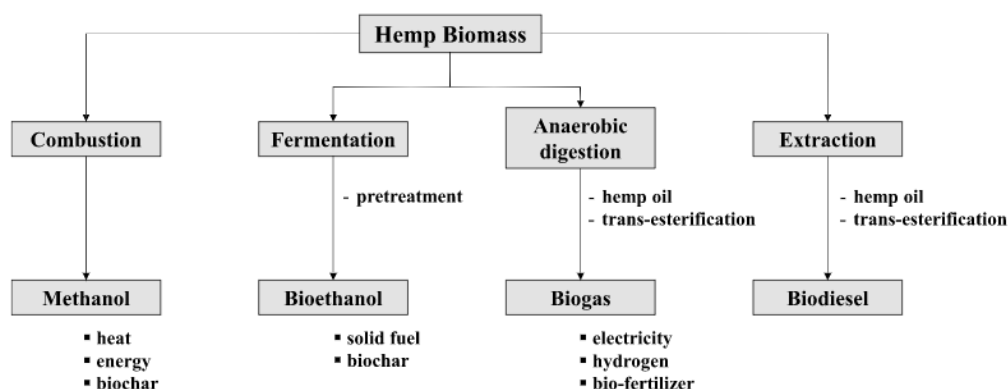
Σχήμα 6.1 : Παραγωγή βιο-καυσίμων από βιομάζα κάνναβης [315].

Η βιομηχανική κάνναβη είναι πολύτιμη λόγω των υψηλών αποδόσεων βιομάζας και ενέργειας ανά εκτάριο. Για αιώνες, το έλαιο κάνναβης χρησιμοποιούνταν ως λάδι για λάμπες. Σήμερα, το έλαιο κάνναβης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία βιοκαυσίμων που μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά καύσιμα κινητήρες

εσωτερικής καύσης χωρίς να απαιτούνται τροποποιήσεις. Αυτά τα βιοκαύσιμα είναι ανανεώσιμα και παράγουν λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου, συμβάλλοντας ενδεχομένως στην ανακούφιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη [234].

Ως ετήσιο φυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή διαφορετικών προϊόντων σε ένα βιοδιυλιστήριο που περιλαμβάνει την παραγωγή καυσίμων για οχήματα, π.χ. βιοαέριο από αναερόβια χώνευση ή βιοαιθανόλη από ζύμωση, θερμότητα από μπρικέτες ή πελλέτες, ηλεκτρική ενέργεια από δεματοποιημένη βιομάζα, ζωοτροφές και βιοχημικά όπως το συκκινικό/ηλεκτρικό οξύ (succinic acid) (Σχήμα 6.2). Πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες ενεργειακές καλλιέργειες εντοπίζονται και εκτός του ενεργειακού ισοζυγίου, για παράδειγμα χαμηλές απαιτήσεις σε φυτοφάρμακα, καλός ανταγωνισμός ζιζανίων και σε αμειψισπορά (ετήσια καλλιέργεια) [234].

Το συγκεκριμένο φυτό μπορεί να παρέχει δύο τύπους βιοκαυσίμων. Το βιοντίζελ που παράγεται από το έλαιο του συμπιεσμένου σπόρου και τη βιοαιθανόλη και τη μεθανόλη που παράγεται από το ζυμωμένο μίσχο. Το βιοντίζελ θεωρείται ως καθαρή και ανανεώσιμη ενεργειακή εναλλακτική λύση στο ντίζελ με βάση το πετρέλαιο. Η βιοαιθανόλη θεωρείται επίσης ως ένα από τα πιο υποσχόμενα βιοκαύσιμα, καθώς μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα στα υπάρχοντα συστήματα καυσίμων και να υποκαταστήσει εν μέρει τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές.



Σχήμα 6.2 : Δίοδοι βιοενέργειας για τη μετατροπή βιομάζας κάνναβης [234][314].

6.2 HempDiesel

Η βιομηχανική κάνναβη είναι μια πολλά υποσχόμενη ανανεώσιμη και βιώσιμη πηγή για την παραγωγή βιοντίζελ. Οι σπόροι κάνναβης περιέχουν 20-25% πρωτεΐνες, 20-30% υδατάνθρακες, 10-15% φυτικές ίνες, ανόργανα άλατα, ιδίως φώσφορο, κάλιο, μαγνήσιο, θείο, ασβέστιο, σίδηρο και ψευδάργυρο [317] ενώ παράλληλα διαθέτουν υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι που κυμαίνεται μεταξύ 26 και 38% [318]. Η απόδοση

και οι ιδιότητες του σπόρου της κάνναβης εξαρτώνται από τη γεωγραφία και τις κλιματολογικές συνθήκες καλλιέργειας και συγκομιδής. Οι σπόροι κάνναβης μπορούν να συγκριθούν θετικά με τους συμβατικούς και μη συμβατικούς ελαιούχους σπόρους με βάση την περιεκτικότητά τους σε λάδι. Αναφέρθηκε ότι ο σπόρος της κάνναβης ήταν πιο ελκυστική επιλογή όσον αφορά την περιεκτικότητά σε λάδι από ό,τι ο βαμβακόσπορος (15-24%), η σόγια (17-21%) και η ελιά (20-25%) που καλλιεργούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες, τη Βραζιλία, την Κίνα και άλλες ασιατικές και ευρωπαϊκές χώρες [319].

Διερευνήθηκε η βιωσιμότητα του ελαίου σπόρων κάνναβης για την παραγωγή βιοντίζελ από έλαιο κάνναβης (Hemp Oil Biodiesel) μέσω διεργασίας μετεστεροποίησης. Η απόδοση μετατροπής του ελαίου ήταν πάνω από 99,5% και η απόδοση βιοντίζελ ήταν περίπου 97%. Το Hemp Diesel έδειξε συγκρίσιμα χαρακτηριστικά για να πληροί τα πρότυπα ASTM 6751-09. Επιπλέον, το βιοντίζελ κάνναβης διέθετε χαμηλό σημείο θόλωσης και χαμηλό κινηματικό ιξώδες. Αυτές οι ιδιότητες κατέστησαν το Hemp Diesel ένα πολλά υποσχόμενο καύσιμο που μπορεί να λειτουργήσει σε συνθήκες ψυχρής ροής [314].

6.3 Hemp-ethanol

Η κάνναβη μπορεί να παρέχει βιοαιθανόλη και μεθανόλη που παράγεται από το ζυμωμένο μίσχο. Η βιοαιθανόλη θεωρείται ως ένα από τα πιο υποσχόμενα βιοκαύσιμα, καθώς μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στα υπάρχοντα συστήματα καυσίμων και να υποκαταστήσει εν μέρει τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές [234].

Χρησιμοποιώντας διαδικασίες όπως η αεριοποίηση και η όξινη υδρόλυση, η κάνναβη μπορεί να παράγει τόσο αιθανόλη όσο και μεθανόλη ανάλογα με τις ανάγκες. Αυτοί οι τύποι αερίων αναφέρονται μερικές φορές ως hempanol.

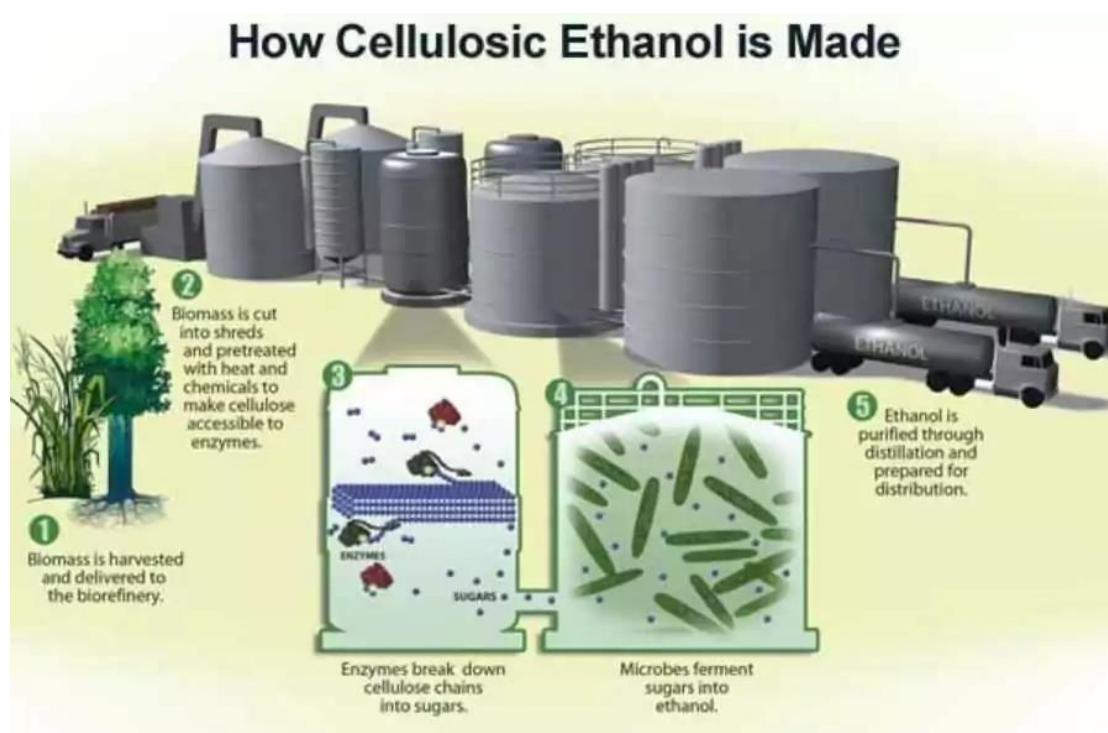
Η αιθανόλη αποτελεί περίπου το 10% των περισσότερων συμβατικών βενζινών, ενώ η μεθανόλη (μια ακόμη χαμηλότερου κόστους εναλλακτική λύση) χρησιμοποιείται σε αγωνιστικά αυτοκίνητα σε χώρες σε όλο τον κόσμο και έχει αναγνωριστεί ως πολλά υποσχόμενο εναλλακτικό καύσιμο στο πλαίσιο του νόμου περί ενεργειακής πολιτικής του 1992.

Ολόκληρο το φυτό -συμπεριλαμβανομένων των μίσχων, των σπόρων και των λουλουδιών- μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αυτών των καυσίμων με βάση την αλκοόλη.

Η μετατροπή της κάνναβης σε αιθανόλη απαιτεί μια διαδικασία που ονομάζεται κυτταρόλυση (cellulolysis), κατά την οποία η περιεκτικότητα σε κυτταρίνη του φυτού υφίσταται προεπεξεργασία και μετατρέπεται σε σάκχαρα, τα οποία στη συνέχεια

ζυμώνονται και αποστάζονται για χρήση ως καύσιμο. Αντίστοιχα η μεθανόλη δημιουργείται μέσω μιας διαδικασίας ξηρής απόσταξης όπως η πυρόλυση (pyrolysis). Το οργανικό υλικό υποβάλλεται σε θερμική αποσύνθεση, μια διαδικασία που μεταβάλλει τη σύνθεση του φυτού και παράγει αέρια που μπορούν στη συνέχεια να συμπυκνωθούν σε μεθανόλη [321].

Η βιοαιθανόλη είναι μια μελλοντική εναλλακτική λύση για τη βενζίνη με βάση το πετρέλαιο. Εκτός από τη βιώσιμη προμήθεια καυσίμων, η βιοαιθανόλη θα συμβάλει επίσης στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου [322][323]. Η παραγωγή βιοαιθανόλης μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της απασχόλησης και της οικονομίας της υπαίθρου [324]. Η βιομάζα κάνναβης έχει αναδειχθεί ως νέα φθηνή πρώτη ύλη βιομάζας για την παραγωγή βιοαιθανόλης, επειδή περιέχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη και χαμηλότερη σε λιγνίνη [306][325][326] (Σχήμα 6.3). Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη και η χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λιγνίνη καθιστούν την συγκεκριμένη βιομάζα ελκυστική πηγή για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Έρευνες αναφέρουν ανάκτηση γλυκόζης 96% από τους μίσχους της κάνναβης [234].



Σχήμα 6.3 : Παραγωγή βιο-αιθανόλης από βιομάζα κάνναβης

Πηγή: <https://www.hemp.com/2023/05/the-green-revolution-unveiling-the-biofuel-benefits-of-hemp/> / Δεκέμβριος 2023]

Ωστόσο, το σημαντικότερο πρόβλημα είναι να κατανοήσουμε αν η βιομηχανική κάνναβη μπορεί να αποδώσει ποσότητες βιοκαυσίμων συγκρίσιμες με τις άλλες πρώτες ύλες βιομάζας (kenaf, switchgrass και σόργο). Ένα άλλο πρόβλημα είναι η ανάπτυξη αποτελεσματικών τεχνολογιών προεπεξεργασίας για την απομάκρυνση της

λιγνίνης και τη διευκόλυνση της πρόσβασης των ενζύμων στην κυτταρίνη για την απελευθέρωση σακχάρων [234].

Οι υπολογισμοί του ισοζυγίου μάζας έδειξαν ότι 149 kg βιοαιθανόλης και 115 kg σουκινικού(ή ηλεκτρικού) οξέος μπορούν να παραχθούν ανά 1 τόνο ξηρής κάνναβης. Λαμβάνοντας υπόψη το κόστος της επεξεργασίας της βιομάζας, από το χωράφι μέχρι την αποθήκευση στις εγκαταστάσεις αιθανόλης, η αποξηραμένη στο χωράφι κάνναβη που προεπεξεργάστηκε στις βέλτιστες συνθήκες έδειξε θετικά οικονομικά αποτελέσματα [234].

6.4 Βιομάζα Κάνναβης ως Στερεό Καύσιμο

Η κάνναβη μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως στερεό καύσιμο για καύση σε λέβητες ως φτηνός βιολογικός πόρος. Η περιεκτικότητα σε υγρασία (ΠΥ) της βιομάζας επηρεάζει την ενεργειακή της απόδοση, επομένως, συνήθως είναι επιθυμητή μια χαμηλότερη τιμή ΠΥ. Η χαμηλότερη τιμή ΠΥ βοηθά επίσης στην αποφυγή των απωλειών της βιομάζας που προκαλούνται από τη βιοαποικοδόμηση. Η κάνναβη έχει συνήθως χαμηλότερο ΠΥ με την καθυστερημένη συγκομιδή, ωστόσο, χάνεται επίσης μέρος της βιομάζας των φύλλων. Έτσι, και οι δύο παράγοντες αντισταθμίζουν τις επιπτώσεις τους και συνεπώς ο χρόνος συγκομιδής καθίσταται ασήμαντος για την καθαρή ενεργειακή απόδοση. Συνιστάται να προτιμάται η πρώιμη συγκομιδή (Μάρτιος-Απρίλιος) για τη χρήση της βιομάζας κάνναβης ως στερεό καύσιμο, με μέση απόδοση βιομάζας 10,91 t DM/ha και ενεργειακή απόδοση 246 GJ/ha [316].



