



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής Και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών

Πτυχιακή Εργασία

«Μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ποικιλία Dioica 88 της βιομηχανικής  
κάναβης»

Κωνσταντίνα Μαρία Κοτσαρίνη

Βόλος, 2023

«Μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ποικιλία Dioica 88 της βιομηχανικής  
κάνναβης»

«Study of nitrogen fertilization effect of on the industrial hemp variety Dioica 88».

Η Τριμελής επιτροπή:

κ. Κυριάκο Γιαννούλη, Επίκουρο Καθηγητή, Επιβλέπων

κ. Νικόλαο Δαναλάτο, Καθηγητή, Μέλος

κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη, ΕΔΠΙ, Μέλος



## Περιεχόμενα

<b>Περιεχόμενα</b> .....	4
Ευχαριστίες: .....	6
Περίληψη.....	7
Abstract .....	8
1. Εισαγωγή.....	9
1.1. Ιστορία της Κάνναβης.....	9
1.2. Ταξινόμηση.....	9
1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	10
1.3.1. Φύλλα.....	10
1.3.2. Βλαστός.....	11
1.3.3. Ριζικό σύστημα.....	11
1.3.4. Όργανα καρποφορίας.....	12
1.3.5. Ίνα .....	13
1.4. Κανναβιδοειδή.....	13
1.4.1. Κανναβιδιόλη (CBD).....	14
1.4.2. Τρανς-Δ <sup>9</sup> -τετραϋδροκανναβινόλη (THC).....	14
1.4.3. Άλλες ουσίες .....	14
1.4.4. Τα τερπένια .....	14
1.4.5. Υποδοχείς κανναβιδοειδών.....	15
1.5. Καλλιεργητικές τεχνικές .....	15
1.5.1. Σπορά .....	15
1.5.2. Πυκνότητα Φύτευσης .....	15
1.5.3. Άρδευση.....	16
1.5.4. Λίπανση .....	16
1.5.5. Συγκομιδή .....	17
1.6. Ποικιλίες.....	17
1.6.1. Dioica 88.....	20

1.7.	Χρήσεις .....	21
1.7.1.	Παραγωγή Υφασμάτων .....	21
1.7.2.	Παραγωγή χαρτιού .....	21
1.7.3.	Άλλες χρήσεις .....	21
1.8.	Καλλιέργεια κάνναβης .....	22
1.9.	Καλλιέργεια στην Ελλάδα .....	22
2.	Υλικά και Μέθοδοι .....	24
2.1.	Πειραματικός αγρός .....	24
2.2.	Πειραματικό Σχέδιο .....	25
2.3.	Μετρήσεις .....	26
2.3.1.	Ποσοτικά Χαρακτηριστικά .....	26
2.3.2.	Ποιοτικά χαρακτηριστικά .....	28
2.4.	Μετεωρολογικά Δεδομένα .....	29
2.5.	Στατιστική Επεξεργασία .....	30
3.	Αποτελέσματα .....	31
3.1.	Ποσοτικά αποτελέσματα .....	31
3.2.	Ποιοτικά αποτελέσματα .....	35
4.	Συζήτηση .....	42
6.	Βιβλιογραφία .....	44
6.1.	Ξένη Βιβλιογραφία: .....	44
6.2.	Ελληνική Βιβλιογραφία .....	46
6.3.	Πηγές εικόνων .....	46
6.4.	Ηλεκτρονικές Πηγές: .....	47

Ευχαριστίες:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας κ. Γιαννούλη Κυριάκο για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής. Επιπλέον θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την βοήθεια και την καθοδήγηση που μου έδωσε καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος και κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω κ. Νικόλαο Δαναλάτο και τον κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη για τον χρόνο που αφιέρωσαν για την διόρθωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα παιδιά του εργαστηρίου για την πολύτιμη βοήθεια τους και κυρίως της συμφοιτήτριάς μου Ανδρομάχης Ρουμελιώτης που χάρη στη εξαιρετική συνεργασία μας καταφέραμε να φέρουμε εις πέρας το παρόν πείραμα.

## Περίληψη

Η καλλιέργεια της κάνναβης χρονολογείται εδώ και 8500 χρόνια, όμως τα τελευταία έτη κερδίζει συνεχώς έδαφος στις προτιμήσεις των καλλιεργητών. Τα προϊόντα της κάνναβης μπορούν να αξιοποιηθούν σε πληθώρα εφαρμογών, με κυριότερη τη φαρμακοβιομηχανία καθώς και διάφορες άλλες παραγωγικές διαδικασίες. Πολύ σημαντική επίδραση έχει ο τρόπος της καλλιέργειας στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κάνναβης, ενώ ή κάθε ποικιλία πρέπει να πληροί μια σειρά κριτηρίων όπως αυτά ορίζονται στην ισχύουσα νομοθεσία. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης των διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην ποικιλία Dioica 88 της βιομηχανικής κάνναβης. Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας έγινε σπορά κάνναβης (*Cannabis sativa* L.) της ποικιλίας DIOICA 88. Εφαρμόστηκε πειραματικό σχέδιο πλήρους τυχαιοποιημένων επαναλήψεων (RCBD). Υπήρχαν 12 τεμάχια από τα οποία τα κύρια τεμάχια ήταν τα τρία επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (0, 7 και 14 kg N/στρέμμα) με τη χρήση του λιπάσματος Alzon (46-0-0) σε τέσσερις επαναλήψεις. Πραγματοποιήθηκαν 4 δειγματοληψίες στις 18/07/2022, στις 02/08/2022, στις 19/08/2022 και στις 21/09/2022. Τα δείγματα αφού πρώτα ζυγίστηκαν και μετρήθηκαν σε ύψος στη συνέχεια καταμερίστηκαν σε φύλλα, βλαστούς, ίνα και άνθη και τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο θερμού αέρος. Έπειτα μετρήθηκε το ξηρό βάρος τους και τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά με τη χρήση του αναλυτή NIR. Τα φυτά έφτασαν σε ύψος τα 3m και τα μέγιστα βάρη χλωρά και ξηρά ξεπερνούσαν τα 52.000 kg/ha και 19.000 kg/ha αντίστοιχα. Με την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές εξαιτίας των διαφορετικών επιπέδων λίπανσης τόσο στα ποσοτικά όσο και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας.

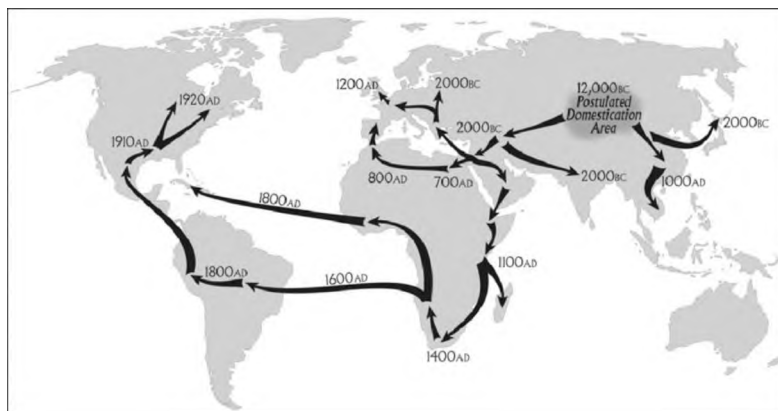
## Abstract

The cultivation of hemp dates back 8500 years, but in recent years it has been gaining ground in the preferences of growers. Hemp products can be used in a multitude of applications, most notably in the pharmaceutical industry as well as in various other production processes. The method of cultivation has a very important influence on the yield and quality characteristics of hemp, and each variety must meet a number of criteria as defined in current legislation. The aim of this thesis is to study the effect of different levels of nitrogen fertilization on the Dioica 88 variety of industrial hemp. In order to achieve this aim, hemp (*Cannabis sativa* L.) of the variety DIOICA 88 was sown in the farm of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Thessaly. There were 12 plots of which the main plots were the three levels of nitrogen fertilization (0, 7 and 14 kg N/ha) using Alzon fertilizer (46-0-0) in four replications. Four sampling events were carried out on 18/07/2022, 02/08/2022, 19/08/2022 and 21/09/2022. The samples were first weighed and measured in height, then divided into leaves, stems, fibre and flowers and placed in a hot air dryer. Their dry weight and quality characteristics were then measured using the NIR analyzer. The plants reached a height of 3 m and the maximum weights green and dry were over 52,000 kg/ha and 19,000 kg/ha respectively. When the results were processed, no statistically significant differences were found due to the different fertilization levels in both quantitative and qualitative characteristics of the crop.

## 1. Εισαγωγή

### 1.1. Ιστορία της Κάνναβης

Η εμφάνιση της κάνναβης ξεκίνησε στην περιοχή της Κεντρικής και Ανατολικής Ασίας περίπου πριν από 8500 χρόνια, ενώ στην Ευρώπη άρχισε να εμφανίζεται κοντά στο 1500 π.Χ.. Η χρήση της επικεντρωνόταν για βιομηχανικούς σκοπούς με την παραγωγή της ίνας να είναι η πιο σημαντική ( Fike J., 2017, Fike J., 2019). Στον Ελλαδικό χώρο η κάνναβη αναφέρεται για πρώτη φορά από τον Ηρόδοτο το 450 π.Χ. και στα μισά του 20<sup>ου</sup> αιώνα αποτελούσε μία από τις κύριες καλλιέργειες της χώρας. Το 1950 τα στέμματα που καλλιεργούνταν μειώθηκαν παγκοσμίως με την Κίνα, Ρωσία, Καναδά, Ινδία, Αυστραλία και Ουγγαρία να αποτελούν τις χώρες με τις περισσότερες εκτάσεις καλλιέργειας (Τσαλίκη Ε., 2017) .



Εικόνα 1.1: Γεωγραφική εξάπλωση της Cannabis Sativa

### 1.2. Ταξινόμηση

Η βιομηχανική κάνναβη ανήκει στην οικογένεια Cannabaceae στο γένος Cannabis και στο είδος Cannabis sativa. Στο είδος Cannabis sativa έπειτα από έρευνα και σύγκριση αλλοενζύμων ο Hillig KW (2005) επιβεβαίωσε την ύπαρξη δύο διαφορετικών ειδών στο γένος Cannabis: την Cannabis sativa και την Cannabis indica. Υπάρχουν και άλλοι τρόποι ταξινόμησης μεταγενέστεροι όπως αυτός που αναφέρεται από τον Pollio A., 2016 και «δημιουργήθηκε» από τον Small E., 2015 κατά τον οποίο τα υποείδη του είδους Cannabis sativa διαχωρίζονται σύμφωνα

με το ICNCP<sup>1</sup> και ανάλογα με την περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη [THC] σε τέσσερις βασικές ομάδες. Τις ομάδες 1 και 2 που αποτελούνται από μη ναρκωτικά φυτά με χαμηλό THC και υψηλό CBD και με χαμηλό έως μέτριο THC και υψηλό CBD αντίστοιχα. Τις ομάδες 3 και 4 που αποτελούνται από ναρκωτικά φυτά με υψηλό κυρίως THC και με υψηλές περιεκτικότητες THC και CBD αντίστοιχα και τις ομάδες 5 και 6 που αποτελούνται από υβρίδια που αποτελούνται από ενδιάμεσα χαρακτηριστικά των προηγούμενων τεσσάρων ομάδων (Pollio A., 2016).

