



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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ,
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ & ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση της εδαφοκατεργασίας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά
και την απόδοση της Ατρακτυλίδας (*Carthamus tinctorius* L.)



Ηλίας Ι. Πιλάτος

Επιβλέπων Καθηγητής:
Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ
2023**

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση της εδαφοκατεργασίας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά
και την απόδοση της Ατρακτυλίδας (*Carthamus tinctorius* L.)

“Influence of tillage practices on agronomic characteristics
and yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)”

Ηλίας Ι. Πιλάτος

Εξεταστική επιτροπή:

Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Καθηγήτρια ΓΠΑ

Τραυλός Ηλίας, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Επίδραση της εδαφοκατεργασίας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά και την απόδοση της Ατρακτυλίδας (*Carthamus tinctorius* L.)

*ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών και στην Αγρομετεωρολογία
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας*

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης είναι η αξιολόγηση της επίδρασης που έχει η χρήση διαφορετικής καλλιεργητικής τεχνικής και συγκεκριμένα η συμβατική κατεργασία και η ακατεργασία του εδάφους, στην ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας της Ατρακτυλίδας (*Carthamus tinctorius* L.), καθώς και σε φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Η συμβατική κατεργασία αποτελεί την κυρίαρχη γεωργική πρακτική παγκοσμίως και ιδιαίτερα στα εκβιομηχανισμένα κράτη, με αρνητική συνέπεια σε βάθος χρόνου, την διάβρωση και υποβάθμιση της γονιμότητας των εδαφών. Η ακατεργασία αποτελεί μία πρόταση στα πλαίσια των συστημάτων μειωμένης κατεργασίας, που μειώνει και σε βάθος χρόνου μπορεί να αναστρέψει τις παραπάνω δυσμενείς συνέπειες.

Ειδικότερα, στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα τέλη Νοεμβρίου του 2020, εγκαταστάθηκε πείραμα για την αξιολόγηση των δύο καλλιεργητικών συστημάτων. Ακολουθήθηκε πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τέσσερις επαναλήψεις και δύο επεμβάσεις με διαφορετικούς τύπους κατεργασίας του εδάφους καθώς και λίπανσης (ο παράγοντας αυτός δεν εξετάζεται στην παρούσα μελέτη). Κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν πέντε (5) διαφορετικές μετρήσεις που αφορούν το ύψος των φυτών, νωπό και ξηρό βάρος των φυτών, τον αριθμό των ανθικών κεφαλών που εκπτύχθηκαν, τον αριθμό των σπόρων ανά κεφαλή, το βάρος των στημόνων, την απόδοση της καλλιέργειας, την πυκνότητα, διάμετρο και τη μάζα των ριζών, τις μυκόρριζες (AMF%), τη φαινομενική πυκνότητα και την αντίσταση του εδάφους.

Με βάση τα αποτελέσματα που ελήφθησαν, η συμβατική κατεργασία έδωσε καλύτερες τιμές για του ύψος και ξηρό βάρος των φυτών, τον αριθμό των ανθικών κεφαλών, τον αριθμό των σπόρων που παρήχθησαν ανά κεφαλή, την απόδοση της καλλιέργειας και τη φαινομενική πυκνότητα του εδάφους. Η μέθοδος της ακατεργασίας επηρέασε θετικότερα τα χαρακτηριστικά της ρίζας (πυκνότητα, διάμετρο, μάζα), το ποσοστό αποικισμού από μυκόρριζες (AMF%) και την αντίσταση του εδάφους. Το βάρος στημόνων και το νωπό βάρος του φυτού, δεν επηρεάστηκαν από τη μέθοδο κατεργασίας.

Αξιολογώντας τα παραπάνω, μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα πως η μέθοδος κατεργασίας του εδάφους είναι παράγοντα που επηρεάζει σημαντικά τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και του εδάφους. Η ακατεργασία ευνοεί τα χαρακτηριστικά της ρίζας, τις βιολογικές ιδιότητες (AMF%) ενώ μειώνει την

αντίσταση του εδάφους. Προκαλεί, δηλαδή, ευνοϊκή επίδραση στο έδαφος και σε ιδιότητες που σχετίζονται με αυτό. Ως προς την καλλιέργεια, η συμβατική κατεργασία έχει ευνοϊκότερη επίδραση. Λαμβάνοντας υπόψη πως η κατεργασία επηρεάζει μεσοπρόθεσμα το έδαφος και τη γονιμότητά του, θα πρέπει να γίνουν μελέτες για περισσότερα έτη, ώστε να εξαχθούν πιο ασφαλή συμπεράσματα, ιδιαίτερα ως προς τη σχέση ακατεργασίας και παραγωγικότητας.