Σχήμα 6.4 : Στερεό καύσιμο (μπρικέτες) από Βιομάζα Κάνναβης

Πηγή:

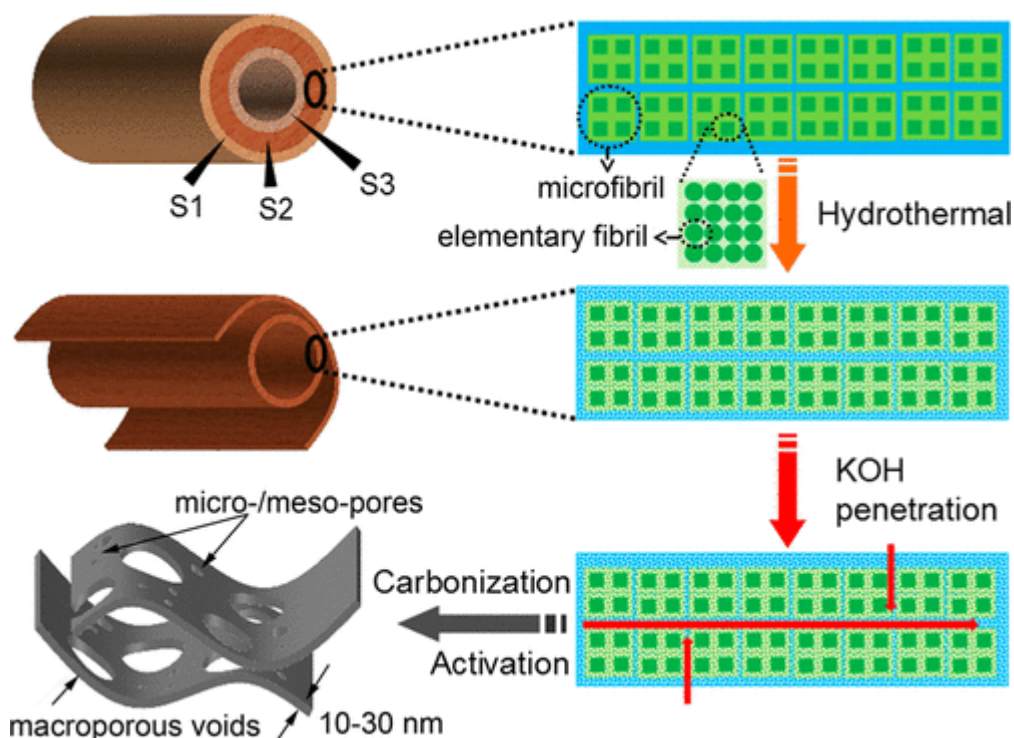
<https://vitalityhemp.com/product/hemp-briquettes/>,

<https://sensiseeds.com/en/blog/irelands-hemp-industry-on-the-move/> /Δεκέμβριος 2023.

6.5 Μπαταρίες και Υπερπυκνωτές από βιομάζα Κάνναβης

Η κάνναβη μπορεί να αποτελέσει ένα επαναστατικό υλικό στον τομέα των μπαταριών, καθώς έρευνες έχουν αναδείξει τη δυνατότητα δημιουργίας μπαταριών κάνναβης με εξαιρετική απόδοση. Παρατηρήθηκε ότι οι μπαταρίες αυτές μπορούν να έχουν διάρκεια ζωής επτά έως οκτώ φορές μεγαλύτερη από εκείνες που βασίζονται σε ιόντα λιθίου, ενώ το κόστος τους είναι σημαντικά μικρότερο από το κόστος του γραφενίου [331][332].

Οι μπαταρίες που κατασκευάστηκαν, αξιοποιούν ίνες κάνναβης από τον εσωτερικό φλοιό του φυτού, ο οποίος συχνά καταλήγει ως απόβλητο [331]. Ο δημιουργός αυτής της καινοτόμου τεχνολογίας, ο χημικός μηχανικός David Mitlin, έχει επισημάνει την προοπτική των μπαταριών κάνναβης ως βιώσιμη εναλλακτική λύση στις συμβατικές μπαταρίες ιόντων λιθίου και το γραφένιο. Η ομάδα του Mitlin κατάφερε να μετατρέψει τον ξυλώδη πολτό της κάνναβης σε νανόφυλλα άνθρακα (Σχήμα 6.5), υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία υπερπυκνωτών ανώτερων από το γραφένιο, το κυρίως πρότυπο στον χώρο της βιομηχανίας [331][332].



Σχήμα 6.5 : Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας σύνθεσης των νανοφύλλων άνθρακα από κάνναβη, με τα τρία διαφορετικά δομικά στρώματα S1, S2 και S3 [333].

Οι υπερπυκνωτές κάνναβης έχουν εντυπωσιακή ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας, που φτάνει στα 12 kWh/kg, ποσότητα υπερδιπλάσια από τους συμβατικούς υπερπυκνωτές. Ο Mitlin έχει επισημάνει ότι, παρά το γεγονός ότι οι υπερπυκνωτές δεν μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τις μπαταρίες ιόντων λιθίου, μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό συμπλήρωμα, ιδίως σε συνδυασμό με πηγές ενέργειας όπως κινητήρες που λειτουργούν με καύσιμο αέριο ή παραδοσιακές μπαταρίες [332].

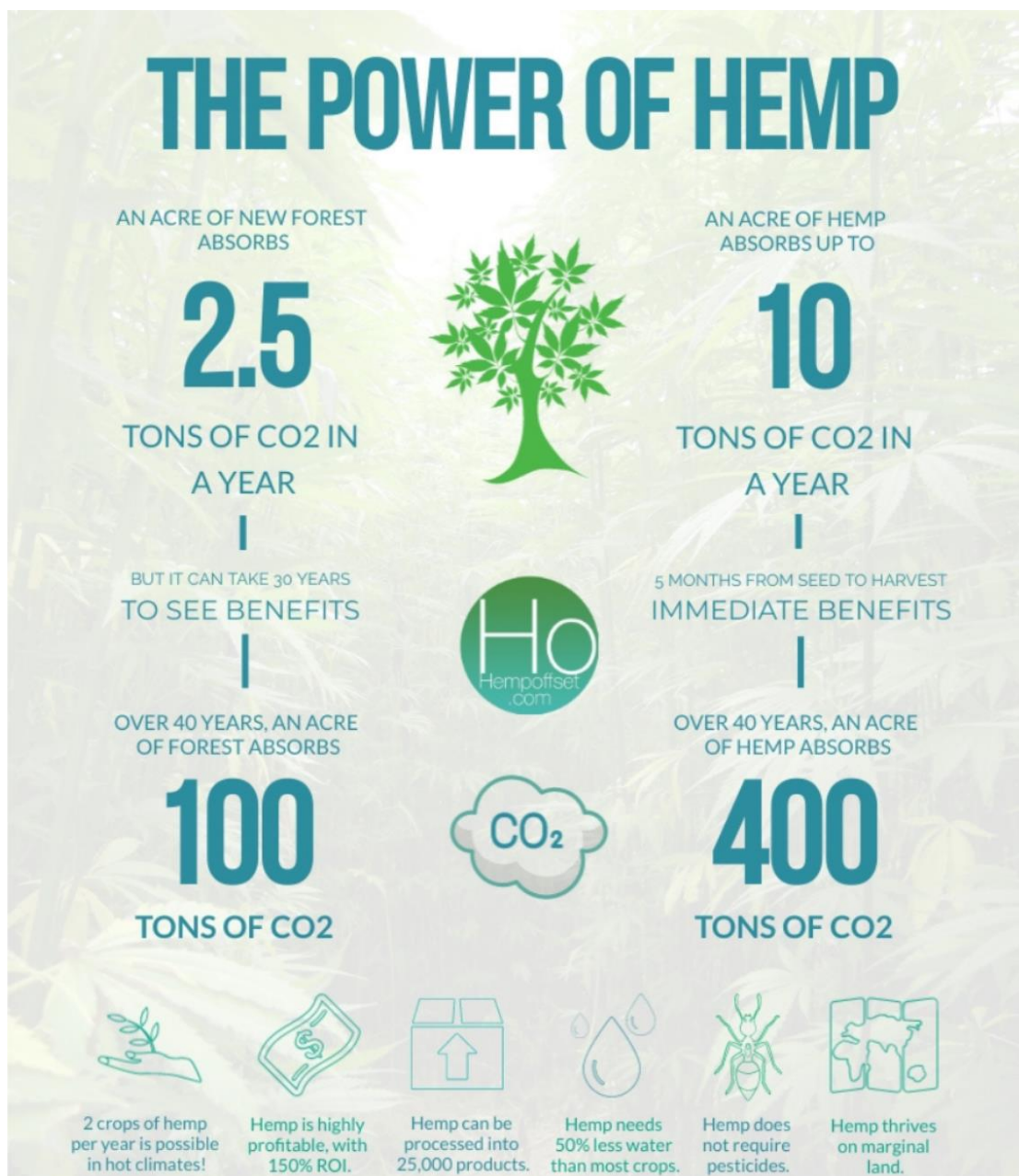
Η εξέλιξη των μπαταριών κάνναβης υπόσχεται μια πιο οικονομική εναλλακτική λύση στις συμβατικές επιλογές, ενισχύοντας παράλληλα την προοπτική για περισσότερη ενεργειακή αποδοτικότητα και βιωσιμότητα του περιβάλλοντος [331][332].

Κεφάλαιο 7 : Περιβαλλοντική Υποστήριξη και Αειφορία μέσω της Κάνναβης

7.1 Δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) - Προστασία των Δασών

Ο όρος αειφορία και βιώσιμη ανάπτυξη κυριαρχεί στην παγκόσμια συζήτηση για την προστασία του περιβάλλοντος από την επιβαρυντική αναπτυξιακή δραστηριότητα των ανθρώπων. Η περιβαλλοντική καταστροφή και η κλιματική αλλαγή επιβάλλουν την αλλαγή του τρόπου με τον οποίο η κοινωνία βλέπει την πρόοδο [334] και την υιοθέτηση ενός νέου μοντέλου ανάπτυξης. Βιώσιμη ορίζεται η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις προσδοκίες των σημερινών γενεών χωρίς να θέτει σε κίνδυνο το περιβάλλον και την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες [335]. Η ελπίδα πίσω από την αειφόρο ανάπτυξη είναι ότι η ανθρώπινη ευημερία και το φυσικό περιβάλλον μπορούν να συμφιλιωθούν [336].

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνει σε υπερβολικές ποσότητες ο σύγχρονος άνθρωπος με τις δραστηριότητές του, απορροφά τη θερμότητα που εκπέμπεται από τη γη στην ατμόσφαιρα και οδηγεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η καλλιέργεια της κάνναβης αποτελεί μια αξιόλογη οικολογική πρόταση για την αντιμετώπιση του φαινομένου της υπερθέρμανσης και της προστασίας του πλανήτη γενικότερα, επειδή προσφέρει περισσότερους πόρους από όσους καταναλώνει [337]. Αρχικά παρέχει στην ατμόσφαιρα υψηλή ποσότητα οξυγόνου που οφείλεται στην ταχεία ανάπτυξή της και στα άφθονα φύλλα της ενώ παράλληλα απορροφά μεγάλη ποσότητα CO₂. Η καλλιέργεια κάνναβης είναι 400% πιο αποτελεσματική στην απορρόφηση CO₂ σε σχέση με τη χερσαία αγροδασοκομία.



Σχήμα 7.1 : Δυνατότητες της κάνναβης σε σχέση με την δασική παραγωγή

Πηγή: <https://co2evolve.com/hempinfo/b0k8h5u1angz9iqs6d6w4yu5zfj0af/>
Δεκέμβριος 2023.

Το φυτό της μπορεί να παραχθεί μία ή δύο φορές το χρόνο σε σχετικά θερμά κλίματα και έχει την ικανότητα ταχύτερης απορρόφησης CO₂, παράγοντας, ετήσια, ευέλικτη βιομάζα χωρίς τη χρήση λιπασμάτων και άλλων χημικών εισροών. Το CO₂ που εκπέμπεται από την καύση κάνναβης είναι η ίδια ποσότητα CO₂ που το φυτό λαμβάνει από το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ζωής του. Έτσι, δεν έχει αρνητική συμβολή στο περιβάλλον και παράγει ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας με τον λεγόμενο κύκλο του άνθρακα, επιβραδύνοντας τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη [338].

Η καλλιέργεια κάνναβης μπορεί να παράγει 7,5-20 τόνους βιομάζας ανά εκτάριο (10 στρέμματα), δηλαδή περίπου 4 φορές περισσότερο από ένα μέσο δάσος [339] ενώ σύμφωνα με το Μεγάλο Βιβλίο της Κάνναβης, ένα στρέμμα κάνναβης θα αποδώσει 1,25-2,5 τόνους αποξηραμένου στελέχους. Επίσης κάθε τόνος κάνναβης που καλλιεργείται αντιστοιχεί με 1,63 τόνους απορρόφησης CO₂ [340].

Παράλληλα συμβάλλει στη βελτίωση της δομής του εδάφους και παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής μιας μεγάλης ποικιλίας βιώσιμων πρώτων υλών που έχουν γενικά χαμηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την τροποποίηση ορισμένων σημαντικών χαρακτηριστικών των προϊόντων με βάση το ξύλο, μειώνοντας τη χρήση του υπάρχοντος πληθυσμού δέντρων, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί στην απορρόφηση CO₂ από αυτά [338]. Έτσι αντικαθιστώντας τις ίνες ξύλου, συμβάλλει στην πρόληψη της υπερθέρμανσης του πλανήτη καθώς και στην προστασία των δασών [339][341].