### 1.3.Βοτανικά χαρακτηριστικά

#### 1.3.1. Φύλλα

Τα φύλλα του φυτού είναι σύνθετα οδοντωτά και επιμήκη. Είναι διατεταγμένα πάνω στον κεντρικό άξονα του φυτού. Κάθε φύλλο έχει 3-11 φυλλάρια (Τσαλίκη και Καλύβας , 2021).



*Εικόνα 1.2 Φύλλο Κάνναβης*

---

<sup>1</sup> ICNCP: International Code of Nomenclature for Cultivated Plants (Διεθνής Κώδικας Ονοματολογίας για Καλλιεργούμενα Φυτά)

### 1.3.2. Βλαστός

Ο βλαστός στα αρσενικά φυτά είναι πιο λεπτός και πιο επιμήκης σε σχέση με τα θηλυκά φυτά. Το ύψος μπορεί με ευνοϊκές συνθήκες να φτάσει έως και τα 5m (Τσαλίκη και Καλύβας, 2021).



Εικόνα 1.3. Βλαστοί κάνναβης χωρίς την ίνα



Εικόνα 1.4 Βλαστοί κάνναβης με την ίνα

### 1.3.3. Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα της κάνναβης αποτελείται από την κεντρική ρίζα, η οποία θα διακλαδιστεί δημιουργώντας τα ριζικά τριχίδια. Τα ριζικά τριχίδια είναι υπεύθυνα για την απορρόφηση του νερού και των θρεπτικών. Το βάθος που φτάνει το ριζικό σύστημα εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους. Το μήκος της ρίζας μπορεί να είναι από 30 cm έως 200 cm. Σε αμμοπηλώδη εδάφη μπορεί να υπερβεί τα 130 cm το βάθος των ριζών ενώ σε αργιλοπηλώδη δεν ξεπερνάει αυτό το βάθος. Και στα δύο είδη εδαφών όμως το 50% του ριζικού συστήματος βρίσκεται στα 50 cm βάθος. Στην περίπτωση που το έδαφος στερείται θρεπτικών μπορεί να φτάσει και τα 250 cm βάθος (Strzelczyk M. *et al.*, 2021, Amaducci S. *et al.*, 2008).

#### 1.3.4. Όργανα καρποφορίας

Τα φυτά της κάνναβης μπορεί να είναι είτε δίοικα, είτε μονόικα και δίκλινη. Η αρσενική ταξιανθία είναι βότρυς και στα θηλυκά έχουν την μορφή της λεγόμενης φούντας. Στα μονόικα φυτά τα αρσενικά άνθη μόλις απελευθερώσουν την γύρη μαραίνονται, ενώ στα δίοικα με την απελευθέρωση της γύρης τελειώνει και ο βιολογικός κύκλος των φυτών. Ο σπόρος που θα παραχθεί είναι αχάινιο με 30-35% περιεκτικότητα σε λάδι (Dewey H., 1913).



*Εικόνα 1.5. Αρσενικό φυτό*



*Εικόνα 1.6 θηλυκό φυτό*

### 1.3.5. Ίνα

Ο διαχωρισμός της ίνας από τα υπόλοιπα φυτό μπορεί να γίνει με την χρήση νερού.



Εικόνα 1.7 Ίνα κάνναβης

### 1.4. Κανναβιδοειδή

Τα κανναβιδοειδή είναι χημικές ενώσεις με C<sub>21</sub> τερπενοφαινολικό σκελετό. Παράγονται στα αδενικά τριχώματα του φυτού και η δράση τους οφείλεται στην αλληλεπίδρασή του με τους κανναβιδοειποδοχείς. Στην κάνναβη υπάρχουν τα εξής κανναβιδοειδή: Η κανναβιδιόλη (CBD), η Δ9-trans-τετραϋδροκανναβινόλη (ή αλλιώς Δ9-THC) η κανναβιχρωμίνη (CBC), η κανναβιελσοΐνη (CBE) , η κανναβιγερόλη (CBG), η κανναβικυκλόλη (CBL), η κανναβινόλη (CBN), η κανναβινοδιόλη (CBND), η κανναβιτριόλη (CBT), η Δ8-trans-τετραϋδροκανναβινόλη (Δ8-THC), και άλλα κανναβινοειδή. (Radwan M.M. *et al.*, 2021 ).

#### 1.4.1. Κανναβιδιόλη (CBD)

Η κανναβιδιόλη είναι το πιο σημαντικό κανναβιδοειδές. Δεν έχει ψυχοτρόπες ιδιότητες. Το βασικό κανναβιδοειδές της είναι το η κανναβιδιόλη γνωστή και ως CBD. Η έλλειψη ψυχοτρόπου ιδιότητας οφείλεται πιθανώς στο ότι δεν επηρεάζει τους κανναβιδουποδοχείς CB1 και CB2 σε σχέση με τη τρανς- $\Delta^9$ -τετραϋδροκανναβινόλη που τους επηρεάζει. Παράλληλα έχει σημαντικές θετικές επιδράσεις στην υγεία μείωση άγχους, πόνου κλπ. (Radwan M.M. *et al.*, 2021 ). Ωστόσο θα πρέπει να χρησιμοποιείται σκεύασμα εγκεκριμένο από το FDA διαφορετικά μπορεί να προκληθούν προβλήματα στον εκάστοτε οργανισμό (White C.M., 2019).

#### 1.4.2. Τρανς- $\Delta^9$ -τετραϋδροκανναβινόλη (THC)

Η τρανς- $\Delta^9$ -τετραϋδροκανναβινόλη ή αλλιώς THC αποτελεί το δεύτερο πιο σημαντικό κανναβιδοειδές. Διακρίνεται για την ψυχοτροπική του δράση και για την εφαρμογή του στην φαρμακοποιία καθώς μειώνει την αίσθηση του πόνου (Radwan M.M. *et al.*, 2021 ).

#### 1.4.3. Άλλες ουσίες

Εκτός από τα κανναβινοειδή υπάρχουν και άλλες χημικές ενώσεις. Τα αλκαλοειδή. Τα φλαβονοειδή Στην *Cannabis sativa* υπάρχουν τα αλκαλοειδή σπερμιδίνης και 34 φλαβονοειδή τα οποία ταξινομούνται σε 7 ομάδες (Radwan M.M. *et al.*, 2021 ).

#### 1.4.4. Τα τερπένια

Τα τερπένια, υπάρχουν σε μεγάλο ποσοστό στα αιθέρια έλαια κάνναβης και προσδίδουν στο φυτό χαρακτηριστικό άρωμα. Υπάρχουν οι εξής πέντε υποκατηγορίες των τερπενίων: Τα μονοτερπένια, τα σεσκιτερπένια, τα διτερπένια και τα τριτερπένια (Radwan M.M. *et al.*, 2021 ).

#### 1.4.5. Υποδοχείς κανναβιδοειδών

Στον ανθρώπινο οργανισμό υπάρχουν 2 είδη υποδοχέων κανναβιδοειδών. Το CB1R και το CB2R με 472 και 360 αμινοξέα αντίστοιχα. Οι υποδοχείς αυτοί βρίσκονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο ανοσοποιητικό και νευρικό σύστημα (Zou S. and Kumar U., 2018).

#### 1.5. Καλλιεργητικές τεχνικές

##### 1.5.1. Σπορά

Όπως αναφέρεται από την Τσαλίκη Ε. και τον Καλύβα Α., 2021 στην Ελλάδα καθώς είναι μία μεσογειακή χώρα η προτιμότερη περίοδος σποράς είναι από τον Φεβρουάριο μέχρι τον Μάρτιο προκειμένου να επιτευχθούν μέγιστες αποδόσεις. Στην περίπτωση που η σπορά γίνει τον Απρίλιο ή μετά το τέλος Μαΐου τότε οι αποδόσεις θα είναι μειωμένες (Cosentino S. L. *et al.*, 2012).

##### 1.5.2. Πυκνότητα Φύτευσης

Η πυκνότητα φύτευσης είναι μία από τις σημαντικές παραμέτρους στην απόδοση της παραγωγής της βιομηχανικής κάνναβης. Σε πυκνές φυτεύσεις 200-250 φυτά ανά  $m^2$  επηρεάζεται αρνητικά την απόδοση του φυτού σε ύψος, βιομάζα και ίνα (Yazici L., 2022). Σε πυκνότητα σποράς 100 φυτά /  $m^2$  η απόδοση σε ξηρή και χλωρή βιομάζα είναι περισσότερη σε σχέση με πυκνότητα 80-100 φυτά /  $m^2$ . Όπως αναφέρεται από τους Amaducci S. *et al.*, 2010 εάν η καλλιέργεια αξιοποιείται για την παραγωγή σπόρων η κατάλληλη πυκνότητα φύτευσης είναι αυτή των 30 -75 φυτών /  $m^2$ , για την παραγωγή ίνας η πυκνότητα των 150-200 φυτών /  $m^2$  ενώ για την παραγωγή χαρτιού η βέλτιστη επιλογή είναι η φύτευση των 90 φυτών /  $m^2$  (Amaducci S. *et al.*, 2015). Ωστόσο η εφαρμογή πυκνής φύτευσης >100 φυτά /  $m^2$  μπορεί να βοηθήσει στην μείωση της ανάπτυξης των ζιζανίων (Hall J. *et al.*, 2014).

### 1.5.3. Άρδευση

Για την καλλιέργεια της κάνναβης όταν πρόκειται για μόνοικες και πρώιμες ποικιλίες οι επιθυμητές ποσότητες σε νερό ανέρχονται στα 250 mm, ενώ όταν πρόκειται για δίοικες και όψιμες ποικιλίες απαιτούνται 450 mm νερού. (Cosentino S. L. *et al.*, 2013) Σε περίπτωση που εφαρμοστεί ελλειμματική άρδευση τότε θα έχουμε μικρότερη συγκέντρωση καλίου στα φύλλα (Wogiatzi E. *et al.*, 2019). Επιπλέον σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης το βάρος της ρίζας μειώνεται έως και 45% σε σχέση με αυτές των καλά αρδευόμενων. Η απόδοση του φυτού σε ξηρή και χλωρή βιομάζα μειώνεται σε μεγάλο βαθμό, ενώ ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας αυξάνεται (Gill A.R. *et al.*, 2022).

### 1.5.4. Λίπανση

Η καλλιέργεια της κάνναβης απαιτεί σύμφωνα με τους Piotrowski S. και Carus M. το 2011, 80-100 kg N , 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 150 kg K<sub>2</sub>O / εκτάριο. Στην περίπτωση όμως που προστεθεί φώσφορος παραπάνω από την απαιτούμενη ποσότητα ειδικά όταν θα είναι σε επαρκές ποσότητα στο έδαφος δεν παρατηρείται κάποια διαφορά στην απόδοση της καλλιέργειας. Σε άλλες έρευνες διαπιστώθηκε ότι και τα διαφορετικά επίπεδα καλιούχου λιπάνσεως δεν επηρεάζουν στην απόδοση της καλλιέργειας (Vera C. L. *et al.*, 2010 , Finnan J. *et al.*, 2012).