Επιστημονική περιοχή: Φυτική Παραγωγή

Λέξεις κλειδιά: Ατρακτυλίδα, καλλιεργητική τεχνική, συμβατική κατεργασία, ακατεργασία

Influence of tillage practices on agronomic characteristics and yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

MSc Innovative Applications in Sustainable Agriculture, in Plant Improvement & in Agrometeorology

Department of Crop Faculty

Laboratory of Crop faculty

Abstract

The aim of the study is to assess the impact of the use of different cultivation techniques, namely conventional and no tillage, on the growth and yield of the cultivation of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), as well as on the physical and biological properties of the soil. Conventional tillage is the dominant agricultural practice worldwide and especially in industrialised countries, with negative consequences over time, the erosion of the soil and degradation of soil fertility. No tillage is a proposal within the context of reduced tillage systems, which reduces and in the long term can reverse the above adverse consequences.

In particular, in the experimental field of the Laboratory of Agriculture of AUA, at the end of November 2020, an experiment was installed to evaluate the two cultivation systems. A complete randomized block design with four repetitions and two interventions with different types of soil treatment as well as fertilization (this factor is not considered in this study) was followed. During the experimental period five (5) different measurements were carried out concerning the height of the plants, the fresh and dry weight of the plants, the number of capitulum, the number of seeds per capitulum, the weight of the pigments, the yield of the crop, the density, diameter and mass of the roots, the mycorrhizae (AMF%), the apparent density and resistance of the soil.

Based on the results obtained, conventional tillage gave better values for the height and dry weight of plants, the number of capitulum, the number of seeds produced per capitulum, crop yield and apparent soil density. The no tillage - tillage method had a more positive effect on root characteristics (density, diameter, mass), mycorrhizal colonization rate (AMF%) and soil resistance. The pigment weight and the fresh weight of the plant were not affected by the tillage method.

Evaluating the above, we can conclude that the soil treatment method is a factor that significantly affects the characteristics of the crop and soil. No tillage, favors root characteristics, biological properties (AMF%) and reduces soil resistance. That is, it causes a favorable effect on the soil and on properties associated with it. As for cultivation, conventional treatment has a more favorable effect. Considering that treatment affects soil and its fertility in the medium term, studies should be carried out for more years in order to draw more reliable conclusions, especially regarding the relationship between no tillage - tillage and productivity.

In assessing the above, it can be concluded that the soil treatment method is a factor that significantly affects the characteristics of the crop and the soil. The no tillage,

favors the characteristics of the root, the biological properties (AMF%) while reducing the resistance of the soil. It creates a favorable effect on the soil and on the properties associated with it. In terms of cultivation, the conventional treatment has a more favorable effect. Taking into account how the tillage affects the soil and its fertility in the medium term, studies should be carried out over several years in order to draw more reliable conclusions, especially regarding the relationship between no tillage - tillage and productivity.

Scientific Region: Crop Faculty

Keywords: *Carthamus tinctorius* L, tillage practice, conventional tillage, no tillage – tillage

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της συγγραφής της μεταπτυχιακής μου μελέτης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που συνέβαλλαν σε αυτό και χωρίς την ουσιαστική τους συνδρομή θα ήταν αδύνατον να πραγματοποιηθεί.

Αρχικά, τον καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργίας και επιβλέποντα της διατριβής κ. Δημήτριο Μπιλάλη, για την ευκαιρία και χαρά που μου έδωσε να συμμετάσχω στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών και να έρθω ξανά σε επαφή μετά από χρόνια, με το περιβάλλον του Πανεπιστημίου. Με τις συμβουλές, την κατανόηση και τη βοήθεια που πρόσφερε τόσο κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος όσο και κατά την εκπόνηση της διατριβής, κατέστη εφικτή η ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Ευχαριστώ την καθηγήτρια κ. Παναγιώτα Παπαστυλιανού και τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Ηλία Τραυλό, που ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής διέθεσαν τον χρόνο τους και κατέβαλαν τον απαιτούμενο κόπο για την κριτική ανάγνωση της διατριβής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Παντελή Σταυρόπουλο, για την βοήθειά του κατά τη διάρκεια του πειράματος και τη συγγραφή της διατριβής.