Η κάνναβη μπορεί να αντικαταστήσει τα περισσότερα από τα τοξικά πετροχημικά προϊόντα. Μελέτες για τη χρήση της κάνναβης για την παραγωγή φυτικού σελοφάν(cellophane), προϊόντων χύτευσης με έγχυση, ανακυκλωμένων πλαστικών και βιοδιασπώμενων πλαστικών προϊόντων βρίσκονται ακόμη σε εξέλιξη [342].

Ο γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης σημαίνει ότι μπορούμε να παρέχουμε την απαιτούμενη ποσότητα βιομηχανικής βιομάζας στη σύγχρονη κοινωνία μας. Η κάνναβη μπορεί να μετατραπεί σε ένα μεγάλο αριθμό βιώσιμων μορφών πρώτων υλών, που να ανταποκρίνονται στις αναπτυξιακές ανάγκες των τοπικών κοινοτήτων και ταυτόχρονα να προστατεύσει τους εναπομείναντες δασικούς πόρους και τη βιοποικιλότητα [343][344].

7.2 Αναζωογόνηση εδάφους και υδάτων

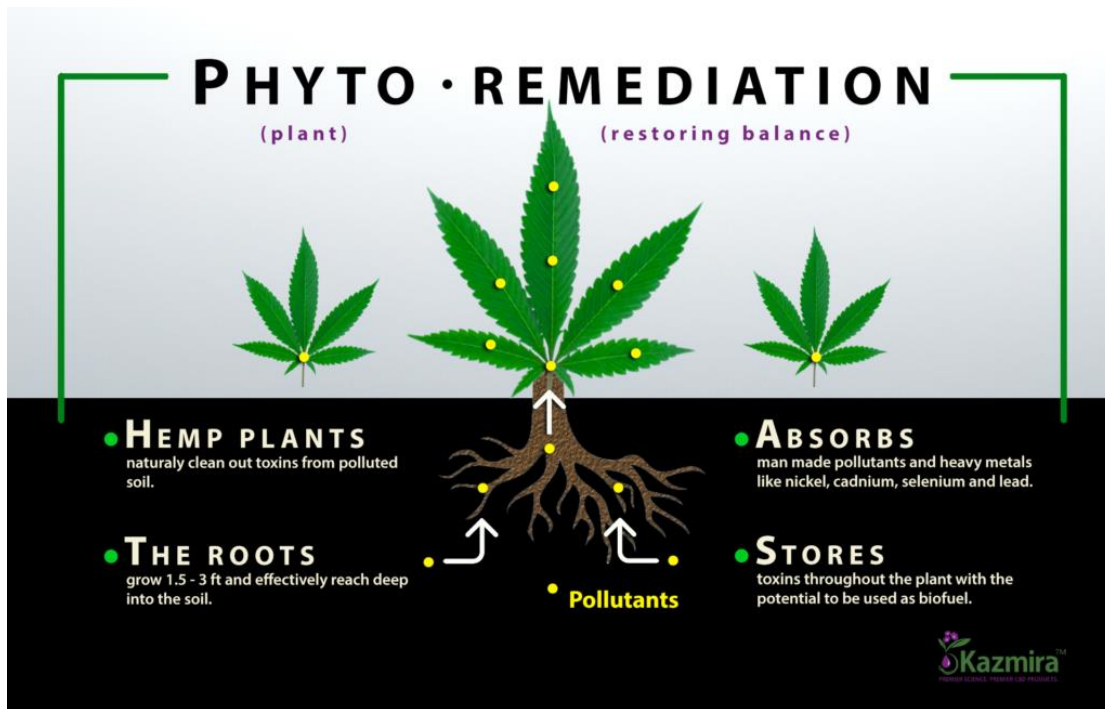
Τα βαρέα μέταλλα ενώ έχουν μια ευρεία ποικιλία βιομηχανικών εφαρμογών, η εντατική παραγωγή και χρήση τους προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία καθώς επιβαρύνουν τις τεράστιες εκτάσεις όπου παράγονται βασικά προϊόντα διατροφής [345][346][347]. Η σημασία και ο επείγων χαρακτήρας του προαναφερθέντος προβλήματος αυξάνονται καθώς η σύγχρονη βιομηχανία βασίζεται όλο και περισσότερο σε προηγμένες τεχνολογίες για τη βιωσιμότητα και πολλές από αυτές τις τεχνολογίες απαιτούν δυνητικά τοξικά μέταλλα. Για παράδειγμα, το κάδμιο (Cd), ο μόλυβδος (Pb) και το νικέλιο (Ni) χρησιμοποιούνται σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι μπαταρίες, οι ηλιακές κυψέλες και οι μπαταρίες ηλεκτρικών αυτοκινήτων [346].

Τα μέταλλα από την εξόρυξη και την τήξη τους όπως και τα αστικά απόβλητα, τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα και τα λύματα προκαλούν τοξικότητα σε μεγάλο ποσοστό καλλιεργήσιμων εδαφών [345][346]. Τα μέταλλα δεν αποικοδομούνται αλλά μπορούν μόνο να μεταβληθούν από μια κατάσταση οξείδωσης ή ένα οργανικό

σύμπλεγμα σε ένα άλλο [348]. Οι συνήθεις στρατηγικές για την αποκατάσταση μολυσμένων εδαφών είναι δαπανηρές και περιβαλλοντικά επιζήμιες. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την εκσκαφή και την ταφή του μολυσμένου εδάφους σε χώρους επικίνδυνων αποβλήτων, τη χημική επεξεργασία του εδάφους για την ακινητοποίηση των μετάλλων και τη χρήση όξινων διαλυμάτων για την απορρόφηση και την έκπλυση μετάλλων από το έδαφος που λαμβάνεται από έναν χώρο αποβλήτων και την επιστροφή του καθαρού υπολείμματος του εδάφους στον αρχικό χώρο.

Η βιώσιμη εναλλακτική και παράλληλα οικονομική λύση για τον καθαρισμό του μολυσμένου εδάφους είναι η φυτοεξυγίανση (phytoremediation). Η χρήση δηλαδή πράσινων φυτών για την απομάκρυνση μεταλλικών ρύπων από το έδαφος ή για την αβλαβή μετατροπή τους [349][350][351][352].

Η κάνναβη είναι ένα από τα πράσινα φυτά που μπορεί να καλλιεργηθεί σε μολυσμένες περιοχές και να συμβάλλει σημαντικά στην εξυγίανση του εδάφους. Είναι ένα φυτό το οποίο αναπτύσσεται γρήγορα, έχει βαθιές και ευρείες ρίζες [353], μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικές εδαφικές συνθήκες και αναπτύσσεται σε διάφορα κλίματα [354]. Πολλές μελέτες έδειξαν ότι η κάνναβη έχει υψηλή ανοχή στα μέταλλα [355]. Η βιομηχανική κάνναβη μπορεί να προσλαμβάνει μέταλλα όπως Χρώμιο (Cr), Ψευδάργυρο(Zn), Χαλκό(Cu), Σελήνιο(Se), Κάδμιο(Cd), Νικέλιο(Ni), Μόλυβδο(Pb) και να τα αποθηκεύει σε διάφορα μέρη του φυτού, χωρίς να βλάπτει το ίδιο το φυτό [354][356][357]. Όταν χρησιμοποιείται για σκοπούς φυτοεξυγίανσης, οι τοξίνες μπορούν να συσσωρευτούν στις ρίζες, τα φύλλα και τους μίσχους [358]. Ως εκ τούτου, τα φύλλα δεν συλλέγονται για τροφή ούτε χρησιμοποιούνται για προσωπική φροντίδα, ωστόσο, τα στελέχη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οικοδομικά υλικά, χαρτί, υφάσματα και βιοκαύσιμα [359].



Σχήμα 7.2 : Hemp Phytoremediation

Πηγή: <https://www.kazmira-llc.com/blog/soil-remediation-with-industrial-hemp/>

Δεκέμβριος 2023.

Η καλλιέργεια της κάνναβης χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό μετάλλων, φυτοφαρμάκων, διαλυτών, εκρηκτικών, αργού πετρελαίου, πολυαρωματικών υδρογονανθράκων και τοξινών. Η βιομάζα που συγκομίζεται από χώρους αποκατάστασης μπορεί να αποσταχθεί με ασφάλεια σε αιθανόλη για χρήση ως βιοκαύσιμο [360][361][362].

Από το 1998, η κάνναβη έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την απομάκρυνση εδαφικών ρύπων από γεωργικές εκτάσεις που είχαν μολυνθεί σε μεγάλο βαθμό από την πυρηνική καταστροφή του Τσερνομπίλ το 1986 [363]. Επίσης το 2008, σε μια ιταλική γεωργική περιοχή που είχε μολυνθεί από ένα κοντινό εργοστάσιο χάλυβα, καλλιεργήθηκε κάνναβη για την απομάκρυνση των ρύπων, όπως η διοξίνη, από το έδαφος [364]. Οι διοξίνες θεωρούνται τοξικές καθώς προκαλούν καρκίνο, επηρεάζουν την αναπαραγωγή και την ανάπτυξη, βλάπτουν το ανοσοποιητικό σύστημα και παρεμβαίνουν στις ορμόνες. Μόλις ολοκληρωθεί η αποκατάσταση, το φυτικό υλικό που περιέχει διοξίνες μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας.

Πέρα από τον καθαρισμό του εδάφους, ένα άλλο ενδιαφέρον περιβαλλοντικό πεδίο είναι η απομάκρυνση των ρύπων που υπάρχουν σε υδατικά διαλύματα, με βιοαπορροφητικά μέσα με βάση την κάνναβη.

Το τελευταίο διάστημα, διάφορες ερευνητικές ομάδες δημοσίευσαν πολυάριθμες εργασίες σχετικά με την ικανότητα της κάνναβης να δρα ως αποτελεσματικό

βιοαπορροφητικό για την απομάκρυνση μετάλλων από υδατικά διαλύματα ή βιομηχανικά απόβλητα. Συγκεκριμένα διεξάγονται έρευνες για τη χρήση ινών κάνναβης για τη δημιουργία απορροφητικού υλικού ικανού να φιλτράρει τα μέταλλα από το μολυσμένο νερό [365][366].

Με την αυξανόμενη εστίαση του ενδιαφέροντος στα ανανεώσιμα υλικά και τα ζητήματα βιωσιμότητας, η ανάπτυξη μη συμβατικών υλικών από φυσικούς πόρους που διαθέτουν και χημικές ιδιότητες, όπως η κάνναβη, είναι σήμερα ένας τομέας εκτεταμένης έρευνας λόγω των δυνατοτήτων τους σε εφαρμογές για την επεξεργασία υδάτων και την απομάκρυνση ρύπων.

Πρόκειται για μια ενδιαφέρουσα πρόκληση επειδή η πλειονότητα των εμπορικών οργανικών ρητινών προέρχονται από πετρελαϊκές πρώτες ύλες με χημική επεξεργασία που δεν είναι πάντοτε ασφαλής ή φιλική προς το περιβάλλον. Σήμερα, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη φυσικών εναλλακτικών λύσεων χαμηλού κόστους στις συνθετικές ρητίνες και τα πολυμερή. Η κάνναβη ως βιοαπορροφητικό θα μπορούσε να είναι μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση[367][368][369].

Συμπεράσματα - Προτάσεις

Η βιβλιογραφική έρευνα ανέδειξε αρχικά τη διαχρονική παρουσία του φυτού της κάνναβης και τη σύζευξή του με τη ζωή και την οικονομία της ανθρώπινης κοινωνίας, τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εγχώριο επίπεδο. Εν τούτοις τον 20^ο αιώνα διάφοροι κοινωνικοοικονομικοί και πολιτικοί παράγοντες οδήγησαν στην απαγόρευση της καλλιέργειας και της χρήσης του φυτού, ως παράνομης και επικίνδυνης ψυχοτρόπου ουσίας, προβάλλοντας μόνο τις ψυχαγωγικές ιδιότητες και αποσιωπώντας τις πολλαπλές δυνατότητες αξιοποίησης των μερών του φυτού στον φαρμακευτικό και κατασκευαστικό τομέα.

Στη σημερινή εποχή η κάνναβη πραγματοποιεί ένα νέο κύκλο παρουσίας στους χώρους της γεωργικής και βιομηχανικής παραγωγής και η καλλιέργειά της, σε πολλές περιοχές του πλανήτη, δεν αποτελεί πλέον «παράνομη» αλλά καινοτομία.

Η περιβαλλοντική απειλή και το αυξανόμενο αίτημα της κοινωνίας για βιώσιμη ανάπτυξη συνέβαλαν στο να αναδειχθούν τα ποιοτικά και οικολογικά χαρακτηριστικά τόσο της ίδιας της καλλιέργειας αλλά και των πρώτων υλών που προκύπτουν από την αξιοποίηση των μερών του φυτού και μεταποιούνται σε καινοτόμα προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Η αλλαγή στο νομικό καθεστώς σε πολλά κράτη αλλά και στη χώρα μας καθιστά, μετά από πολλές δεκαετίες, δυνατή την καλλιέργεια της βιομηχανικής και της φαρμακευτικής κάνναβης, με συγκεκριμένες προϋποθέσεις, ανοίγοντας προοπτικές σύνδεσης της ακαδημαϊκής έρευνας με τη βιομηχανική ανάπτυξη και την ενσωμάτωση της νέας γνώσης σε καινοτόμα προϊόντα και τεχνολογίες ενισχύοντας την παγκόσμια και εγχώρια οικονομία.

Σε παγκόσμια κλίμακα ο τομέας της φαρμακευτικής και βιομηχανικής κάνναβης ακολουθεί συνεχώς μια ανοδική πορεία και θεωρείται ο πιο εντυπωσιακά αναπτυσσόμενος και επικερδής κλάδος της βιομηχανίας. Η «αγορά της κάνναβης» είναι μια νέα αγορά με εξαιρετικές προοπτικές και αποτελεί μια δυναμική επιχειρηματική πρόταση τόσο στον πρωτογενή τομέα παραγωγής όσο και τη μεταποίηση. Η Ελλάδα, διαθέτοντας ιδιαίτερες κλιματικές και γεωφυσικές συνθήκες, που ευνοούν όλα τα είδη καλλιέργειας του φυτού συνιστά ένα σημαντικό χώρο επενδύσεων από επιχειρηματίες εντός και εκτός των συνόρων της χώρας μας.