#### 1.5.4.1. Αζωτούχος λίπανση

Αν και η ποσότητα του αζώτου που απαιτείται δεν είναι μεγάλη, η λίπανση με ποσότητα μεγαλύτερη 150 kg N / ha μπορεί να έχει θετική επίδραση στη απόδοση του φυτού. Η απόδοση σε βιομάζα τόσο ξηρή όσο και χλωρή θα είναι μεγαλύτερη όταν εφαρμοστεί μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου. Πιο αναλυτικά το βάρος των φύλλων θα αυξηθεί όταν αυξηθεί και η ποσότητα του αζώτου σε συνδυασμό με την εφαρμογή της απαιτούμενης αρδεύσεως (Wogiatzi E *et al.*, 2019). Ωστόσο στην περίπτωση που εφαρμοστεί μειωμένη άρδευση η απορρόφηση αζώτου από τα φύλλα θα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την εφαρμογή της αυξημένης ποσότητας αζώτου με την απαιτούμενη

άρδευση (Wogiatzi E *et al.*, 2019). Όταν τα επίπεδα της υγρασίας είναι στα επιθυμητά όρια και το έδαφος δεν περιέχει ικανοποιητικές ποσότητες αζώτου τότε η εφαρμογή αυξημένων ποσοτήτων Ν κατά την λίπανση μπορεί να αυξήσει και την απόδοση σε στέλεχος (βάρος και μέγεθος). Στην περίπτωση αυτή όμως δεν παρατηρήθηκε κάποια μεγάλη επίδραση στην ταξιανθία του φυτού (Papastylianou P. *et al.*, 2018) Και στις δύο περιπτώσεις η απορρόφηση και η επίδραση ήταν μέγιστη όταν τα θρεπτικά συστατικά βρίσκονταν σε έλλειψη στο έδαφος (Wogiatzi E. *et al.*, 2019, Papastylianou P. *et al.*, 2018).

#### 1.5.5. Συγκομιδή

Αναλόγως το σκοπό της καλλιέργειας, η συγκομιδή της γίνεται σε διαφορετικές ημερομηνίες. Για την αξιοποίηση του σπόρου η καλλιέργεια συγκομίζεται 150 μέρες περίπου μετά τη σπορά, ενώ για την αξιοποίηση της ίνας περίπου 100 μέρες μετά τη σπορά ( Τσαλίκη και Καλύβας, 2021). Για την επίτευξη αυξημένης παραγωγής είναι δυνατή η μοντελοποίηση του χρόνου ανθοφορίας για τον καλύτερο υπολογισμό της συγκομιδής (Amaducci S. *et al.*, 2012).

#### 1.6. Ποικιλίες

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση σύμφωνα με τον κανονισμό της Επιτροπής 1307/2013 οι σπόροι της κάνναβης όπως αναφέρεται στην παράγραφο 6 του άρθρου 32 θα πρέπει η μέγιστη περιεκτικότητα σε τετραϋδροκανναβινόλη να ανέρχεται στο 0,2%. Η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας όπως αναφέρεται στο άρθρο 9 στον κανονισμό 639/2014 θα πρέπει να προέρχεται από τον «Κοινό κατάλογο ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών». Στις 27 Ιανουαρίου 2023 για την *Cannabis Sativa L.* στον «Κοινό κατάλογο ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών» αναγράφονταν οι παρακάτω ποικιλίες (European Commission).

α/α	Ποικιλίες	Χώρα
1	Alive SK	Λιθουανία
2	AMX	Βουλγαρία

3	Armanca	Ρουμανία
4	Austa SK	Λιθουανία, Λετονία
5	Balaton	Ουγγαρία
6	Beniko	Αυστρία, Ολλανδία, Πολωνία, Σουηδία, Τσεχία
7	Bialobrzeskie	Αυστρία, Γερμανία, Πολωνία, Τσεχία
8	Cannakomp	Ουγγαρία
9	Carma	Ιταλία
10	Carmagnola	Γερμανία, Ιταλία
11	Carmaleonte	Ιταλία
12	CFX-2	Λετονία
13	Chamaeleon	Ολλανδία
14	Codimono	Ιταλία
15	CRS-1	Λετονία
16	CS	Ιταλία
17	Dacia Secuieni	Ρουμανία
18	Delta-405	Ισπανία
19	Delta-llosa	Ισπανία
20	Dioica 88	Γαλλία
21	Djumbo 20	Γαλλία
22	Earlina 8 FC	Γαλλία
23	Eletta Campana	Ιταλία
24	Enectarol	Ολλανδία
25	Epsilon 68	Γαλλία
26	Estica	Εσθονία
27	Fatura 75	Γαλλία
28	Fatura 83	Γαλλία
29	Fedora 17	Γαλλία, Σουηδία
30	Felina 32	Γαλλία
31	Férimon	Γαλλία, Σουηδία
32	Fibranova	Ιταλία
33	Fibrante	Ιταλία
34	Fibrol	Ουγγαρία
35	Fibror 79	Γαλλία
36	Finola	Ισπανία
37	Fiona	Σλοβακία
38	Glecia	Ιταλία
39	Gliana	Ιταλία
40	Glyana	Πολωνία
41	Helena	Σλοβακία
42	Henola	Πολωνία

43	Ivory	Ολλανδία
44	KC Dora	Ουγγαρία
45	KC Virtus	Ουγγαρία
46	KC Zuzana	Ουγγαρία
47	KCA Borana	Ουγγαρία
48	Kompolti	Αυστρία, Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία, Σουηδία
49	Kompolti Hibrid TC	Ουγγαρία
50	Lipko	Ουγγαρία
51	Loja	Λετονία
52	Lovrin 110	Γερμανία, Ρουμανία, Σουηδία
53	Mara 21	Ρουμανία
54	Marcello	Ολλανδία
55	Marina	Σλοβακία
56	Markant	Ολλανδία
57	Matrix	Πολωνία
58	MGC 1013	Ολλανδία
59	Midwest	Βουλγαρία
60	Mietko	Πολωνία
61	Monoica	Ουγγαρία, Τσεχία
62	Muka 76	Γαλλία
63	Nashinoïde 15	Γαλλία
64	Northwest	Βουλγαρία
65	OGK	Βουλγαρία
66	Olivia	Ρουμανία
67	Orion 33	Γαλλία
68	Ostara 9	Γαλλία
69	Pain killer	Βουλγαρία
70	Rajan	Πολωνία
71	Ratza	Ρουμανία
72	Santhica 23	Γαλλία
73	Santhica 27	Γαλλία
74	Santhica 70	Γαλλία
75	Secuieni Jubileu	Ρουμανία
76	Silvana	Ρουμανία
77	Sofia	Πολωνία
78	Strawberry H	Βουλγαρία
79	Strawberry K	Βουλγαρία
80	Succesiv	Ρουμανία
81	Teodora	Ρουμανία

82	Tiborszallasi	Ιταλία, Ουγγαρία
83	Tisza	Ουγγαρία
84	Uniko B	Ουγγαρία, Σουηδία
85	Uso-31	Ουγγαρία, Σουηδία
86	Villanova	Ιταλία
87	Wielkopolskie	Πολωνία
88	Wojko	Πολωνία
89	Zenit	Ρουμανία

#### 1.6.1. Dioica 88

Στην παρούσα πτυχιακή η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε είναι η Dioica 88. Η συγκεκριμένη ποικιλία έχει αξιολογηθεί στην περιοχή του Λε Μαν η οποία βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 48°0'15"N 0°11'49"E. Η περιεκτικότητα της σε τετραϋδροκανναβινόλη είναι <0,2% . Είναι φυτό δίοικο, με βλαστικό κύκλο 120 με 125 ημέρες (Hemp it). Ένα ενδεικτικό ημερολόγιο για τα στάδια της καλλιέργειας είναι το εξής:

- α. Σπορά: Αρχές με Μέσα Μαΐου
- β. Βλαστική ανάπτυξη: Μάιος με τέλη Αυγούστου
- γ. Ανθοφορία: τέλη Αυγούστου με Αρχές Σεπτεμβρίου

Τα φυτά αυτής της ποικιλίας μπορούν να ξεπεράσουν σε ύψος τα 200cm, η διάμετρος του στελέχους είναι περίπου ίση με 6 mm ενώ η υπέργεια ξηρή βιομάζα μπορεί να φτάσει και τους 17 t/ha (Cosentino S. L. *et al.*, 2013).

## 1.7.Χρήσεις

### 1.7.1. Παραγωγή Υφασμάτων

Μία από τις πιο διαδεδομένες χρήσεις της κάνναβης είναι η αξιοποίηση της ίνας της για την παραγωγή σχοινιών, υφασμάτων κλπ. (Τσαλίκη Ε., 2017). Σε αντίθεση με την παραγωγή υφασμάτων από ίνες βαμβακιού η παραγωγή ινών κάνναβης έχει αρκετά πλεονεκτήματα. Αρχικά η καλλιέργεια της κάνναβης απαιτεί το πολύ λιγότερο νερό περίπου τα 2/5 της απαιτούμενης άρδευσης για το βαμβάκι ανά εκτάριο. Εξαιτίας της γρήγορης ανάπτυξής της απαιτεί ελάχιστα φυτοφάρμακα και εντομοκτόνα. Η παραγωγή σε ίνα μπορεί ανά εκτάριο να είναι 3 φορές μεγαλύτερη. Τέλος από οικονομικής απόψεως η καλλιέργεια της κάνναβης είναι περίπου 77% πιο φτηνή σε σχέση με την καλλιέργεια του βαμβακιού (Schumacher A. G. D. *et al.*, 2019).

### 1.7.2. Παραγωγή χαρτιού

Μια άλλη σημαντική χρήση της ίνας της κάνναβης αποσκοπεί στην παραγωγή χαρτιού. Μάλιστα πλεονεκτεί έναντι των άλλων τρόπων παραγωγής χαρτιού καθώς ανακυκλώνεται αρκετές φορές (7 έως 8) , για την απόκτηση του λευκού χρώματος δεν χρησιμοποιούνται τοξικές ουσίες. Ενώ σε σχέση με την παραδοσιακή χαρτοποιεία ο χρόνος που απαιτείται για την ωρίμανση του διάστημα μικρότερο από ότι ένα δέντρο λεύκας που χρησιμοποιείται στην παραδοσιακή χαρτοποιεία. (European Commission)

### 1.7.3. Άλλες χρήσεις

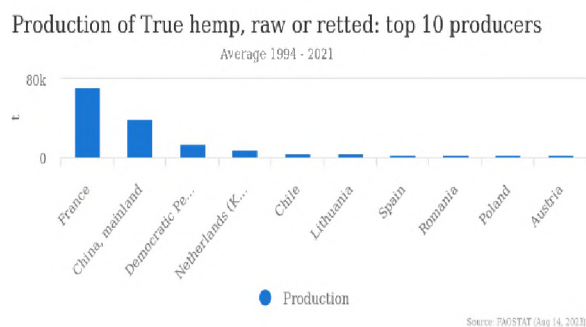
Εκτός από τις προαναφερόμενες χρήσεις η καλλιέργεια της κάνναβης μπορεί να αποσκοπεί στην παραγωγή εκχυλισμάτων με κανναβιδιόλη για την αξιοποίησή της στην κοσμετολογία (καλλυντικά) ακόμα και για φαρμακευτικούς σκοπούς. Επιπλέον μπορούν να αξιοποιηθούν οι

σπόροι της για τροφή τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων καθώς περιέχουν βιταμίνες και Omega-3 (European Commission)

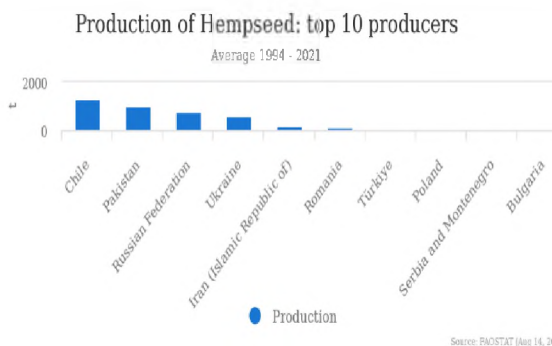
Μια εξίσου σημαντική αξιοποίησή της είναι στην παραγωγή σκυροδέματος κάνναβης (LHC)<sup>2</sup> και η τοποθέτησή της ως μονωτικό. Τα παραπάνω πλεονεκτούν περιβαλλοντικά καθώς τα παραπάνω υλικά δεσμεύουν άνθρακα από τη στιγμή που θα χτιστεί ένα κτήριο μέχρι και να γκρεμιστεί (European Commission)

### 1.8. Καλλιέργεια κάνναβης

Σύμφωνα με τη Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας η χώρα με την μεγαλύτερη παραγωγή σε ακατέργαστη κάνναβη είναι η Γαλλία ενώ σε παραγωγή σπόρων η Χιλή. (FAOSTAT)



Εικόνα 1.8 Διάγραμμα παραγωγής ακατέργαστης κάνναβης



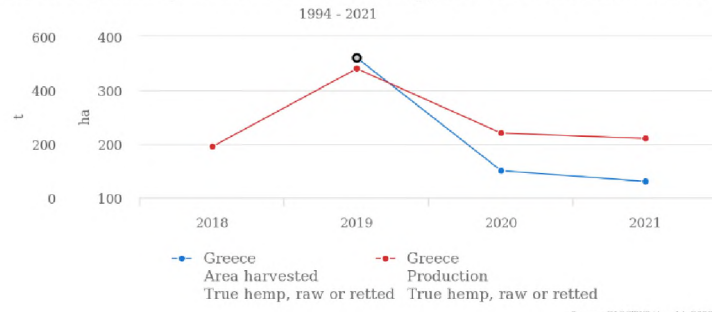
Εικόνα 1.9 Διάγραμμα παραγωγής σπόρων κάνναβης

### 1.9. Καλλιέργεια στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα από το 2019 που καταγράφηκε η μεγαλύτερη ποσότητα σε ακατέργαστη κάνναβη ( 480 t/ ha) παρατηρείται μείωση της απόδοσης καθώς επίσης και των εκτάσεων που καλλιεργούνται. (FAOSTAT)

<sup>2</sup> LHC: Lime Hemp Concrete

Production/Yield quantities of True hemp, raw or retted in Greece



Εικόνα 1.10 Απεικόνιση παραγωγής ακατέργαστης κάνναβης και καλλιεργούμενων εκταρίων στην Ελλάδα

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1. Πειραματικός αγρός

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί το πειραματικό μέρος, στις 06/05/2022 έγινε σπορά κάνναβης (*Cannabis sativa L.*) της ποικιλίας DIOICA 88 στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο Μαγνησίας (Εικόνα 2.1). Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν πλήρους τυχαιοποιημένων επαναλήψεων (RCBD). Κύρια τεμάχια τα τρία επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (0, 7 και 14 kg N/στρέμμα) σε τέσσερις επαναλήψεις, συνολικά δηλαδή 12 τεμάχια.

Για την επίτευξη του φυτρώματος της καλλιέργειας με το πέρας της σποράς εφαρμόστηκε άρδευση με καταιονισμό. Έπειτα στον πειραματικό αγρό στις 02/07/2022 πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση συστήματος στάγδην άρδευσης με σταλάκτη.

Η λίπανση της καλλιέργειας έλαβε μέρος στις 03/07/2022 χειρωνακτικά επί της γραμμής με τη χρήση του λιπάσματος Alzon (46-0-0). Μετά την εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης πραγματοποιήθηκε άρδευση της καλλιέργειας για τη μείωση των απωλειών από πιθανή εξάτμιση του λιπάσματος.

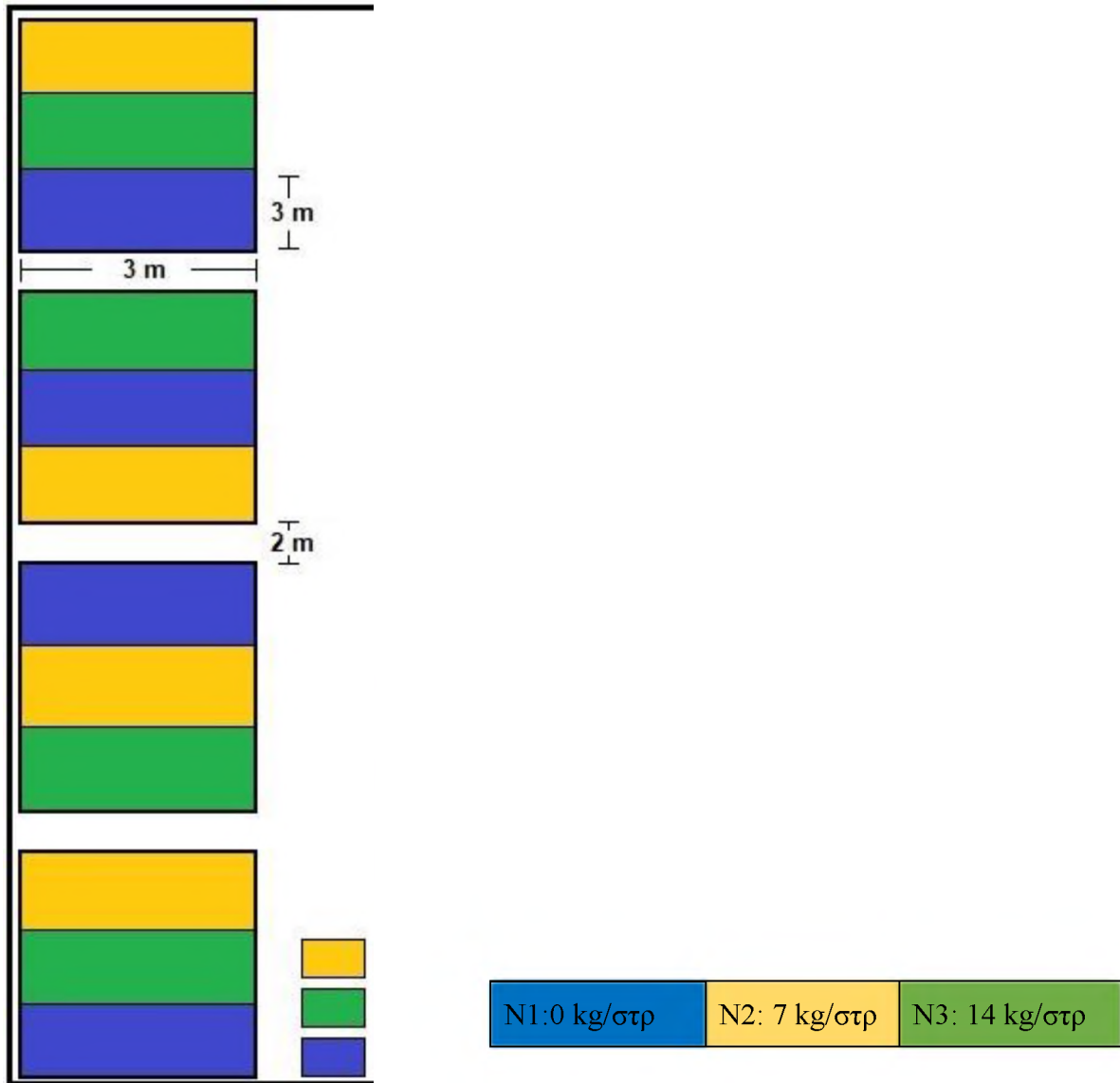
Η διαχείριση των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε με προσπαρτική χημική ζιζανιοκτονία (χρήση του ζιζανιοκτόνου stomp) και στα πρώτα στάδια ανάπτυξης χειρωνακτικά. Μεταξύ των ζιζανίων που διακρίθηκαν, παρατηρήθηκε έντονα ο βέλιουρας και η αγριοτομάτα (αλλιώς στύφνος).



Εικόνα 2.1. Ο πειραματικός αγρός

## 2.2. Πειραματικό Σχέδιο

Ο πειραματικός αγρός εγκαταστάθηκε με βάση το σχέδιο (Πίνακας 2.1). Οι διαστάσεις του κάθε τεμαχίου είναι 3 m x 3 m.



## 2.3. Μετρήσεις

### 2.3.1. Ποσοτικά Χαρακτηριστικά

Στο διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 4 κοπές κατά τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Συγκεκριμένα, η δειγματοληψία γινόταν σε επιφάνεια διαστάσεων 0.5m x 0.5m. Η 1η κοπή συνέβη στις 18/07/2022, όταν οι αρσενικές ταξιανθίες βρίσκονταν στο στάδιο της ανθοφορίας. Η 2η κοπή πραγματοποιήθηκε στις 02/08/2022. Η 3η κοπή δειγμάτων στον πειραματικό αγρό έγινε στις 19/08/2022, όπου τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο γεμίσματος των σπόρων. Η 4η κοπή πραγματοποιήθηκε στις 21/09/2022

1. **Ύψος φυτών:** Σε κάθε κοπή καταγραφόταν το μέσο ύψος των φυτών στην κάθε επιφάνεια δειγματοληψίας. (Ημερομηνίες: 18/07/2022, 02/08/2022, 19/08/2022 και 21/09/2022).



Εικόνα 2.3.1. Τοποθέτηση Δειγμάτων σε Σακούλες για την καταμέτρηση του ύψους

2. **Νωπό βάρος φυτών κάνναβης:** Την ημέρα της κάθε κοπής πραγματοποιήθηκε μέτρηση του νωπού βάρους των δειγμάτων. (Ημερομηνίες: 18/07/2022, 02/08/2022, 19/08/2022 και 21/09/2022).
3. **Καταμερισμός των δειγμάτων:** Στα δείγματα μετά από κάθε κοπή και ύστερα από τις μετρήσεις που γινόντουσαν στο αγρόκτημα γινόταν καταμερισμός τους σε φύλλα, βλαστούς, όργανα καρποφορίας και ίνα.



*Εικόνα 2.3.2. Καταμερισμένα δείγματα κάνναβης*

4. **Ξηρό βάρος φυτών κάνναβης:** Στο ξηρό βάρος καταγραφόντουσαν ξεχωριστά τα ξηρά βάρη των φύλλων, των βλαστών, των καρποφόρων οργάνων και της ίνας. Το ζύγισμα γινόταν έπειτα από ξήρανση των δειγμάτων στο εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών σε ξηραντήριο θερμού αέρος στους 59 °C μέχρι τη σταθεροποίηση του τελικού βάρους.