Η αναπτυξιακή και παράλληλα βιώσιμη δυναμική των καλλιεργειών της κάνναβης σε συνδυασμό με το εντυπωσιακό εύρος χρήσεων που ξεκινάει από τους τομείς της υγείας, της διατροφής, της ένδυσης και φτάνει στον κατασκευαστικό κλάδο και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μπορεί να παραμερίσει προκαταλήψεις και αναστολές του παρελθόντος και να ανοίξει ένα σημαντικότερο χώρο δραστηριοποίησης που θα προωθεί την οικονομική ανάπτυξη με γνώμονα την υποστήριξη του περιβάλλοντος και την αναβάθμιση της ανθρώπινης διαβίωσης.

Βιβλιογραφία

[1] Η Πύλη για την ελληνική γλώσσα :

https://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/search.html?lq=%CE%9A*%CE%AC%CE%BD%CE%BD%CE%B1%CE%B2%CE%B7&dq=

[2] Taylor MacDonald 2023 , A Weed by Any Other Name: Culture, Context, and the Terminology Shift from Marijuana to Cannabis pp. 6-7

[3] Fike, J. 2016. Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop, Critical Reviews in Plant Sciences, 35:5-6, 406-424, DOI: 10.1080/07352689.2016.1257842.

[4] Russo, E. B. (2007). History of cannabis and its preparations in saga, science, and sobriquet. *Chemistry & biodiversity*, 4(8), 1614-1648.

[5] Clarke, R. C., & Merlin, M. D. (2013). *Cannabis: evolution and ethnobotany* (1st ed.). United States: University of California Press.[

[6] Li, H. L. (1974). An archaeological and historical account of cannabis in China. *Economic Botany*, 28(4), 437-448

[7] Bouloc, P. (2013). Hemp: industrial production and uses. CABI, Oxfordshire, p 312. ISBN 978-1-845- 93793-5

[8] Schultes, R. E., Klein, W. M., Plowman, T., & Lockwood, T. E. (1974). Cannabis: an example of taxonomic neglect. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, 23(9), 337- 367.

[9] Brand, E. J., & Zhao, Z. (2017). Cannabis in Chinese medicine: are some traditional indications referenced in ancient literature related to cannabinoids?. *Frontiers in pharmacology*, 108.

[10] Scholten, W. K. (2000). Legal aspects on medicinal use of hemp: Historic overview and present policy of the Netherlands. *Drug information journal: DIJ/Drug Information Association*, 34(1), 329-332.

[11] Bonini, S. A., Premoli, M., Tambaro, S., Kumar, A., Maccarinelli, G., Memo, M., & Mastinu, A. (2018). Cannabis sativa: A comprehensive ethnopharmacological review of a medicinal plant with a long history. *Journal of Ethnopharmacology*, 227, 300–315. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.09.004>

[12] Amaducci, S., Scordia, D., Liu, F. H., Zhang, Q., Guo, H., Testa, G., & Cosentino, S. L. (2015). Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products*, 68, 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.06.041>

- [13] Li, H. L. (1978). Hallucinogenic plants in Chinese herbals. *Journal of Psychedelic Drugs*, 10(1), 17-26.
- [14] Mikuriya, T. H. (1969). Marijuana in medicine: past, present and future. *California medicine*, 110(1), 34
- [15] Zuardi, A. W. (2006). History of cannabis as a medicine: a review. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 28(2), 153-157.
- [16] M. (1981). The religious and medicinal uses of Cannabis in China, India and Tibet. *Journal of psychoactive drugs*, 13(1), 23-34.
- [17] Aldrich, M. (1997). History of Therapeutic Cannabis. In M. L. Mathre (ed.). *Cannabis in Medical Practice: a Legal, Historical and Pharmacological verview of the Therapeutic use of Marijuana* (pp. 35-55)
- [18] Balabanova, S., Parsche, F., & Pirsig, W. (1992). First identification of drugs in Egyptian mummies. *Naturwissenschaften*, 79(8), 358.
- [19].Pisanti, S., & Bifulco, M. (2017). Modern history of medical cannabis: from widespread useto prohibitionism and back. *Trends in Pharmacological Sciences*, 38(3), 195-198.
- [20] Warf, B. (2014). High points: an historical geography of cannabis. *Geographical Review*, 104(4), 414-438.
- [21] Mercuri, A. M., Accorsi, C. A., & Bandini Mazzanti, M. (2002). The long history of Cannabis and its cultivation by the Romans in central Italy, shown by pollen records from Lago Albano and Lago di Nemi. *Vegetation History and Archaeobotany*, 11(4), 263–276. <https://doi.org/10.1007/s0033402000>
- [22] Carod-Artal, F. J. (2013). Psychoactive plants in ancient Greece. *Neurosciences and History*, 1(1), 28–38. [online] Available at: <https://nah.sen.es/en/130-journals/volume-1/issue-1/241-psychoactive-plants-inancient-greece> [Accessed 13th November 2021]
- [23] McPartland, J. (2020). Cannabis: the plant, its evolution, and its genetics—with an emphasison Italy. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 31, 939–948.
- [24] Arata, L. (2004). Nepenthes and cannabis in ancient Greece. *Janus Head*, 7(1), 34-49.
- [25] Powell, O. (2003). Galen. *On the Properties of Foodstuffs*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [26] Butrica, J. L. (2002). The medical use of cannabis among the Greeks and Romans. *Journal of Cannabis Therapeutics*, 2(2), 51-70.

- [27] Pliny (The Elder) (1950). *Natural history: With a translation*. In Rackham, H. (Ed.), *Books* (5, pp. 17–19). W. Heinemann
- [28] Ryz, N. R., Remillard, D. J., & Russo, E. B. (2017). Cannabis Roots: A Traditional Therapy with Future Potential for Treating Inflammation and Pain. *Cannabis and Cannabinoid Research*, 2(1), 210–216. <https://doi.org/10.1089/can.2017.0028>
- [29] Nockert, M., & Possnert, G. (2002). *Att datera textilier* (1st ed.). Gidlunds förlag.
- [30] Skoglund, G., Nockert, M., & Holst, B. (2013). Viking and early Middle Ages northern Scandinavian textiles proven to be made with hemp. *Scientific reports*, 3(1), 1-6.
- [31] Fankhauser, M. (2002). *History of cannabis in Western medicine* (pp. 37-51). New York: TheHaworth Integrative Healing Press.
- [32] Guido, P. C., Riva, N., Calle, G., Dell'Orso, M., Gatto, M., Sberna, N., & Schaiquevich, P. (2020). Medicinal cannabis in Latin America: History, current state of regulation, and the role of the pharmacist in a new clinical experience with cannabidiol oil. *Journal of the American Pharmacists Association*, 60(1), 212-215.
- [33] Chandra, S., Radwan, M. M., Majumdar, C. G., Church, J. C., Freeman, T. P., & ElSohly, M.A. (2019). New trends in cannabis potency in USA and Europe during the last decade (2008– 2017). *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 269(1), 5-15.
- [34] Burnett, M., & Reiman, A. (2014). How did marijuana become illegal in the first place?. Drug Policy Alliance. October, 9.
- [35] Courtwright, D. T. (2009). *Forces of habit: Drugs and the making of the modern world*. United States: Harvard University Press.
- [36] Perucca, E. (2017). Cannabinoids in the treatment of epilepsy: hard evidence at last?. *Journal of epilepsy research*, 7(2), 61.
- [37] Milanovic, J., Kostic, M., Milanovic, P., & Skundric, P. (2012). Influence of TEMPO-Mediated Oxidation on Properties of Hemp Fibers. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 51(29), 9750–9759. <https://doi.org/10.1021/ie300713x>
- [38] Colasuonno, A. (2020). The Ultimate History of Industrial Hemp Cultivation. Goldleaf. Retrieved 4 June 2022, from <https://shopgoldleaf.com/blogs/newsfeed/the-history-of-industrialhemp-cultivation>.
- [39] Gray, James P. (2001). *Why our drug laws have failed and what we can do about it: a judicial indictment of the war on drugs*. Temple University Press. page 288. ISBN 978-1566398602

- [40] Γρίβας, ΚΛ. (1993). Κάνναβη: Μαριχουάνα – Χασίς. Εκδόσεις Ν. Σύνορα. [Αγγλική έκδοση Kleanthis Grivas: Cannabis: Marihuana - Hashish (London, Minerva Press, 1997)].
- [41] <https://www.grivas.info/?id=148>)
- [42] Noyes, R. Jr., Brunk, S. F., Baram, D. A., and Canter, A. (1975). Analgesic effect of delta-9-tetrahydrocannabinol. *J. Clin. Pharmacol.* 15, 139–143.
- [43] Sallan, S. E., Zinberg, N. E., & Frei III, E. (1975). Antiemetic effect of delta-9-tetrahydrocannabinol in patients receiving cancer chemotherapy. *New England Journal of Medicine*, 293(16), 795-797.
- [44] Regelson, W., Bulter, J. R., Schulz, J., et al. (1976). Δ 9 -Tetrahydrocannabinol as an effective antidepressant and appetite-stimulating agent in advanced 148 cancer patients, in *The Pharmacology of Marihuana* (Braude, M. C. and Szara, S., eds.), Raven Press, New York, pp. 763–776.
- [45] Mechoulam, R., Parker, L. A., & Gallily, R. (2002). Cannabidiol: an overview of some pharmacological aspects. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 42(S1), 11S-19S.
- [46] Hanson, K., & Garcia, A. (2019). State medical marijuana laws. In *National conference of state legislators*.
- [47] Vantreese, V. L. (2002). Hemp support: evolution in EU regulation. *Journal of Industrial Hemp*, 7(2), 17-31.
- [48] Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M.J., Stutterheim, N. C., Venturi, G., Cromack, H.T.H. (2000). Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products*. 11. pp. 107-118.
- [49] Duchateau, C., Kauffmann, J. M., Canfyn, M., Stévigny, C., De Braekeleer, K., & Deconinck, E. (2020). Discrimination of legal and illegal Cannabis spp. according to European legislation using near infrared spectroscopy and chemometrics. *Drug testing and analysis*, 12(9), 1309- 1319.
- [50] Carlini, E. A. (2004). The good and the bad effects of (–) trans-delta-9-tetrahydrocannabinol (Δ9-THC) on humans. *Toxicon*, 44(4), 461-467.
- [51] Poniatowska, J., Wielgus, K., Szalata, M., Szalata, M., Ożarowski, M., Panasiewicz, K. (2019). ‘Contribution of Polish agrotechnical studies on Cannabis sativa L. to the global industrial hemp cultivation and processing economy’, *Herba Polonica*, 65(2), pp. 37–50. doi: 10.2478/hepo-2019-0012
- [52] Gunnells, S. (2020.) The History of Hemp: From Ancient Origins to an American Industry. Available at: <https://www.remedyreview.com/health/history-of-hemp/>

[53] Abernethy, A. (2019). Hemp Production and the 2018 Farm Bill. Available at: <https://www.fda.gov/news-events/congressional-testimony/hemp-production-and-2018-farmbill-0725201>

[54](<https://cannabisnews.gr/>

[55] (<https://doctorweed.gr/i-istoria-tis-kannavis/>).

[56](Παυσανίου Ηλιακά, VI, 26,6)

https://el.wikisource.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%BF%CF%82_%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%AE%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B9%CF%82/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8E%CE%BD_%CE%92#_VI.26

[57] Charitos, I. A., Gagliano-Candela, R., Santacroce, L., & Bottalico, L. (2021). The Cannabis spread throughout the continents and its therapeutic use in history. Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders), 21(3), 407-417.

[58] Γκοτσίνας, Κ.(2021). Επί της Ουσίας - Ιστορία των ναρκωτικών στην Ελλάδα 1875-1950. Εκδόσεις ΠΕΚ (ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ)

[59] (http://orionhellas.blogspot.com/2012/05/blog-post_8229.html).

[60] (<https://www.lifo.gr/culture/vivlio/i-istoria-ton-narkotikon-stin-ellada-1875-1950>)

[61]https://www.efsyn.gr/arheio/fantasma-tis-istorias/297081_oi-peripeteies-tis-kannabis-stin-ellada

[62].<https://www.koutipandoras.gr/article/horto-poy-gnorizame-kala/>

[63] https://vidarchives.gr/reports/2018_05_799

[64]<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CE%BD%CE%BD%CE%B1%CE%B2%CE%B>

[65]<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/kannabh/3316-bio-kanabh>

[66]http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/KANABH/odhgkos_kaliergeias_2021_Cannabis.pdf

- [67] Γρίβας Κλεάνθης, 2017, «κάνναβη, μαριχουάνα, χασίς», Εκδόσεις: IANOS, Θεσσαλονίκη
- [68] Οικονομόπουλος Γιώργης, Μάιος 2018, «Φαρμακευτική κάνναβη, Κανναβινοειδή και Τερπενοειδή, Κανναβιδιολη- CBD, Ενδείξεις- Δοσολογία «Θεραπευτικό Παράθυρο»
- [69] Schultes R.E., and Hoffman, A. 1980. The botany and chemistry of hallucinogens, Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, USA, P. 82 – 116
- [70] Anderson, 1974. A study of systematic wood anatomy in Cannabis. Botanical Museum Leaflets, Harvard University. Vol. 24 (2) : P. 29 – 36
- [71] Emboden, W.A. 1974. Cannabis, a polytypic genus. Economic Botany Vol. 28: p.304 - 310
- [72] Παπανικολοπούλου, Μ. (2018). Ιατρική κάνναβη, στάσεις και αντιλήψεις των λειτουργών υγείας ως προς την επικείμενη χρήση της.
- [73] Berenji, Sikora, V., Fournier, G., Beherec, O., 2013. Genetics and selection of hemp. In: Bouloc, P. (Ed.), Hemp Industrial Production and Uses. CABI, Wollingford, UK, pp. P. 48 - 71).
- [74] Faux, A.-M., Draye, X., Lambert, R., d' Andrimont, R., Raujier, P., Bertin, P., 2013. The relation ship of stem and seed yields to flowering phenology and sex expression in monoecious hemp (Cannabis sativa L.). Eur. J. Agron. 47, p. 11 - 22.
- [75] Amaducci, S., D. Scordia, F.H. Liu, S.L. Cosentino. 2014. Key cultivation techniques for hemp in Europe in China. Industrial Crops and Products. 06:041.
- [76] Struik, P.C. S. Amaducci, M.J. Bullard, n.C. Stutterheim,, G. Venturi, H.T.H. Cromack. 2000. Agronomy of fibre hemp (Cannabis sativa L.) in Europe. Industrial Crops and Products. 11 P. 107 - 118.
- [77] Παπαδόπουλος Γ., 1959. Η Κάνναβις, Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.
- [78] Montford, S., & Small, E. (1999). A comparison of the biodiversity friendliness of crops with special reference to hemp (Cannabis sativa L.). *J. Int. Hemp Assoc*, 6(2), 53-63.
- [79] Piotrowski, S. M. Carus. 2011. Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products. Nova institute
- [80] Stearn, W.T. 1970. The Cannabis Plant: Botanical Characteristics. In C.R.B. Joyce and S.H Curry (eds.), The Botany and Chemistry of Cannabis, Churchill, London, UK, p. 1 - 10
- [81] Fairbairn, 1976. The Pharmacognosy of Cannabis. In J.D.P. Graham (ed.), Cannabis and Health. . Academic Press Inc., London, UK, P. 3 - 19.
- [82] Turner, J.C., Hemphill, J.K. and Mahlberg, P.G. 1981 a. Interrelationships of glandular trichomes and cannabinoid content. II: Developing vegetative leaves of Cannabis sativa L. (Cannabaceae). Bull. Narc., 33 (3), p. 63 - 71.