*Εικόνα 2.3.3. Ο ζυγός που χρησιμοποιήθηκε για το ζύγισμα των ξηρών βαρών*

### 2.3.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Τέλος, στο Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών του Τμήματος μετρήθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά με τη χρήση του αναλυτή NIR (DA 7250 NIR analyzer, Perten Instruments, Hägersten, Sweden).



Εικόνα 2.3.4. Ο αναλυτής NIR

#### 2.4. Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται η μέση διακύμανση της θερμοκρασίας και η μέση βροχόπτωση κατά τη διάρκεια του πειράματος στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο.

Μήνες	Βροχόπτωση (mm)
Μάιος	5,4
Ιούνιος	20,8
Ιούλιος	5,7
Αύγουστος	16,1
Σεπτέμβριος	6,8

Πίνακας 2.1. Μέση μηνιαία βροχόπτωση για το διάστημα Μάιος έως Σεπτέμβριος 2022 στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο.

Μήνες	Μέση θερμοκρασία (°C)
Μάιος	20,1
Ιούνιος	25,6
Ιούλιος	26,7
Αύγουστος	26,5
Σεπτέμβριος	22,5

Πίνακας 2.2. Μέση θερμοκρασία για το διάστημα από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο 2022 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

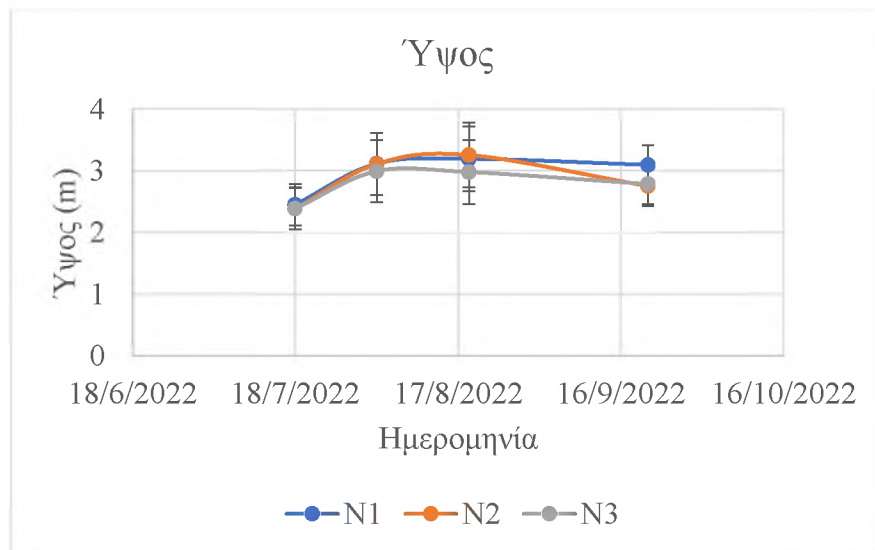
## 2.5. Στατιστική Επεξεργασία

Η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) για όλα τα δεδομένα που μετρήθηκαν και προέκυψαν έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου GenStat (7η Έκδοση). Σαν κριτήριο δοκιμής για την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων των παραγόντων και/ή των επιδράσεων αλληλεπίδρασης χρησιμοποιήθηκε η ΕΣΔ.05 (Steel and Torrie, 1982)

### 3. Αποτελέσματα

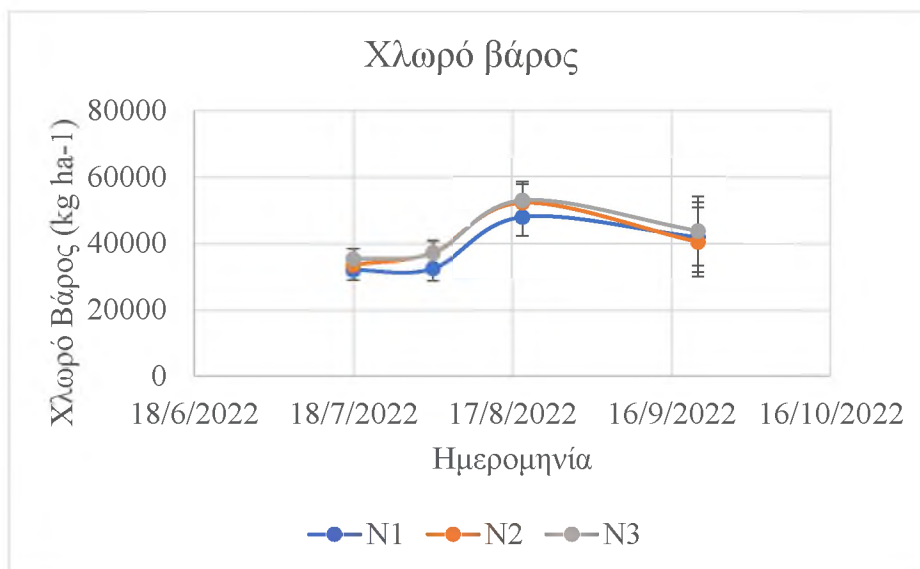
#### 3.1. Ποσοτικά αποτελέσματα

Η διακύμανση του ύψους από την πρώτη κοπή μέχρι και την τέταρτη για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3.1.1., όπου φαίνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη ποικιλία έφθασε περί τα 3 μέτρα ύψος.



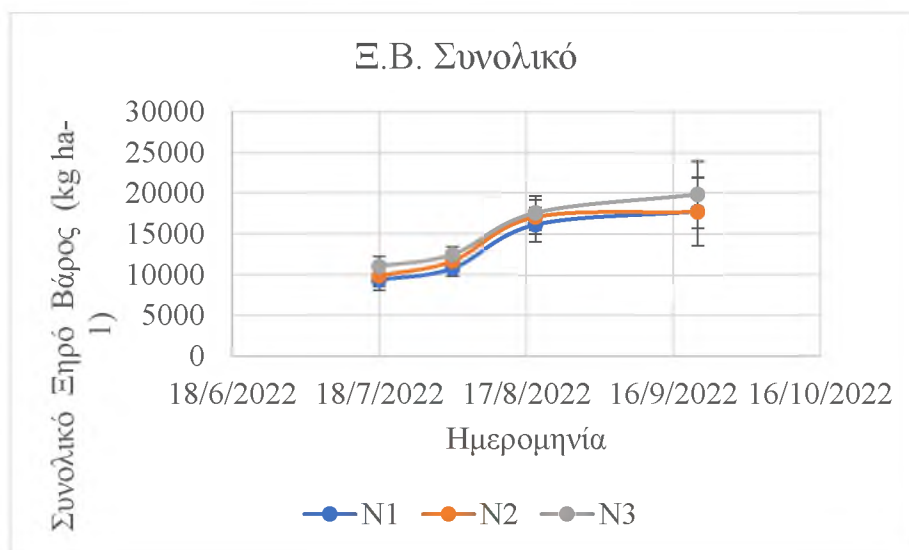
Διάγραμμα 3.1.1. Διακύμανση του μέσου ύψους των φυτών (m) σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ N2:7 kg/στρ και N3:14 kg/στρ.)

Η διακύμανση του χλωρού βάρους από την πρώτη κοπή μέχρι και την τέταρτη για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3.1.2., όπου φαίνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Το μέγιστο χλωρό βάρος που έφτασε η στο τρέχων πείραμα η dioica 88 ήταν περίπου 53.000 kg/ ha.



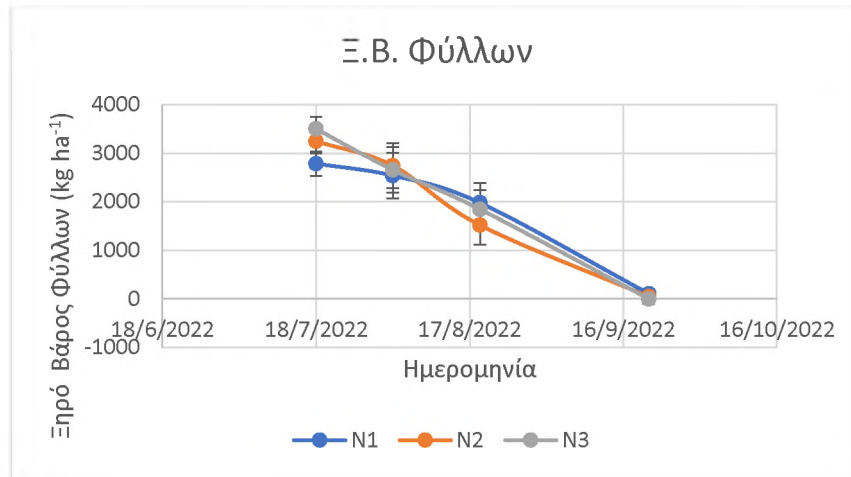
Διάγραμμα 3.1.2. Διακύμανση του χλωρού βάρους των φυτών (kg/ha) σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ N2:7 kg/στρ και N3:14 kg/στρ.)

Η διακύμανση του ξηρού βάρους από την πρώτη κοπή μέχρι και την τέταρτη για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3.1.3., όπου φαίνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



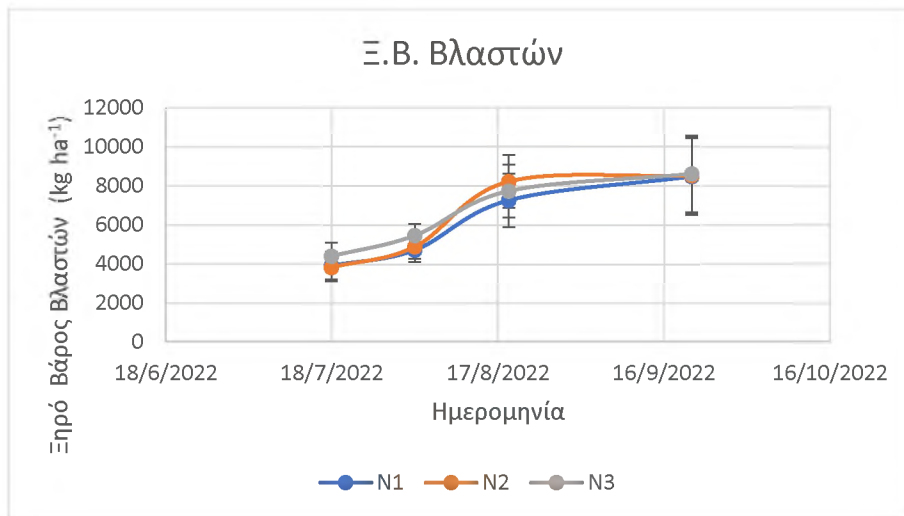
Διάγραμμα 3.1.3. Διακύμανση του συνολικού ξηρού βάρους των φυτών (kg/ha) σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.1.4. παρουσιάζεται η διακύμανση του ξηρού βάρους των φύλλων από την πρώτη κοπή έως και την τέταρτη για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης, όπου φαίνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



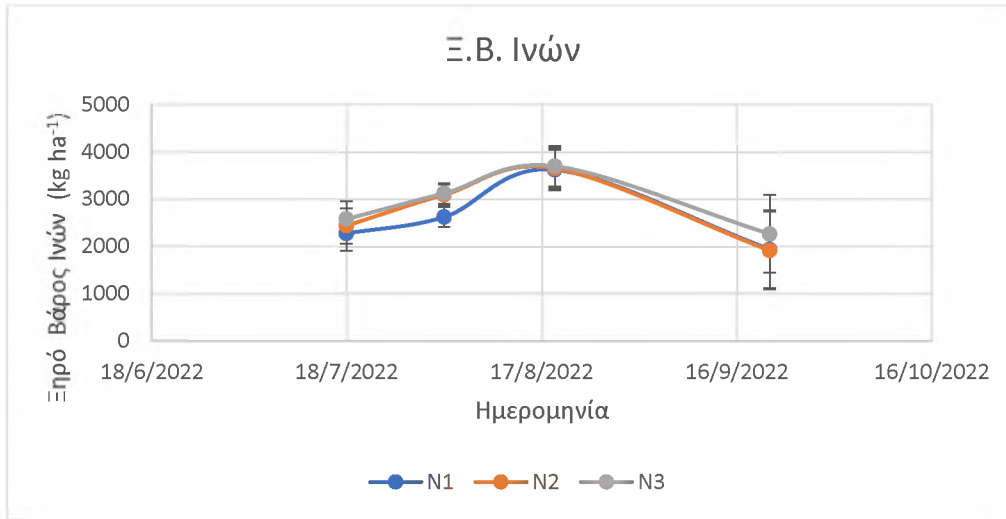
Διάγραμμα 3.1.4. Διακύμανση του ξηρού βάρους των φύλλων των φυτών (kg/ha) σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Η διακύμανση του ξηρού βάρους των βλαστών παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.1.5. από την πρώτη κοπή μέχρι και την τέταρτη για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης, όπου φαίνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.



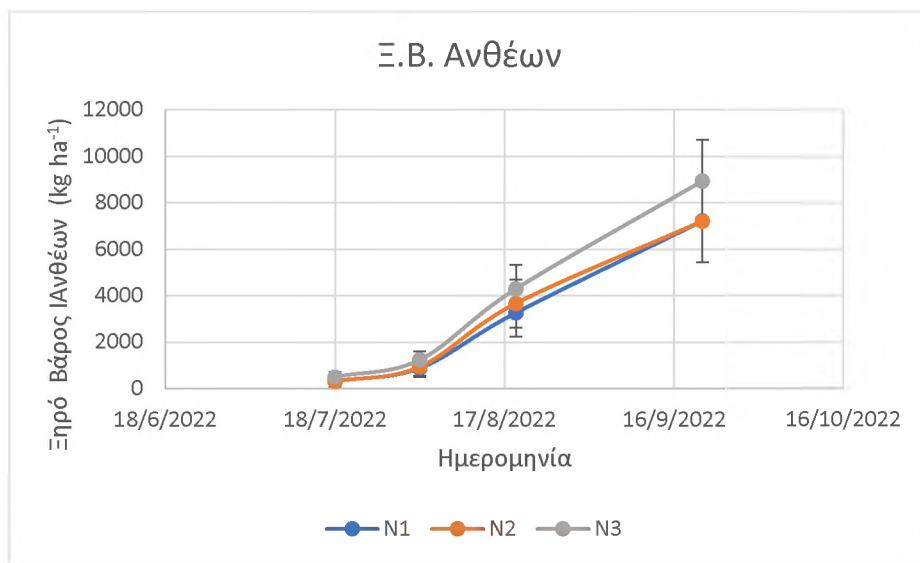
Διάγραμμα 3.1.5. Διακύμανση του ξηρού βάρους των βλαστών των φυτών (kg/ha) σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Η διακύμανση του ξηρού βάρους των ινών από την πρώτη κοπή μέχρι και την τέταρτη για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3.1.6., όπου φαίνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Στην τρίτη κοπή για κάθε μεταχείριση το ξηρό βάρος των ινών έφτασε στα μέγιστα ενώ στην τέταρτη για κάθε μεταχείριση η τιμή του ξηρού βάρους μειώθηκε σε τιμές μικρότερες και από τις αρχικές.



Διάγραμμα 3.1.6. Διακύμανση του ξηρού βάρους των ινών των φυτών (kg/ha) σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Η διακύμανση του ξηρού βάρους των ανθέων για κάθε μία μεταχείριση λίπανσης από την πρώτη κοπή μέχρι και την τέταρτη παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3.1.7., όπου φαίνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Το μέγιστο βάρος των ανθέων καταγράφηκε στην τέταρτη κοπή στην τρίτη μεταχείριση λίπανσης όπου έφτασε τα 9.000 περίπου kg/ha.

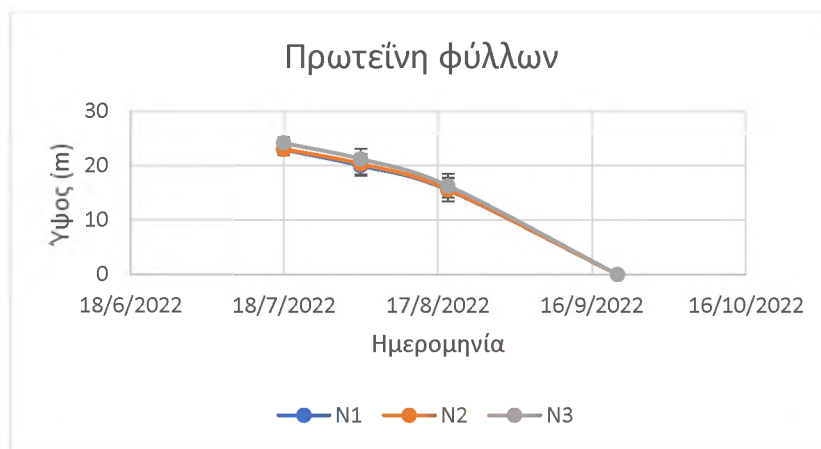


Διάγραμμα 3.1.7. Διακύμανση του ξηρού βάρους των ανθέων των φυτών (kg/ha) σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

### 3.2. Ποιοτικά αποτελέσματα

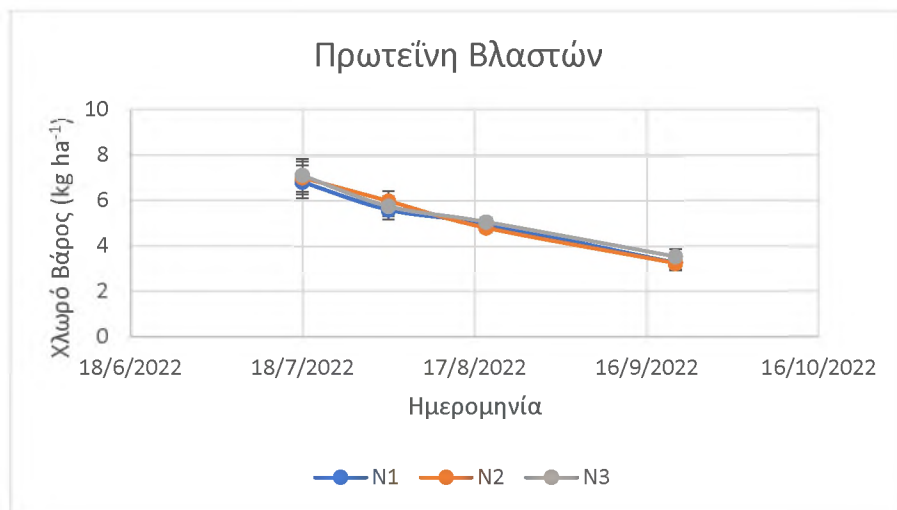
Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φύλλων, των βλαστών και των ανθέων παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα όπως προέκυψαν από την ανάλυση των δειγμάτων στον αναλυτή NIR.

Στο διάγραμμα 3.2.1. παρουσιάζεται η διακύμανση της πρωτεΐνης των φύλλων σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



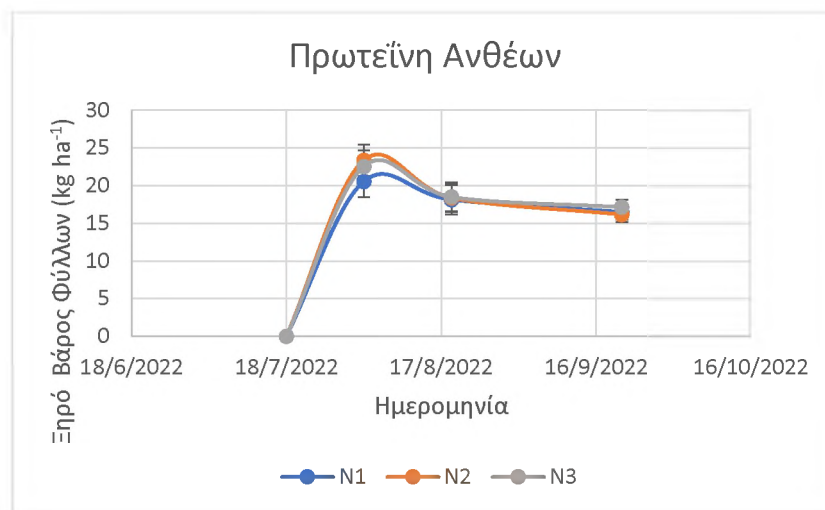
Διάγραμμα 3.2.1. Διακύμανση της πρωτεΐνης των φύλλων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.2. παρουσιάζεται η διακύμανση της πρωτεΐνης των βλαστών σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



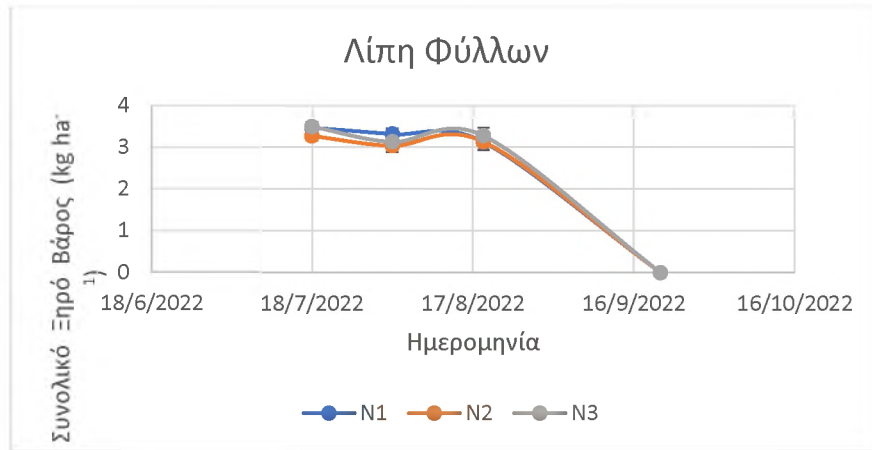
Διάγραμμα 3.2.2. Διακύμανση της πρωτεΐνης των βλαστών σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.3. παρουσιάζεται η διακύμανση της πρωτεΐνης των ανθέων σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