- [83] Mohan Ram, H.Y. & R. Sett, 1982b. Induction of fertile male flowers in genetically female *Cannabis sativa* plants by silver nitrate and silver thiosulphate anionic complex. *Theor Appl Genet* 62: p. 369 - 375.
- [84] Clarke, R.C. 1981. *Marijuana botany. An advanced study: the propagation and breeding of distinctive cannabis*, And/Or Press, Berkeley, California, USA.
- [85] Bocsa, I. and Karus, 1998. *The cultivation of hemp. Botany, varieties, cultivation and harvesting*. Hemptech, Sebastopol.
- [86]]Haney, A. and Kutscheid, B. 1975. An ecological study of naturalized hemp (*Cannabis sativa* L.) in east - central Illinois. *Am. Midl. Nat.* 93: p.1 - 24.
- [87] Sangtiwa Suriyong et. al 2015. Influence of storage conditions on change of hemp seed quality, Thailand.
- [88] Salentijn, E. M. J., Zhang, Q., Amaducci, S., Yang, M., & Trindade, L. M. (2015). New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. *Industrial Crops and Products*, 68, 32–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.08.011>
- [89] Cosentino, S.L., Riggi, E., Testa, G., Scordia, D., Copani, V. 2013. Evaluation of European developed fibre hemp genotypes (*Cannabis sativa* L.) in semi-arid Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*. 50, pp. 312-324.
- [90] Jankauskiene, Z., B. Butkute, E. Gruzdeviene, J. Ceseviciene, A.L. Fernando. 2015. Chemical composition and physical properties of dew-and water –retted hemp fibers. *Industrial Crops and Products* 75. pp. 206-211.
- [91] Müssig, J. and R. Martens. 2003. Quality Aspects in Hemp Fibre Production — Influence of Cultivation Harvesting and Retting . *Journal of Industrial Hemp* 8, 1 pp. 11 – 32.
- [92] Τσαλίκη, Ε., & Καλύβας, Α. (2021). Οδηγός Καλλιέργειας Βιομηχανικής Κάνναβης στην Ελλάδα (*Cannabis Sativa* L.).
- [93] Jankauskien, Z. E. Gruzdeviene, 2013. Physical parameters of dew retted and water retted hemp (*Cannabis sativa* L.) fibres. *Zemdirbyste -Agriculture*. Vol 100. pp.71-80
- [94] Ranalli, P. and Venturi, G. (2004) ‘Hemp as a raw material for industrial applications’, *Euphytica*, 140(1–2), pp. 1–6. doi:10.1007/s10681-004-4749-8.
- [95] Shahzad, A. (2011). Impact and fatigue properties of hemp–glass fiber hybrid biocomposites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 30(16), 1389-1398.
- [96] Κουνέλη, Β. (2020). Αξιολόγηση της επίδρασης υλικού εδαφοκάλυψης στην ανάπτυξη και στην απόδοση βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis Sativa* L.).
- [97] Fleming, M. P., & Clarke, R. C. (1998). Physical evidence for the antiquity of *Cannabis sativa* L. *Journal of the International Hemp Association*, 5(2), 80-95.

- [98] McPartland, J. M. (1997). Cannabis as repellent and pesticide. *Journal of the International Hemp Association*, 4(2), 87-92.
- [99] Poisa, L., Adamovics, A., & Stramkale, V. (2009). Hemp (*Cannabis sativa* L.) as a biomass crop. In *Scientific Workshop devoted to the 70th Anniversary of Latvia University of Agriculture: Harvest Festival Vecauce-2009,, Vecauce (Latvia), 5 Nov 2009*. Latvijas Lauksaimniecības universitāte.
- [100] Bouloc, P., S. Allegret, L. Arnaud. 2013. Hemp –Industrial Production and Uses. CAB International
- [101] Kabir, A. A., & Fedele, O. K. (2018). A review of shelling, threshing, de-hulling and decorticating machines. *Journal of Agricultural Research*, 3(1), 000148.
- [102] Ionescu, M., Voicu, G., Sorin-Stefan, B., Covaliu, C., Dincă, M., & Ungureanu, N. (2014, June). Parameters influencing the screw pressing process of oilseed materials. In *3rd International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development. TE-RE-RD* (pp. 243-248).
- [103] Wrangham, A. (2019). *A feasibility study of the re-introduction of Industrial Hemp as a break-crop, in the UK*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29865.75365>
- [104] Russo, R., and Reggiani, R. (2015a). Protein concentration and amino acid profile in hemp seed and flaxseed meal, in *Eucarpia International Symposium on Protein Crops*, ed A. De Ron (Pontevedra: Spanish Association for Legumes), 193–195.
- [105] Sikora V, J. Berenji, and D. Latkovic. 2011. Influence of agroclimatic conditions on content of main cannabinoids in industrial hemp (*Cannabis sativa*L.)-Genetika, Vol 43, No. 3,449 -456.
- [106] Clark, S. (2016). Seeding Rates and Harvest Dates on Productivity of ‘Tropic Sun’Sunn Hemp in South-Central New York.
- [107] Moreno, T., Montanes, F., Tallon, S. J., Fenton, T., & King, J. W. (2020). Extraction of cannabinoids from hemp (*Cannabis sativa* L.) using high pressure solvents: An overview of different processing options. *The Journal of Supercritical Fluids*, 161, 104850.
- [108] Perrotin-Brunel, H., Kroon, M. C., Van Roosmalen, M. J., Van Spronsen, J., Peters, C. J., & Witkamp, G. J. (2010). Solubility of non-psychoactive cannabinoids in supercritical carbon dioxide and comparison with psychoactive cannabinoids. *The Journal of Supercritical Fluids*, 55(2), 603-608.
- [109] EIHA 2018. Hemp agri-report. <https://eiha.org/wp-content/uploads/2020/10/2018-Hemp-agri-report.pdf>
- [110] Αναστασιάδης, Γ., & Προβατά, Τ. (2021). Αξιοποίηση υπολειμμάτων απολίπανσης σπόρων κάνναβης για την ανάπτυξη καινοτόμων τροφίμων πλούσιου ζυμαριού.

- [111] Burton, R. A., Andres, M., Cole, M., Cowley, J. M., & Augustin, M. A. (2022). Industrial hemp seed: from the field to value-added food ingredients. *Journal of Cannabis Research*, 4(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s42238-022-00156-7>
- [112] Vodolazska, D. and Lauridsen, C. (2020) 'Erratum: Effects of dietary hemp seed oil to sows on fatty acid profiles, nutritional and immune status of piglets(Journal of Animal Science and Biotechnology DOI: 10.1186/s40104-020-0429-3)', *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11(1), pp. 1–18. doi: 10.1186/s40104-020-00452-3.
- [113] Leson, G. (2003) 'Nutritional Profile and Benefits of Hemp Seed , Nut and Oil', pp. 2002–2003.
- [114] Apostol, L., Popa, M. and Mustatea, G. (2015) 'Cannabis sativa L partially skimmed flour as source of bio-compounds in the bakery industry', *Romanian Biotechnological Letters*, 20(5), pp. 10835–10844.
- [115] Wang, Q. and Xiong, Y. L. (2019) 'Processing, Nutrition, and Functionality of Hempseed Protein: A Review', *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18. doi: 10.1111/1541-4337.12450.
- [116] Callaway JC. Hemp seed production in Finland. *J Ind Hemp*. 2004;9:97–103.
- [117] Leonard W, Zhang P, Ying D, Fang Z. Hempseed in food industry: nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Compr Rev food Sci food Saf*. 2020;19:282–308.
- [118] Rupasinghe HPV, Davis A, Kumar SK, Murray B, Zheljazkov VD, Rupasinghe HP, et al. Industrial Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals. *Molecules*. 2020;25:1–24.
- [119] Rehman, M., Fahad, S., Du, G., Cheng, X., Yang, Y., Tang, K., Liu, L., Liu, F.-H., & Deng, G. (n.d.). *Evaluation of hemp (Cannabis sativa L.) as an industrial crop: a review*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16264-5>/Published
- [200] Leizer C, Ribnický DM, Poulev A, Dushenkov V, Raskin I (2000) The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *J Nutraceuticals Funct Med Foods* 2:35–53
- [201] CBDGreece Τί είναι CBD; Available at: <https://www.cbdgreece.gr/τι-ειναι-to-CBD>
- [202] Frassinetti, S., Moccia, E., Caltavuturo, L., Gabriele, M., Longo, V., Bellani, L., ... & Giorgetti, L. (2018). Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts. *Food chemistry*, 262, 56-66.
- [203] Sorrentino, G. (2021) 'Introduction to emerging industrial applications of cannabis (*Cannabis sativa* L.)', *Rendiconti Lincei*. doi: 10.1007/s12210-021-00979-1.

- [204] Andre, C. M., Hausman, J. F. and Guerriero, G. (2016) 'Cannabis sativa: The plant of the thousand and one molecules', *Frontiers in Plant Science*, 7(FEB2016), pp. 1–17. doi:10.3389/fpls.2016.00019.
- [205] CBDOIL (2018) Τι είναι τα τερπένια και ποιος είναι ο ρόλος τους; Available at: <https://cbdoilshop.gr/ti-einai-ta-terpenia-kai-poios-einai-o-rolos-toys/>.
- [206] Bearman, D. (2018) Cannabis: One of the most thoroughly studied plants ever. Available at: <https://www.openaccessgovernment.org/cannabis-one-of-the-most-thoroughly-studied-plants-ever/46701/>.
- [207] Crocq, M. A. (2020). History of cannabis and the endocannabinoid system. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22(3), 223–228. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.3/MCROCQ>
- [208] Russo, E. B., Jiang, H. E., Li, X., Sutton, A., Carboni, A., Del Bianco, F., ... & Li, C. S. (2008). Phytochemical and genetic analyses of ancient cannabis from Central Asia. *Journal of experimental botany*, 59(15), 4171-4182.
- [209] Devane, W. A., Dysarz, F. 3., Johnson, M. R., Melvin, L. S., & Howlett, A. C. (1988). Determination and characterization of a cannabinoid receptor in rat brain. *Molecular pharmacology*, 34(5), 605-613
- [210] Clarke, R. C., & Merlin, M. D. (2013). Cannabis. Evolution and Ethnobotany, University of Cali.
- [211] Devane, W. A., Hanuš, L., Breuer, A., Pertwee, R. G., Stevenson, L. A., Griffin, G., ... & Mechoulam, R. (1992). Isolation and structure of a brain constituent that binds to the cannabinoid receptor. *Science*, 258(5090), 1946-1949.
- [212] De Petrocellis, L., Melck, D., Bisogno, T., Milone, A., & Di Marzo, V. (1999). Finding of the endocannabinoid signalling system in Hydra, a very primitive organism: possible role in the feeding response. *Neuroscience*, 92(1), 377-387.
- [213] Silver, R. J. (2019). The endocannabinoid system of animals. *Animals*, 9(9), 686.
- [214] McGrath, S., Bartner, L. R., Rao, S., Kogan, L. R., & Hellyer, P. W. (2018). A report of adverse effects associated with the administration of cannabidiol in healthy dogs. *Vet Med*, 1, 6-8.
- [215] Vogl, C. R., Mölleken, H., Lissek-Wolf, G., Surböck, A., & Kobert, J. (2004). Hemp (*Cannabis sativa* L.) as a resource for green cosmetics: Yield of seed and fatty acid compositions of 20 varieties under the growing conditions of organic farming in Austria. *Journal of Industrial Hemp*, 9(1), 51-68.

- [216] Πουλίδη, Μ., & Παρασκευοπούλου, Π. (2022). ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ-ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΚΑΝΝΑΒΗ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ ΣΤΗΝ ΟΡΘΗ ΓΝΩΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΣΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΜΠΟΡΙΟ.
- [217] Small, E., & Marcus, D. (2002). Hemp: A new crop with new uses for North America. *Trends in new crops and new uses*, 24(5), 284-326
- [218] Vogl, C. R., Mölleken, H., Lissek-Wolf, G., Surböck, A., & Kobert, J. (2004). Hemp(*Cannabis sativa* L.) as a resource for green cosmetics: Yield of seed and fatty acid compositions of 20 varieties under the growing conditions of organic farming in Austria. *Journal of Industrial Hemp*, 9(1), 51-68.
- [219] Bertoli, A., Tozzi, S., Pistelli, L., & Angelini, L. G. (2010). Fibre hemp inflorescences: From crop-residues to essential oil production. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 329-337.
- [220] Ligęza, M., Wyglądacz, D., Tobiasz, A., Jaworecka, K., & Reich, A. (2016). Natural cold pressed oils as cosmetic products. *Family Medicine & Primary Care Review*, (4), 443-447.
- [221] Górski, R., Szklarz, M., & Kaniewski, R. (2009). Efficacy of hemp essential oil in the control of rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* Pass.) occurring on apple tree. *Progress in Plant Protection*, 49(4), 2013-2016.
- [222] 1 Dąbrowski J., Siniarska-Czaplicka J.: *Rękodzieło papiernicze*, Wydawnictwo czasopism i Książek Technicznych SIGMA NOT, Warszawa 1991, s. 26
- [223] 3 Lower, George A.: *Flax and Hemp: From the Seed to the Loom*, Mechanical Engineering, February 26, 1937
- [224] 4 Castellini, Luigi: *The Hemp Plant*, CIBA Review, 1961- 62, pp.2-31
- [225] 7 Conrad, Chris: *Hemp: Lifeline to the Future*, Los Angeles, Creative Xpressions Publications, 1993, p.24
- [226] 5 New Billion-Dollar Crop, *Popular Mechanics Magazine*, February 1938, pp. 238-240
- [227] 6 West, C.J.: *Hemp Wood as a Paper-making Material*, *Paper Trade Journal*, October 13, 1921
- [228] 8 Correspondence from D. Paul Stanford, president, Tree- Free EcoPaper, Portland, OR, January 1993
- [229] (Malachowska, E., Przybysz, P., Dubowik, M., Kucner, M., & Buzala, K. (2015). Comparison of papermaking potential of wood and hemp cellulose pulps. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Forestry and Wood Technology*, 91.)

[230] Atchison, Joseph E.: Update on Global use of Non – Wood Plant Fibres and Some Prospect for their Greater Use in the United States. 1988 TAPPI North American Non – wood Fibre Symposium Proceedings, p. 13 – 42

[231] Hemp. Industrial Production and Uses, edited by Pierre Bouloc, Serge Allegret and Laurent Arnaud, CABI

[232] www.oghemp.in

[233] <https://www.greenfieldpaper.com>

[234] Crini, G. et al. (2020) ‘Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, Agrochemistry, energy production and environment: A Review’, Environmental Chemistry Letters, 18(5), pp. 1451–1476. doi:10.1007/s10311-020-01029-2.

[235] <https://www.bastfibretch.com/sero-hemp>

[236] <https://crystalcreekorganics.com/product/zig-zag-organic-hemp-rolling-papers-1-1-4/>

<https://www.rollingace.com/raw-organic-hemp-1-14-size-natural-unrefined-rolling-papers>

<https://jadeandpearl.com/pure-hemp-unbleached-rolling-papers-single-wide-50-papers/>

<https://ocb.net/ocbproducto/organic-hemp/#slim-tips>

[237] <https://www.greenfieldpaper.com/>

[238] (Malachowska, E., Przybysz, P., Dubowik, M., Kucner, M., & Buzala, K. (2015). Comparison of papermaking potential of wood and hemp cellulose pulps. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Forestry and Wood Technology*, 91.)

[239] <http://kodipheet.chem.uoi.gr/contents/3%20KEF%203.pdf>

[240] http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2670/Chimeia_B-Lykeiou_html-empl/index5_4.html

[241] <https://chem.noesis.edu.gr/node/151>

[242] <https://www.apenantiokthi.com/2023/03/plastiko-kannavis-mia-enallaktiki-kai-viosimi-lysi-gia-to-perivallon.html>

[243] L.Concialdi, May 03,2016. [Online]. Available: <https://discovercbd.com/blogs/cbd-news/105784134-benefits-of-hemp-plastic-over-traditional-plastic>

[244] Karche, T., & Singh, M. R. (2019). The application of hemp *Cannabis sativa* L. for a green economy: A review. In *Turkish Journal of Botany* (Vol. 43, Issue 6, pp. 710–723). Turkiye Klinikleri. <https://doi.org/10.3906/bot-1907-15>

[245] <https://islandteacher.xyz/uncategorized/henderson-island-plastic-pollution/>
<https://www.spotmydive.com/en/ecology/henderson-island-breaks-the-world-record-for-plastic-pollution>

[246]<https://www.forbes.com/sites/scottsnowden/2019/05/30/300-mile-swim-through-the-great-pacific-garbage-patch-will-collect-data-on-plastic-pollution/>
<https://aleriasadventures.blogspot.com/2018/04/the-great-pacific-garbage-patch-is.html>

[247]Modi, A. A., Shahid, R., Saeed, M. U., & Younas, T. (2018). Hemp is the Future of Plastics. E3S Web of Conferences, 51, 03002.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185103002>

[248] Khattab MM, Dahman Y (2019) Production and recovery of poly-3-hydrobutyrate bioplastics using agro-industrial residues of hemp hurd biomass. Bioprocess Biosyst Eng. <https://doi.org/10.1007/s00449-019-02109-6>

[249]J.Hasse, May 05, 2017. [Online]. Available: <https://www.benzinga.com/markets/emerging-markets/17/05/9405826/why-hemp-could-be-the-future-of-plastics>

[250]National Hemp Association (NHA), May 17, 2016. [Online]. Available: <http://nationalhempassociation.org/hemp-plastic>

[251]C. Woodford, June 11, 2017 [Online]. Available: <http://www.explainthatstuff.com/bioplastics.html>

[252]M. Karus and G. Leson. International Hemp Association. Vol. 4 (June 01, 1997) Highlight

- [253]<https://www.nocohempexpo.com/driving-hemp-future-bmw-goes-biodegradable/>
- [254]<https://www.garycrossleyford.com/blog/today-in-ford-history/henry-fords-plastic-hemp-car-january-13th-1942/>
- [255] <https://hempplastic.com/>
- [256] <https://canapuglia.it/en/products/filamento-canapa-hbp-pla>
- [257]https://www.exemplarylife.com/product/hemp-straw-available-now-42?cp=true&sa=false&sbp=false&q=false&category_id=12
- [258] <https://solidsurf.co/bioflex/>
- [259] <https://ecoreactor.org/en/hemp-bioplastic/>
- [260]<https://livingwithamplitude.com/hemp-sockets-amputees-human-plant-solutions/>
- [261] <https://www.hempnews.gr/giati-o-kosmos-chreiazetai-plastiko-kannavis/>
- [262]<https://www.e-forologia.gr/cms/viewContents.aspx?id=134703>
- [263]<https://thefoodies.gr/kannavi-poies-einai-oi-idiotites-tis-kai-giati-axizei-na-ti-valoume-sti-zoi-mas>
- [264]<https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>,
<http://gr.chinahemptex.com/hemp-fabric/>,<https://cannapoint.gr/cannabis-cbd-products/accessories-bags/>
- [265] IPCC, 2014: Contribution of working group III to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. International Energy Agency, Key world energy statistics, 2014.
- [266] T.H. Panzera, New Trends of Sustainable Materials for Civil Engineering,, Open Constr. Build. Technol. J. 10 (1) (2016) 379–380.
- [267] P.C. Aitcin, The cement of yesterday and today: Concrete of tomorrow, Cement Concr. Res. 30 (9) (2000) 1349–1359, [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00365-3](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00365-3) [2014-05-14]. ISSN 0008-8846.
- [268] boheco.wordpress.com/hemp-building-material/.

[269] F. Collet, S. Pretot, J. Chamoin, C. Lanos, Hydric characterization of sprayed hempcrete, Forth international building physics conference, 2009pp.

[270] M.P. Boutin, C. Flamin, Examination of the environmental characteristics of abanked hempcrete wall on a wooden skeleton, by lifecycle analysis: feedback on LCA experiment from 2005. Bio -aggregate-based building materials.

[271] C. Ingrao, A.L. Giudice, J. Bacenetti, C. Tricase, G. Dotelli, M. Fiala, V. Siracusa, C.Mbohwa, Energy and environment assessment of industrial hemp for building applications: a review.

[272] Yadav, M., & Saini, A. (2022). Opportunities & challenges of hempcrete as a building material for construction: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 65, 2021–2028. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.576>

[273] N. Manohari, H.G. Sunil, D. Rani, A. Kumar, Manufacturing of building blocks using hempcrete, *Int. J. Latest Res. Eng. Technol.* (2016)

[274] <https://hempstone.net/catalyst-for-change/faq-hempcrete-explained>

[275] C. Niyigena, S. Amziane, A. Chateaufneuf, L. Arnaud, L. Bessette, F. Collet, C. Lanos, G. Escadeillas, M. Lawrence, C. Magniont, S. Marceau, S. Pavia, U. Peter, V. Picandet, M. Sonebi, P. Walker, Variability of the mechanical properties of hemp concrete, *Materials Today Commun.* 7 (2016) 122–133, <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2016.03.003>.

[276] T.-T. Nguyen, V. Picandet, S. Amziane, C. Baley, Influence of compactness and hemp hurd characteristics on the mechanical properties of lime and hemp concrete, *Eur. J. Environ. Civ. Eng.* 13 (9) (2009) 1039–1050.

[277] T. Ohmura, M. Tsuboi, T. Tomimura, Estimation of the Mean Thermal Conductivity of Anisotropic Materials, *Int. J. Thermophys.* 23 (2002) 843–853, <https://doi.org/10.1023/A:1015423708823>.

[278] A. Evrard, A. De Herde, Bioclimatic envelopes made of lime and hemp concrete, in: *Proceeding of CISBAT*, 2005, pp. 1–6.

[279] U. Dhakal, U. Berardi, M. Gorgolewski, R. Richman, Hygrothermal performance of hempcrete for Ontario (Canada) buildings, *J. Clean. Prod.* 142 (2017) 3655–3664, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.102>.

[280] O. Kinnane, A. Reilly, J. Grimes, S. Pavia, R. Walker, Acoustic absorption of hemp-lime construction, *Constr. Build. Mater.* 122 (2016) 674–682, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.06.106>.

[281] P. Gle, E. Gourdon, L. Arnaud, Bio-Aggregate-Based Building Materials: Applications to Hemp Concretes, in: *Acoustical Properties of Hemp Concretes*, ISTE Ltd, United Kingdom. Wiley, New Jersey, 2013, pp. 242–265.

[282] William Stanwix and Alex Sparrow (2014), the hempcrete book: Designing and building with hemp-lime.

- [283] <https://thathempcreteguy.com/work/cast-hempcrete-extension>
- [284] [c] Using Hemp in Construction - Mother Earth News | The Original Guide ToLiving Wisely Traditional and Historic buildings - UK Hempcrete<https://www.motherearthnews.com/green-homes/natural-building/hempcrete-ze0z1602zbay>
- [285]<https://hempcretewalls.com/info/>
- [286]<https://endeavourcentre.org/just-biofiber-hempcrete-blocks-for-zero-carbon-trent-forensics-facility/>
- [287]<https://www.hempshed.co.uk/>
- [288]<https://www.weber-tradical.com/en/hempcrete/beton-de-chanvre-toiture-isolante/>
- [289] <https://hemphomesaustralia.net.au/hemp-advantages/>
- [290]Lim S., et al.Developments in construction-scale additive manufacturing processes. *Autom. Constr.* 2012;21(1):262–268.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.06.010>
- [291]Weng Y., et al. Comparative economic, environmental and productivity assessment of a concrete bathroom unit fabricated through 3D printing and a precast approach.*J. Clean. Prod.*2020;261:121245.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121245>
- [292]Ngo T. D., et al. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges.*Compos. Part B* 2018;143:17–196.
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.02.012>
- [293]Das A. K., et al. A review on wood powders in 3D printing: processes, properties and potential applications. *J. Mater. Res. Technol.* 2021;15:241–255.
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.07.110>
- [294]Sinka, M., Spurina, E., Korjamins, A., & Bajare, D. (2022). Hempcrete - CO2Neutral Wall Solutions for 3D Printing. *Environmental and Climate Technologies*, 26(1), 742–753. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2022-0057>
- [295]<https://woodworkingclarity.com/is-polyurethane-toxic/>
- [296]<https://cehn.org/our-work/eco-healthy-child-care/ehcc-faqs/faqs-styrofoam/>
- [297]<https://mymaterialwarehouse.com/products/hemp-insulation-fiber-batting-r7-16in-704-sqft-hempwool>
- [298]<https://www.thermo-hanf.de/en/>
- [299]<https://www.hemptraders.com/Hemp-Board-s/1937.htm>
- [300] <https://hempwood.com/>

[301] Νέζης (2013) *Το Σύνδρομο του Άρρωστου Κτιρίου, το εργασιακό στρες και οι επιδράσεις τους στην υγεία*.

[302] <https://eli.inc/learn/add-hemp-to-your-crop-rotation/>

[303] <https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/>

[304] Casas XA, Pons JR. Environmental analysis of the energy use of hemp—analysis of the comparative life cycle: diesel oil vs. hemp-diesel. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 2005;4:133–9.

[305] Struik PC, Amaducci S, Bullard MJ, Stutterheim NC, Venturi G, Cromack KTH. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products* 2000;11:107–18.

[306] Sipos B, Kreuger E, Svensson S-E, Reczey K, Bjornsson L, Zacchi G. Steam pretreatment of dry and ensiled industrial hemp for ethanol production. *Biomass and Bioenergy* 2010;34:1721–31.

[307] Pakarinen A, et al. Evaluation of annual bioenergy crops in the boreal zone for biogas and ethanol production. *Biomass and Bioenergy* 2011;35:3071–8.

[308] Shi G, Cai Q. Cadmium tolerance and accumulation in eight potential energy crops. *Biotechnology Advances* 2009;27:555–61.

[309] Kok CJ, Coenen GCM, de Heij A. The effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on selected soil-borne pathogens. *Journal of the International Hemp Association* 1994;1:6–9.

[310] van der Werf HMG, van Geel WCA, Wijnhuizen M. Agronomic research on hemp (*Cannabis sativa* L.) in the Netherlands 1987–1993. *Journal of the International Hemp Association* 1995;2:14–7.

[311] Poisa L, Adamovics A. Hemp (*Cannabis sativa* L.) as an environmentally friendly energy plant. *Scientific Journal of Riga Technical University* 2010;5:80–5.

[312] Piotrowski S, Carus M. Ecological benefits of hemp and flax cultivation and products, nova-Institute, 2011/http://www.eiha.org/attach/643/11-05-13_Ecological_benefits_of_hemp_and_flax.pdf; (accessed on 2011-10-21).

[313] van der Werf HMG. Life cycle analysis of field production of fibre hemp, the effect of production practices on environmental impacts. *Euphytica* 2004;140:13–23.