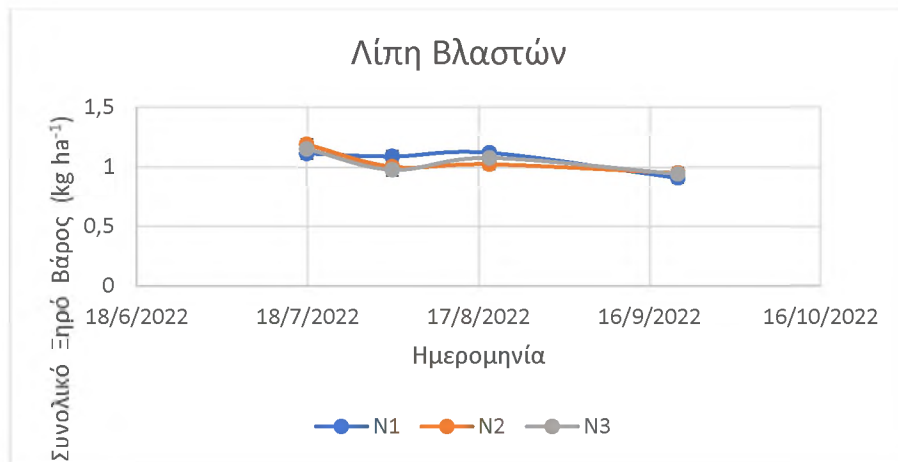
Διάγραμμα 3.2.3. Διακύμανση της πρωτεΐνης των ανθέων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.4. παρουσιάζεται η διακύμανση του λίπους στα φύλλα σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



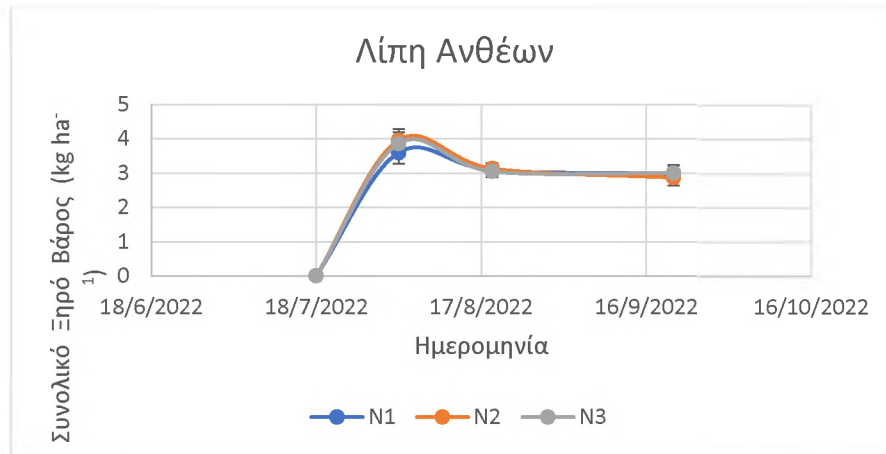
Διάγραμμα 3.2.4. Διακύμανση του λίπους των φύλλων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.5. παρουσιάζεται η διακύμανση του λίπους στους βλαστούς σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



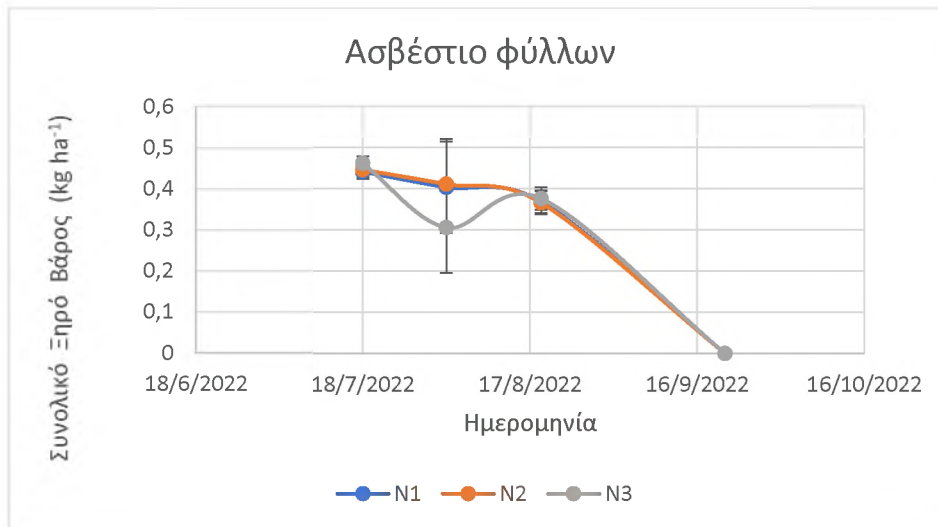
Διάγραμμα 3.2.5. Διακύμανση του λίπους των βλαστών σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.6. παρουσιάζεται η διακύμανση του λίπους στα άνθη σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



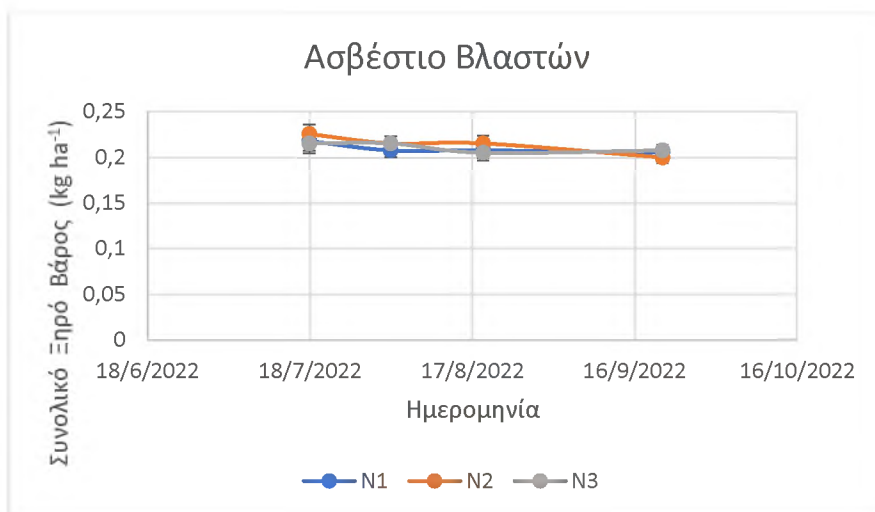
Διάγραμμα 3.2.6. Διακύμανση του λίπους των ανθέων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.7. παρουσιάζεται η διακύμανση του ασβεστίου στα φύλλα σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



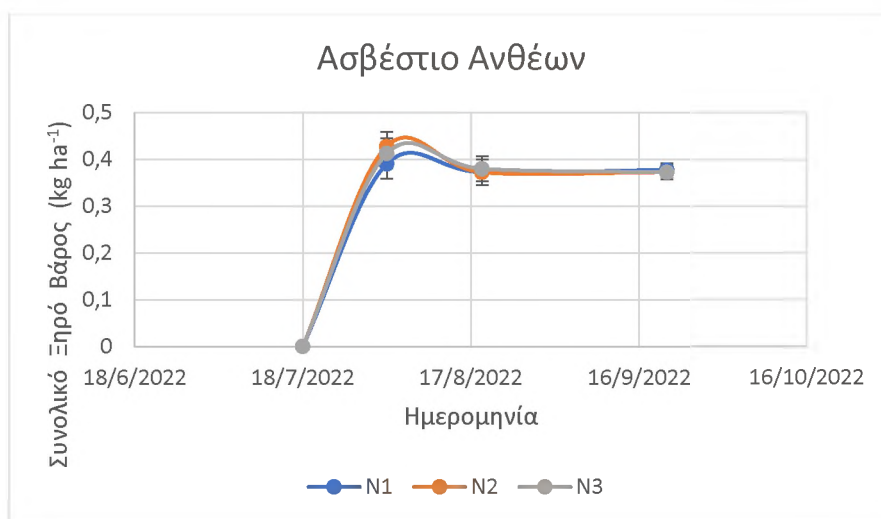
Διάγραμμα 3.2.7.. Διακύμανση του ασβεστίου των φύλλων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.8. παρουσιάζεται η διακύμανση του ασβεστίου στους βλαστούς σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



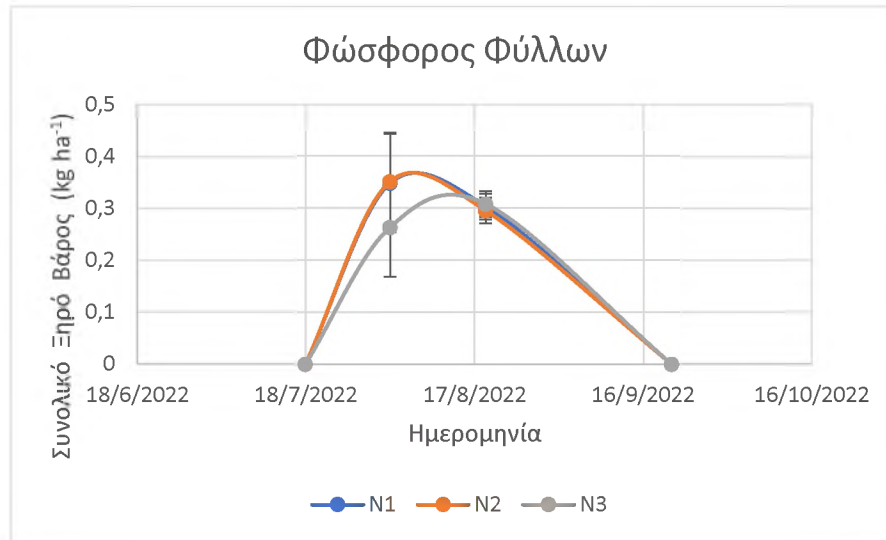
Διάγραμμα 3.2.8. Διακύμανση του ασβεστίου των βλαστών σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.9. παρουσιάζεται η διακύμανση του ασβεστίου στα άνθη σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



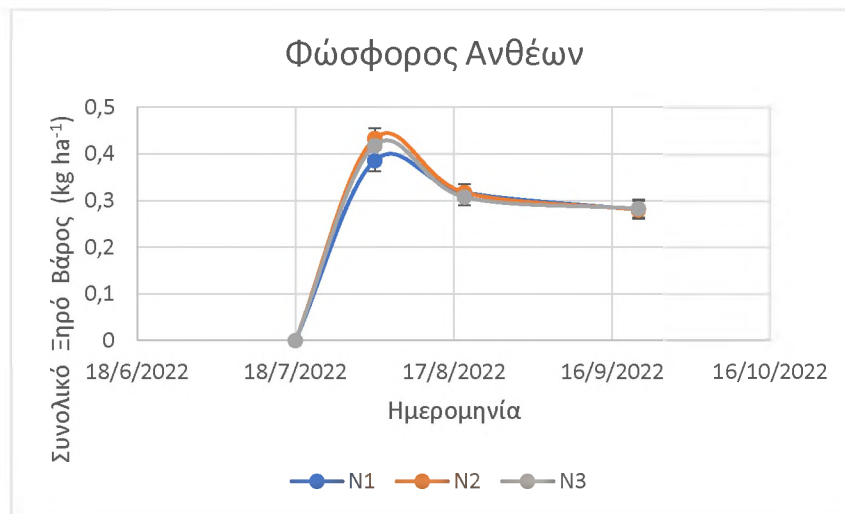
Διάγραμμα 3.2.9. Διακύμανση του ασβεστίου των ανθέων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.10. παρουσιάζεται η διακύμανση του φωσφόρου στα φύλλα σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 3.2.10. Διακύμανση του φωσφόρου των φύλλων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)

Στο διάγραμμα 3.2.11. παρουσιάζεται η διακύμανση του φωσφόρου στα άνθη σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις λίπανσης από την πρώτη έως και την τέταρτη δειγματοληψία. Όπως φαίνεται δεν παρουσιάζουν στατιστικών σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 3.2.11. Διακύμανση του φωσφόρου των ανθέων σε κάθε δειγματοληψία και για κάθε μεταχείριση (όπου N1:0 kg/στρ. N2:7 kg/στρ. και N3:14 kg/στρ.)