[314] Rehman, M. S. U., Rashid, N., Saif, A., Mahmood, T., & Han, J. I. (2013). Potential of bioenergy production from industrial hemp (*Cannabis sativa*): Pakistan perspective. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 18, pp. 154–164). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.019>

- [315] Brar, K. K., Raheja, Y., Chadha, B. S., Magdouli, S., Brar, S. K., Yang, Y. H., Bhatia, S. K., & Koubaa, A. (2022). A paradigm shift towards production of sustainable bioenergy and advanced products from Cannabis/hemp biomass in Canada. In *Biomass Conversion and Biorefinery*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02570-6>
- [316] Prade T, Svensson S-E, Andersson A, Mattsson JE. Biomass and energy yield of industrial hemp grown for biogas and solid fuel. *Biomass and Bioenergy* 2011;35:3040–9.
- [317] Deferne JL, Pate DW. Hemp seed oil: a source of valuable essential fatty acids. *Journal of the International Hemp Association* 1996;3:4–7.
- [318] Kriesse U, Schumann E, Weber WE, Beyer M, Brühl L, Matthäus B. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica* 2004;137:339–51.
- [319] Pritchard JRL. Analysis and properties of Oilseeds. In: Rossel JB, Pritchard JRL, editors. *Analysis of oilseeds, fats and fatty foods*. New York: Elsevier Applied Science; 1991. p. 39–102.
- [320] Li S-Y, Stuart JD, Li Y, Parnas RS. The feasibility of converting *Cannabis sativa* L. oil into biodiesel. *Bioresource Technology* 2010;101:8457–60.
- [321] <https://www.gaiaca.com/what-to-do-with-hemp-biomass/>
- [322] MacLean HL, Lave LB, Lankey R, Joshi S. A life-cycle comparison of alternative automobile fuels. *Journal of the Air and Waste Management Association* 2000;50:1769–79.
- [323] Mabey WE, Saddler JN. Bioethanol from lignocellulosics: status and perspectives in Canada. *Bioresource Technology* 2010;101:4806–13.
- [324] Hillring B. Rural development and bioenergy—experiences from 20 years of development in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 2002;23:443–51.
- [325] Garcia-Jaldon C, Dupeyre D, Vignon MR. Fibres from semi-retted hemp bundles by steam explosion treatment. *Biomass and Bioenergy* 1998;14:251–60.
- [326] Capelle A. Hemp: specialty crop for the paper industry. In: Janick J, editor. *Progress in new crops*, Arlington: ASHS Press; 1996. p. 384–8.
- [327] Moxley G, Zhu Z, Zhang Y-P. Efficient sugar release by the cellulose solvent-based lignocellulose fractionation technology and enzymatic cellulose hydrolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008;56:7885–90.
- [328] <https://www.hemp.com/2023/05/the-green-revolution-unveiling-the-biofuel-benefits-of-hemp/>

- [329] <https://vitalityhemp.com/product/hemp-briquettes/>
- [330] <https://sensiseeds.com/en/blog/irelands-hemp-industry-on-the-move/>
- [331] <https://formulaswiss.com/blogs/industry-news/the-future-of-batteries-hemp>
- [332] <https://ihempwa.org/batteries/>
- [333] Wang, H., Xu, Z., Kohandehghan, A., Li, Z., Cui, K., Tan, X., Stephenson, T. J., King'onde, C. K., Holt, C. M. B., Olsen, B. C., Tak, J. K., Harfield, D., Anyia, A. O., & Mitlin, D. (2013). *Interconnected Carbon Nanosheets Derived from Hemp for Ultrafast Supercapacitors with High Energy*. <https://doi.org/10.1021/nn400731g>
- [334] Kelly R. (2004) "The Future of Sustainable Development: a European Perspective". Dublin Institute of Technology.
- [335] WCED. 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission). Oxford University Press (ed.). Oxford
- [336] Lee K. N. (2001) "Human–Environment Relationship: Indicators" Elsevier Science Ltd.
- [337] 2018. <https://www.drawdown.org/solutions/coming-attractions/industrial-hem>. Coming Attractions Industrial Hemp.
- [338] 2018. <https://hempnewstv.wordpress.com/2009/09/28/the-science-behind-carbon-dioxide-reduction-with-hemp/> The Science behind Carbon Dioxide Reduction with Hemp, September 28, 2009)
- [339] 2018 <http://www.globalhemp.com/1997/10/north-american-industrial-hemp-council-industrial-hemp-facts-sheet> html Industrial Hemp Facts
- [340] 2018. <https://globalhempgroup.com/tag/hemp/>
- [341] 2018 www.ubfdb.org.in
- [342] 2018. www.LotusOrganics.com
- [343] 2018.2018. <http://rebekahshaman.com/hemp-a-climate-change-crop/Hemp> a Climate Change Crop
- [344] Aytac Selim. (2018). *An Enviromental Friendly Plant in Terms of Oxygen Supply: Hemp*.
- [345] Bañuelos, G.S.; Ajwa, H.A. Trace elements in soils and plants: An overview.J. Environ. Sci. Health Part A1999,34, 951–974.[CrossRef]
- [346] Hou, D.; O'Connor, D.; Igalavithana, A.D.; Alessi, D.S.; Luo, J.; Tsang, D.C.W.; Sparks, D.L.; Yamauchi, Y.; Rinklebe, J.; Ok, Y.S.Metal contamination and bioremediation of agricultural soils for food safety and sustainability.Nat. Rev. Earth Environ.2020,1,366–381. [CrossRef]

- [347]Järup, L. Hazards of heavy metal contamination.Br. Med. Bull.2003,68, 167–182. [CrossRef] [PubMed]
- [348]Garbisu, C.; Alkorta, I. Phytoextraction: A cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. Bioresour. Technol. 2001, 77, 229–236. [CrossRef]
- [349]Cunningham, S.D.; Berti, W.R. Remediation of contaminated soils with green plants: An overview.Vitr. Cell. Dev. Biol. Plant1993,29, 207–212. [CrossRef]
- [350]Raskin, I.; Smith, R.D.; Salt, D.E. Phytoremediation of metals: Using plants to remove pollutants from the environment.Curr.Opin. Biotechnol.1997,8, 221–226. [CrossRef]
- [351]Băbău, A.M.C.; Micle, V.; Damian, G.E.; Sur, I.M. Preliminary investigations regarding the potential ofRobinia pseudoacaciaL.(leguminosae) in the phytoremediation of sterile dumps.J. Environ. Prot. Ecol.2020,21, 46–55.
- [352]Băbău, A.M.C.; Micle, V.; Damian, G.E.; Sur, I.M. Sustainable ecological restoration of sterile dumps usingRobinia pseudoacacia.Sustainability2021,13, 14021. [CrossRef]
- [353]Adesina, I.; Bhowmik, A.; Sharma, H.; Shahbazi, A. A review on the current state of knowledge of growing conditions, agronomicsoil health practices and utilities of hemp in the United States.Agriculture2020,10, 129. [CrossRef]
- [354]Citterio, S.; Santagostino, A.; Fumagalli, P.; Prato, N.; Ranalli, P.; Sgorbati, S. Heavy metal tolerance and accumulation of Cd, Crand Ni byCannabis sativaL.Plant Soil2003,256, 243–252. [CrossRef]
- [355]Ahmad, R.; Tehsin, Z.; Malik, S.T.; Asad, S.A.; Shahzad, M.; Bilal, M.; Shah, M.M.; Khan, S.A. Phytoremediation potential of hemp(Cannabis sativaL.): Identification and characterization of heavy metals responsive genes: Biotechnology.CLEAN Soil Air Water2016,44, 195–201. [CrossRef]
- [356]Linger, P.; Müssig, J.; Fischer, H.; Kobert, J. Industrial hemp (Cannabis sativaL.) growing on heavy metal contaminated soil: Fibrequality and phytoremediation potential.Ind. Crop. Prod.2002,16, 33–42. [CrossRef]
- [357]Shi, G.; Liu, C.; Cui, M.; Ma, Y.; Cai, Q. Cadmium tolerance and bioaccumulation of 18 hemp accessions.Appl. Biochem. Biotechnol.2012,168, 163–173. [CrossRef]
- [358] Angelova, V.; Ivanova, R.; Delibaltova, V.; Ivanov, K. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp). Ind. Crops Prod. 2004, 19, 197–205. [CrossRef]

- [359]Vandenhove, H.; Van Hees, M. Fibre crops as alternative land use for radioactively contaminated arable land.J. Environ. Radioact.2005,81, 131–141. [CrossRef]
- [360]Chundawat, S.P.S.; Beckham, G.T.; Himmel, M.E.; Dale, B.E. Deconstruction of lignocellulosic biomass to fuels and chemicals.Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng.2011,2, 121–145. [CrossRef] [PubMed]
- [361]Hu, R.; Lim, J.-K. Fabrication and mechanical properties of completely biodegradable hemp fiber reinforced polylactic acidcomposites.J. Compos. Mater.2016,41, 1655–1669. [CrossRef]
- [362].Zhao, J.; Xu, Y.; Wang, W.; Griffin, J.; Roozeboom, K.; Wang, D. Bioconversion of industrial hemp biomass for bioethanolproduction: A review.Fuel2020,281, 118725. [CrossRef]
- [363]Charkowski, E. Hemp “eats” Chernobyl waste, offers hope for Hanford.Rediscover Hemp1998. Available online: <https://rediscoverhemp.com/inspire/hemp-eats-chernobyl-waste-offers-hope-for-hanford/> (accessed on 18 February 2022).
- [364]Roberts, C. How Cannabis Cleans Up Nuclear Radiation And Toxic Soil.High Times2017. Available online: <https://hightimes.com/news/how-cannabis-cleans-up-nuclear-radiation-and-toxic-soil/> (accessed on 18 February 2022).
- [365]Morin-Crini, N.; Staelens, J.N.; Loiacono, S.; Martel, B.; Chanet, G.; Crini, G. Simultaneous removal of Cd, Co, Cu, Mn, Ni, and Znfrom synthetic solutions on a hemp-based felt. III. Real discharge waters.J. Appl. Polym. Sci.2019,137, 48823. [CrossRef]
- [366]Placido, D. F., & Lee, C. C. (2022). Potential of Industrial Hemp for Phytoremediation of Heavy Metals. In *Plants* (Vol. 11, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/plants11050595>
- [367]Morin-Crini, N. *et al.* (2018) ‘Hemp-based adsorbents for sequestration of metals: A Review’, *Environmental Chemistry Letters*, 17(1), pp. 393–408. doi:10.1007/s10311-018-0812-x.
- [368] <https://co2evolve.com/hempinfo/b0k8h5u1angz9iqs6d6w4yu5zfj0af>
- [369] <https://www.kazmira-llc.com/blog/soil-remediation-with-industrial-hemp/>

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Ο αυτοκράτορας Shen-Nung δοκιμάζει φυτά για να εξετάσει τις ιδιότητές τους στον εαυτό του

<https://cannabishistory.tni.org/short.htm>

Σχήμα 1.2: Καταγραφή της κάνναβης σε κινέζικα έγγραφα

<https://historiadelcannabis.lasagradamaria.org/linea-tiempo/>

Σχήμα1.3: Η διάδοση της κάνναβης σε όλο τον κόσμο

<https://cannabishistory.tni.org/index.htm>

Σχήμα1.4: Σελίδα από το 'De Materia Medica' ή «Περὶ ὕλης ἱατρικῆς»

<https://culturapedia.com/2021/02/08/la-larga-y-olvidada-relacion-entre-el-cannabis-y-la-medicina/>

Σχήμα1.5 : Υφαντά τοίχου κατασκευασμένα από μείγμα κάνναβης και λιναριού.

(The Overhogdal Viking wall-hangings) [30].

https://www.researchgate.net/profile/Bodil-Holst/publication/258055684/figure/fig4/AS:293972275679255@1447099860407/The-Oeverhogdal-Viking-wall-hangings-The-two-top-pieces-la-Length-164cm-top-edge_W640.jpg

Σχήμα1.6: Spreading harvested hemp in Kentucky, 1898

https://en.wikipedia.org/wiki/Hemp_in_the_United_States

Σχήμα1.7: Αριστερά συμβολαιογραφική πράξη πώλησης κάνναβης(1887) και πάνω διαφήμιση τσιγάρων κάνναβης (1873)

https://www.efsyn.gr/arheio/fantasma-tis-istorias/297081_oi-peripeteies-tis-kannabis-stin-ellada

Σχήμα1.8: Αριστερά, τριπολιτσιώτικο πλακίδιο χασίς προς εξαγωγή, με το σήμα και τα στοιχεία του παραγωγού στη συσκευασία | A. DARDANNE, CONTRIBUTION A L'ETUDE DU CHANVRE INDIEN (Παρίσι, 1924). Δεξιά, φυτό Cannabis sativa σε έκδοση της ύστερης Αναγέννησης (Βασιλεία, 1542)

https://www.efsyn.gr/arheio/fantasma-tis-istorias/297081_oi-peripeteies-tis-kannabis-stin-ellada

Σχήμα 1.9: «Το κανναβουργείο του Δεσύλλα» (1871-1982)

https://vidarchives.gr/reports/2018_05_799

Σχήμα1.10: Το κανναβουργείο του Δεσύλλα στην Κέρκυρα, Ιανουάριος του 2003

<https://youmaysayiamadreamer.com/>

Σχήματα 1.11, 1.12, 1.13, 1.14: Εργάτες και εργάτριες του κανναβουργείου Δεσύλλα τη δεκαετία του '50

<https://cannabisnews.gr/1911-h-kannavi-sto-epikentro-tis-protis-ergatikis-apergias-tis-kerkyras/>

Σχήμα 1.15: Άποψη του τμήματος παραγωγής του Κανναβουργείου Έδεσσας

Πηγή :

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CE%BD%CE%BD%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%BF_%CE%88%CE%B4%CE%B5%CF%83%CF%83%CE%B1%CF%82

Σχήμα1.16: Η Μονάδα Παραγωγής του Εργοστασίου

Πηγή: <https://www.iefimerida.gr/ellada/edessa-biomihaniko-mnimeio-kannaboymeio>

Σχήμα 2.1 : (Α) ανθοφόρο αρσενικό και (Β) σποροφόρο θηλυκό φυτό,- (1) αρσενικό άνθος, μεγεθυμένη λεπτομέρεια- (2) και (3) σάκος γύρης του ίδιου από διάφορες γωνίες- (4) γυρεόκοκκος του ίδιου- (5) θηλυκό άνθος με κάλυμμα πετάλου- (6) θηλυκό άνθος, χωρίς κάλυμμα πετάλου- (7) συστάδα θηλυκών καρπών, διαμήκης τομή- (8) καρπός με κάλυμμα πετάλου- (9) το ίδιο χωρίς κάλυμμα πετάλου- (10) το ίδιο- (11) το ίδιο σε εγκάρσια τομή- (12) το ίδιο σε διαμήκη τομή- (13) σπόρος χωρίς κέλυφος. (

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cannabis_sativa_Koehler_drawing.jpg)

Σχήμα 2.2 : Φύλλωμα των τριών διαφορετικών ειδών της Κάνναβης

(<https://www.drstrainscbd.com/wp-content/uploads/2020/06/ruderalis-3.jpg>)

Σχήμα 2.3 : Απεικόνιση φυτών Sativa – Indica - Ruderalis

(<https://cannalogue.ca/wp-content/uploads/2019/06/difference-between-sativa-and-indica.png>)

Σχήμα 2.4 : Θυληκή (αριστερά) και αρσενική (δεξιά) Cannabis Sativa L.

(Systematics and Botanical Characteristics of Industrial Hemp Cannabis Sativa L Malgorzata Strzelczyk, Malgorzata Lochynska & Magdalena Chudy)

Σχήμα 2.5 : Ρίζα του φυτού

(https://www.hemptrade.ca/content.aspx?page_id=22&club_id=950211&module_id=409572)

Σχήμα 2.6 : Κεντρικός Βλαστός vertical / horizontal

(https://www.linkedin.com/posts/shaileshganeriwala_hempstalk-sustainableliving-ecofriendly-activity-7049293017064636417-540x)

Σχήμα 2.7 : Φύλλο του φυτού

(<https://d2seqvvy3b8p2.cloudfront.net/0b765ffc36798c22480b5b63ee38a12e.jpg> , <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:306087-2>)

Σχήμα 2.8 : Άνθος του φυτού

(<https://lmacoppasciences.com/wp-content/uploads/2019/10/Sativa04-768x768.jpg> , <https://lmacoppasciences.com/cannabinoids/>)

Σχήμα 2.9 : Σπόρος του φυτού

(https://www.researchgate.net/publication/323664931_Chemical_composition_and_nutraceutical_properties_of_hempseed_an_ancient_food_with_actual_functional_value/figures?lo=1)

Σχήμα 2.10 : Διάφορες χρήσεις του φυτού σε πολλαπλούς τομείς.

(<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-284.html>)

Σχήμα 2.11: Εντεριώνη και ίνες

(<https://thehia.org/wp-content/uploads/2021/05/Hemp-Stalk-showing-Bast-and-Hurd-smaller.png>)

Σχήμα 2.12 : Διαβροχή (retting)

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669018305636>)

Σχήμα 2.13 : Βήματα στην πρώιμη ανάπτυξη της επεξεργασίας ινών κάνναβης. (α) το 1861, το πρώτο "scavezzatrice" κατασκευάστηκε από τον αγρότη Bernagozzi από την Bologna, και αποτελούνταν από έναν τροχό με σφυριά, β) επιτεύχθηκε περαιτέρω εξέλιξη αντικαθιστώντας τους τροχούς με ένα ζευγάρι κυλίνδρων, με το "scavezzatrice" ενσωματωμένο ανάμεσά τους, (γ) το επόμενο βήμα εξέλιξης ήταν η δημιουργία μιας μηχανής που συνδυάζε τις δύο διαδικασίες της "scavezzatura" και της "gramolatura", χρησιμοποιώντας μια σειρά από ζεύγη αυλακωτών κυλίνδρων που

ήταν κατασκευασμένα από διαφορετικά υλικά και είχαν διαφορετικές διαμέτρους, αριθμό δοντιών και ταχύτητα περιστροφής. [94]

(Ranalli, P. and Venturi, G. (2004) 'Hemp as a raw material for industrial applications', *Euphytica*, 140(1–2), pp. 1–6. doi:10.1007/s10681-004-4749-8.)

Σχήμα 2.14 : Tatham Decorticator

(<https://tatham-uk.com/hemp-decortication~61>)

Σχήμα 2.15 : HempTrain™ Universal Production Facility (HT-UF)

(<https://canadiangreenfield.com/hemptrain/>)

Σχήμα 2.16 : HurdMaster MD 1000 micro decorticator

(<https://hurdmaster.com/>)

Σχήμα 2.17 : Τελικά προϊόντα ίνας – εντεριώνης – GMF(μικροΐνας) (<https://canadiangreenfield.com/hemptrain/>)

Σχήμα 2.18 : Διαφορετικές διαδικασίες αποφλέιωσης(Fedele, 2018).[101]

Σχήμα 2.19 : Διαδικασία εκχύλισης ελαίου από την συμπίεση των σπόρων (Ionescu et al, 2014).[102]

Σχήμα 2.20 : Διαδικασία πλήρους επεξεργασίας του σπόρου ως πρώτη ύλη(Wrangham, 2019).[103]

Σχήμα 2.21 : Επεξεργασία ανθών για Παρασκευή ελαίου (Moreno et al., 2020).[107]

Σχήμα 3.1 : Κάνναβη, πηγή θρεπτικών συστατικών στη μορφή σπόρων , αλευριού και ελαίου.

<https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/15505-kannavi-pigi-threptikon-systatikon-kai-ofeli-gia-tin-ygeia>

Σχήμα 3.2 : Οι ολόκληροι σπόροι κάνναβης αλέθονται σε αλεύρι κάνναβης το οποίο εκχυλίζεται διαδοχικά για την παραγωγή ελαίου κάνναβης και συμπυκνωμάτων/απομονωμένων πρωτεϊνών κάνναβης που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση τροφίμων. Τα υπολείμματα από αυτές τις εκχυλίσσεις, το κέικ σπόρων κάνναβης και το αλεύρι σπόρων κάνναβης, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για

τον εμπλουτισμό των τροφίμων με αντιοξειδωτικά και διαιτητικές ίνες. (Burton et al., 2022)

Σχήμα 3.3 : Οι προηγμένες τεχνολογίες προστιθέμενης αξίας μπορούν να οδηγήσουν την καινοτομία προστιθέμενης αξίας στην αξιοποίηση της βιομηχανικής κάνναβης για την εισαγωγή ενός ευρέος φάσματος λειτουργικών συστατικών τροφίμων και θρεπτικών φαρμάκων. (Rupasinghe et al., 2020)

Rupasinghe, H.P. *et al.* (2020) 'Industrial hemp (cannabis sativa subsp. sativa) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals', *Molecules*, 25(18), p. 4078. doi:10.3390/molecules25184078.

Σχήμα 3.4 : Το ανθρώπινο Ενδοκανναβινοειδές Σύστημα (ECS)

<https://svrhemp.com/what-is-the-endocannabinoid-system/>

Σχήμα 3.5 : Τα **κνιδόζωα** ([λατ.](#) Cnidaria, από το [αρχαιοελληνικό](#) κνίδη, που σημαίνει *τσουκνίδα*, εξαιτίας της ικανότητάς τους να κεντρίζουν) είναι μία [συνομοταξία](#) που περιλαμβάνει πάνω από 10.000 [είδη ζώων](#) που απαντώνται αποκλειστικά σε υδατικά, και κυρίως [θαλάσσια](#) περιβάλλοντα.

(<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BD%CE%B9%CE%B4%CF%8C%CE%B6%CF%89%CE%B1>)

Σχήμα 3.6 : Hemp Skincare

<https://www.latimes.com/fashion/la-ig-hemp-beauty-products-20170414-story.html>

Σχήμα 4.1 : Μόλυνση από πλαστικά στο νησί Henderson[245]

[<https://islandteacher.xyz/uncategorized/henderson-island-plastic-pollution/>
<https://www.spotmydive.com/en/ecology/henderson-island-breaks-the-world-record-for-plastic-pollution/> / Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.2 : Μόλυνση από πλαστικά , Great Pacific Garbage Patch[246].

[<https://www.forbes.com/sites/scottsnowden/2019/05/30/300-mile-swim-through-the-great-pacific-garbage-patch-will-collect-data-on-plastic-pollution/>
<https://aleriasadventures.blogspot.com/2018/04/the-great-pacific-garbage-patch-is.html> / Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.3 : Πάνελ πόρτας BMW [253]

[<https://www.nocohempexpo.com/driving-hemp-future-bmw-goes-biodegradable/>

/ Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.4 : Ford's Hemp Car [254]

<https://www.garycrossleyford.com/blog/today-in-ford-history/henry-fords-plastic-hemp-car-january-13th-1942/> / Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.5 : Γκάμα πλαστικών προϊόντων από Hemp Plastic [255]

<https://hempplastic.com/> / Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.6 : Hemp Plastic έτοιμο για χρήση σε 3D-Printer [256]

<https://canapuglia.it/en/products/filamento-canapa-hbp-pla>
/ Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.7 : Βιοδιασπώμενα καλαμάκια από Κάνναβη [257]

https://www.exemplarylife.com/product/hemp-straw-available-now-42?cp=true&sa=false&sbp=false&q=false&category_id=12 / Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.8 : Hemp Plastic Surfboard [258]

<https://solidsurf.co/bioflex/> / Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.9 : Σκελετός γυαλιών ηλίου από Hemp Plastic [259]

<https://ecoreactor.org/en/hemp-bioplactic/> / Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.10 : Προσθετικά μέλη από Hemp Plastic [260]

<https://livingwithamplitude.com/hemp-sockets-amputees-human-plant-solutions/>
/ Οκτώβριος 2023]

Σχήμα 4.11 : Ύφασμα από ίνες Κάνναβης [260] <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>

Σχήμα 4.12 : Άπλωμα ινών Κάνναβης [260] <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>

Σχήμα 4.13: Ύφανση με νήμα από ίνες κάνναβης [260] <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>

Σχήμα 4.14: Νήμα και καμβάς από ίνες κάνναβης [260] <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>

Σχήμα 4.15 : Υφάσματα κάνναβης σε διάφορα χρώματα [260] <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>

Σχήμα 4.16: Αριστερά ύφασμα σατέν από κάνναβη και μετάξι. Δεξιά ύφασμα από κάνναβη και οργανικό βαμβάκι. [261] <http://gr.chinahemptex.com/hemp-fabric/>

Σχήμα 4.17 : Είδη ένδυσης, υπόδησης και αξεσουάρ από ύφασμα κάνναβης [262]

<https://cannapoint.gr/cannabis-cbd-products/accessories-bags/>

Σχήμα 4.18: Είδη οικιακού εξοπλισμού από ύφασμα κάνναβης [260] <https://fashion-el.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>

Σχήμα 4.19: Σπάγκος κάνναβης [261] <http://gr.chinahemptex.com/hemp-fabric/>

Σχήμα 4.20 :Καραβόσχοινο κάνναβης [260]
<https://fashionel.decorapro.com/tkani/vidy/konoplyanaya/>

Σχήμα 5.1 : Κανναβοσκυρόδεμα - Hempcrete [274]
[\https://hempstone.net/catalyst-for-change/faq-hempcrete-explained/ Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.2 : Δομικά πλαίσια έγχυσης hempcrete[283]
[https://thathempcretегuy.com/work/cast-hempcrete-extension / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.3 : Προκατασκευασμένα πάνελ από σκυρόδεμα κάνναβης[285]
[https://hempcretewalls.com/info/ / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.4 : Hempcrete Blocks[286]
[https://endeavourcentre.org/just-biofiber-hempcrete-blocks-for-zero-carbon-trent-forensics-facility/ / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.5 : Επιδαπέδια χρήση Hempcrete[287]
[https://www.hempshed.co.uk/ / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.6 : Hempcrete σε κατασκευή στέγης[288][289]
[\https://www.weber-tradical.com/en/hempcrete/beton-de-chanvre-toiture-isolante/,
<https://hemphomesaustralia.net.au/hemp-advantages/> Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.7 : Hempcrete 3D-printing[294]

Σχήμα 5.8 : Μόνωση με ίνες κάνναβης[297][298]

[<https://mymaterialwarehouse.com/products/hemp-insulation-fiber-batting-r7-16in-704-sqft-hempwool> , <https://www.thermo-hanf.de/en/> / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.9 : Παραδείγματα κατασκευών με Hempboard[300]

[<https://hempwood.com/> / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.10 : Mobius House of Hemp Bricks and Concrete | Gibbons Design[303]

[<https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/> / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.11 : Hemp House | Steffen Welsch Architects[303]

[<https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/> / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.12 : Flat House | Practice Architecture + Material Cultures[303]

[<https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/> / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 5.13 : Regional House Edegheem | BC architects[303]

[<https://www.arch2o.com/5-projects-using-hempcrete-environmental-material/> / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 6.1 : Παραγωγή βιο-καυσίμων από βιομάζα κάνναβης[315]

Σχήμα 6.2 : Δίοδοι βιοενέργειας για τη μετατροπή βιομάζας κάνναβης [234][314]

Σχήμα 6.3 : Παραγωγή βιο-αιθανόλης από βιομάζα κάνναβης[328]

[<https://www.hemp.com/2023/05/the-green-revolution-unveiling-the-biofuel-benefits-of-hemp/> / Δεκέμβριος 2023]

Σχήμα 6.4 : Στερεό καύσιμο(μπρικόκες) από Βιομάζα Κάνναβης[329][330]

[<https://vitalityhemp.com/product/hemp-briquettes/> ,
<https://sensiseeds.com/en/blog/irelands-hemp-industry-on-the-move/> / Δεκέμβριος
2023]

Σχήμα 6.5 : Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας σύνθεσης των νανοφύλλων άνθρακα από κάνναβη, με τα τρία διαφορετικά δομικά στρώματα S1, S2 και S3[333].

Σχήμα 7.1 : Δυνατότητες της κάνναβης σε σχέση με την δασική παραγωγή

[<https://co2evolve.com/hempinfo/b0k8h5u1angz9iqs6d6w4yu5zfj0af/> / Δεκέμβριος
2023]

Σχήμα 7.2 : Hemp Phytoremediation

[<https://www.kazmira-llc.com/blog/soil-remediation-with-industrial-hemp/> /
Δεκέμβριος 2023]

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1.1 : Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σε ίνα και σπόρο στην Ελλάδα κατά τα έτη 1936-1956 (Διεθνές Ινστιτούτο Γεωργίας της Ρώμης). [Τζαλαχάνη, Αθηνά. Έρευνα καλλιέργειας ποικιλιών κάνναβης (*Cannabis vulgare spp sativa*) για παραγωγή προϊόντων υπεραξίας. MS thesis. 2020.]

Πίνακας 2.1 : Βοτανική Ταξινόμηση της Κάνναβης

Πηγή: USDA (United States Department of Agriculture)(hempuniversity.com)