#### 4. Συζήτηση

Στο τρέχον πείραμα τα φυτά της καλλιέργειας έφτασαν τα 3m σε ύψος, ενώ η απόδοση σε χλωρή και ξηρή βιομάζα ξεπερνούσε τα 52.000 kg/ha και 19.000 kg/ha αντίστοιχα επιβεβαιώνοντας την αναμενόμενη απόδοση ότι τα φυτά θα ξεπερνούν τα 2 m σε ύψος και η ξηρή βιομάζα τα 17.000 kg/ ha (Cosentino S. L. et al., 2013).

Όπως προκύπτει και από τα παραπάνω διαγράμματα οι αζωτούχος λίπανση δεν επηρέασε το ύψος των φυτών, ενώ όσο μεγαλύτερη ποσότητα περιλάμβανε η μεταχείρισή τόσο αυξάνονταν τα ξηρά και τα χλωρά βάρη του φυτού. Με μοναδική εξαίρεση το ξηρό βάρος των φύλλων καθώς στην τελευταία δειγματοληψία δεν υπήρχαν φύλλα. Τα παραπάνω αποτελέσματα επαληθεύονται και σε σύγκριση με άλλα παρόμοια πειράματα όπως των Papastylianou P. *et. al* (2018) οι οποίοι έδειξαν ότι η αυξημένη αζωτούχος λίπανση έχει θετική επίδραση στην απόδοση βιομάζας κάνναβης, στο ξηρό βάρος των βλαστών και στο ξηρό βάρος της ταξιανθίας. Επιπλέον σε έρευνα των Deng G. *et. al.* (2019) παρατηρήθηκε η αύξηση της απόδοσης της ίνας εξαιτίας της αυξημένης αζωτούχου λίπανσης και στην συνέχεια η μείωση της όπως φαίνεται και στα αποτελέσματα των μετρήσεων του παρόντος πειράματος στο διάγραμμα 3.1.6..

Στην έρευνα των Wogiatzi E. *et. al.* (2019) παρατηρήθηκε ότι τα φύλλα της κάνναβης συγκέντρωναν την μεγαλύτερη ποσότητα σε άζωτο και όσο αυξανόταν η αζωτούχος λίπανση τόσο αυξανόταν και η συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα όπως προκύπτει και από τα αποτελέσματα του πειράματος. Ενώ στην αρχή τη μεγαλύτερη συγκέντρωση πρωτεΐνης στην κάνναβη , όπως φαίνεται και στα διαγράμματα 3.2.1., 3.2.2. και 3.2.3. την έχουν τα φύλλα στην συνέχεια «μεταφέρεται» στα άνθη και μειώνεται η περιεκτικότητά της από φύλλα και βλαστούς. Η περιεκτικότητα του λαδιού στα άνθη και στους βλαστούς ενώ στην αρχή παρουσιάζει αύξηση στη συνέχεια σταθεροποιείται. Όπως αναφέρεται και στην έρευνα των El-Sohaimy S. A. *et al.* , 2022 η ποσότητα που μετρήθηκε στην πρωτεΐνη και στο λάδι ήταν κοντά στις τιμές που προέκυψαν από το παρόν πείραμα. Αντίστοιχα και το ασβέστιο και ο φώσφορος στα άνθη είχαν στην αρχή αύξηση και στη συνέχεια σταθεροποιήθηκαν ενώ στην περίπτωση των φύλλων παρουσίαζαν μείωση.

## 5. Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει το συμπέρασμα ότι η *Dioica* 88 είναι μία ποικιλία που ακόμα και με μηδενική λίπανση θα ξεπεράσει τα 3m ενώ η απόδοσή της θα φτάσει τα 38.000 kg/ha. Αντιθέτως με επαρκή λίπανση το ύψος των φυτών θα ξεπεράσει τα 3m ενώ η απόδοση θα ξεπεράσει τα 52.000 kg/ha και τα 19.000kg/ha σε χλωρή και ξηρή βιομάζα αντίστοιχα. Επιπλέον παρόλο που χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά επίπεδα λίπανσης δεν φέρουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές τόσο στην απόδοση χλωρού και ξηρού βάρους συνολικού και των επιμέρους τμημάτων του φυτού όσο και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φύλλων, των βλαστών και των ανθέων.

## 6. Βιβλιογραφία

### 6.1. Ξένη Βιβλιογραφία:

Amaducci S., Colauzzi M., Bellocchi G., Cosentino S. L., Pahkala K., Stomph T. J., Westerhuis W., Zatta A., Venturi G., 2013. Evaluation of a phenological model for strategic decisions for hemp (*Cannabis Sativa* L.) biomass production across European sites. *Industrial Crops and Products*, 37: 100-110

Amaducci S., Scordia D., Liuc 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

Amaducci S., Zatta A., Raffanini M., Venturi G., 2008. Characterisation of hemp (*Cannabis sativa* L.) roots under different growing conditions. *Plant and Soil*, 313: 227–235

Cosentino S. L., Testa G., Scordia D., Copani V., 2012. Sowing time and prediction of flowering of different hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes in southern Europe. *Industrial Crops and Products*, 37: 20-33

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: 312-324

Deng G., Du G., Yang Y., Bao Y. and Liu F., 2019. Planting Density and Fertilization Evidently Influence the Fiber Yield of Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Herbaceous Field Crops Cultivation*, 2019, 9(7), 368

El-Sohaimy, S.A.; Androsova, N.V.; Toshev, A.D.; El Enshasy, H.A. Nutritional Quality, Chemical, and Functional Characteristic of Hemp (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) Protein Isolate. *Plants* 2022,11, 2825.

Fike J., 2017. Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35: 406-424

Fike J., 2019. The History of Hemp. Industrial Hemp as a Modern Commodity Crop, J.Wiley & Sons Publishers, pp. 1-25

Finnan J. and Burke B., 2012. Potassium fertilization of hemp (*Cannabis sativa*). *Industrial Crops and Products*, 41: 419-422

Gill A. R., Loveys B. R., Cowley J. M., Hall T., Cavagnaro T. M., Burton R. A., 2022. Physiological and morphological responses of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) to water deficit. *Industrial Crops and Products*, 187:115331

Hall J., Bhattarai S. P., Midmore D. J., 2014. Effect of industrial hemp (*Cannabis sativa* L) planting density on weed suppression, crop growth, physiological responses, and fibre yield in the subtropics. *Renewable Bioresources*, 2

Hillig K. W., 2005. Genetic evidence for speciation in *Cannabis* (Cannabaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52:161–180

Kerckhoff L.H.J., Neill S. O., Barge R. and Kawana-Brown E. 2017. Plant density effects on yield parameters of three industrial hemp cultivars in the Manawatu. *Agronomy New Zealand*, 47: 47-54

Papastylianou P., Kakabouki I. and Travlos I., 2018. Effect of Nitrogen Fertilization on Growth and Yield of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46: 197-201

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

Pollio A., 2016. The Name of Cannabis: A Short Guide for Nonbotanists. *Cannabis and Cannabinoid Research*, 1: 234-238

Radwan M. M., Chandra S., Gul S. and ElSohly M. A., 2021. Cannabinoids, Phenolics, Terpenes and Alkaloids of Cannabis. *Molecules*, 26:2774

Schumacher A.G.D., Sergio Pequito S. and Jennifer Pazour J., 2019. Industrial hemp fiber: A sustainable and economical alternative to cotton. *Journal of Cleaner Production*, 268: 122180

Steel R. G. D. and J. H. Torrie. 1982. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach, 2nd ed., McGraw-Hill, Inc. 633

Strzelczyk M., Lochynska M. & Chudy M., 2021. Systematics and Botanical Characteristics of Industrial Hemp Cannabis Sativa L. Journal of Natural Fibers, 19: 5804-5826

Vera C.L., Malhi S. S., Phelps S. M., May W. E. and Johnson E. N., 2010. N, P, and S fertilization effects on industrial hemp in Saskatchewan, Canadian Journal of Plant Science, 90:179-184

White C. M., A Review of Human Studies Assessing Cannabidiol's (CBD) Therapeutic Actions and Potential. The Journal of Clinical Pharmacology, 59: 923–934

Wogiatzi E., Gougoulas N., Giannoulis K. D., Kamvoukou C.-A., 2019. Effect of Irrigation and Fertilization Levels on Mineral Composition of Cannabis sativa L. Leaves, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 47: 1073-1080

Yazici L., 2022. Optimizing plant density for fiber and seed production in industrial hemp (Cannabis sativa L). Journal of King Saud University – Science 35

Zou S. and Kumar U. ,2018. Cannabinoid Receptors and the Endocannabinoid System: Signaling and Function in the Central Nervous System, International Journal of Molecular Sciences. 19

## 6.2. Ελληνική Βιβλιογραφία

Τσαλίκη Ε. , Καλύβας Α., 2021. Οδηγός Καλλιέργειας Βιομηχανικής Κάνναβης στην Ελλάδα (Cannabis Sativa L.)

Τσαλίκη Ε. , 2017. Βιομηχανική κάνναβη, μια νέα καλλιέργεια στην Ελλάδα. Δήμητρα, 19: 6-7

## 6.3. Πηγές εικόνων

Εικόνα 1.1:

[www.researchgate.net/figure/Historical-diffusion-of-Cannabis-Sativa\\_fig2\\_266083497](http://www.researchgate.net/figure/Historical-diffusion-of-Cannabis-Sativa_fig2_266083497)

Εικόνες 1.2 Έως 1.7: Από το Αρχείο του Εργαστηρίου Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών

Εικόνα 1.8:

FAOSTAT

<https://www.fao.org/faostat/en/#home>

Εικόνα 1.9:

FAOSTAT

<https://www.fao.org/faostat/en/#home>

Εικόνα 1.10:

FAOSTAT

<https://www.fao.org/faostat/en/#home>

#### 6.4. Ηλεκτρονικές Πηγές:

European Commission: Farming: Crop productions and plant-based products: Hemp

[https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hemp\\_el#legalbases](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hemp_el#legalbases)

Ημερομηνία Πρόσβασης 28/07/2023

European Commission: Plants: Plant reproductive material: Plant variety catalogues, databases & information systems

[https://food.ec.europa.eu/plants/plant-reproductive-material/plant-variety-catalogues-databases-information-systems\\_en](https://food.ec.europa.eu/plants/plant-reproductive-material/plant-variety-catalogues-databases-information-systems_en)

Ημερομηνία Πρόσβασης 28/07/2023

FAOSTAT

<https://www.fao.org/faostat/en/#home>

Ημερομηνία Πρόσβασης 14/08/2023

Dewey H. , 1913 in Hemp Husbandry , Robert A. Nelson ,2000

<https://www.hempbasics.com/hhusb/hh4bot.htm>

Ημερομηνία Πρόσβασης 14/08/2023

Hemp it: Dioica 88

<https://www.hemp-it.coop/en/produit/dioica-88/>

Ημερομηνία Πρόσβασης 28/07/2023