Τέλος, ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένειά μου και ιδιαίτερα τη σύζυγό μου Ουρανία για την υπομονή και κατανόηση που επέδειξε όλο αυτόν τον καιρό.

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	- 3 -
Abstract	- 5 -
Ευχαριστίες.....	- 7 -
Ευρετήριο πινάκων.....	- 11 -
Ευρετήριο Διαγραμμάτων	- 11 -
Ευρετήριο εικόνων	- 12 -
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 13 -
1.1 Γενικά.....	- 13 -
Βοτανικά χαρακτηριστικά	- 14 -
1.2 Ταξινόμηση	- 14 -
1.3 Μορφολογία	- 15 -
1.3.1 Βλαστός.....	- 15 -
1.3.2 Ρίζα.....	- 15 -
1.3.3 Φύλλα	- 15 -
1.3.4 Άνθη	- 16 -
1.3.5 Καρπός	- 17 -
1.3.6 Ανάπτυξη της καλλιέργειας.....	- 17 -
1.4 Οικολογικές Απαιτήσεις.....	- 18 -
1.4.1 Θερμοκρασία.....	- 18 -
1.4.2 Υγρασία.....	- 18 -
1.4.3 Έδαφος	- 18 -
1.5 Καλλιεργητική πρακτική.....	- 19 -
1.5.1 Σπορά.....	- 19 -
1.5.2 Λίπανση.....	- 20 -
1.5.3 Συγκομιδή.....	- 21 -
1.5.4 Αμειψισπορά	- 21 -
1.6 Εδαφοκατεργασία.....	- 21 -
Α) Συμβατική κατεργασία (conventional tillage – CT):.....	- 22 -
Β) Μειωμένη κατεργασία (minimum tillage -MT)	- 22 -
Γ) Ακατεργασία (no tillage)	- 23 -
1.7 Μυκόρριζες	- 25 -
Τύποι της μυκόρριζας.....	- 25 -
1.8 Εχθροί και Ασθένειες	- 26 -

1.9 Προϊόντα και Χρήσεις.....	- 28 -
Λάδι.....	- 28 -
Φύλλα.....	- 29 -
Ανθη.....	- 29 -
Ζωοτροφή.....	- 31 -
Βιοντίζελ.....	- 31 -
1.10 Παγκόσμια παραγωγή.....	- 31 -
1.11 Σκοπός της μελέτης.....	- 34 -
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	- 35 -
2.1 Πειραματικό σχέδιο.....	- 35 -
2.2 Χαρακτηριστικά εδάφους.....	- 36 -
2.3 Καλλιεργητικές πρακτικές.....	- 37 -
2.3 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	- 38 -
2.4 Προσδιορισμοί μετρήσεις.....	- 39 -
2.5 Στατιστική ανάλυση.....	- 40 -
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	- 41 -
3.1 Ύψος φυτού.....	- 41 -
3.2 Νωπό βάρος φυτών.....	- 41 -
3.3 Ξηρό βάρος φυτών.....	- 42 -
3.4 Αριθμός ανθικών κεφαλών.....	- 43 -
3.5 Αριθμός σπόρων ανά κεφαλή.....	- 43 -
3.6 Βάρος στημόνων.....	- 44 -
3.7 Απόδοση.....	- 44 -
3.8 Πυκνότητα ριζών (root length density RLD).....	- 45 -
3.9 Διάμετρος ριζών (root diameter, mm).....	- 46 -
3.10 Μάζα ριζών (root mass g/100cm ³).....	- 46 -
3.11 Μυκόρριζες (AMF%).....	- 47 -
3.12 Φαινομενική πυκνότητα εδάφους.....	- 48 -
3.13 Αντίσταση εδάφους (penetration resistance).....	- 48 -
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	- 50 -
Ύψος φυτού.....	- 50 -
Νωπό βάρος φυτών.....	- 50 -
Ξηρό βάρος φυτών.....	- 50 -
Αριθμός ανθικών κεφαλών.....	- 50 -
Αριθμός σπόρων ανά κεφαλή.....	- 50 -
Βάρος στημόνων.....	- 50 -

Απόδοση.....	- 50 -
Πυκνότητα ριζών (root length density RLD)	- 51 -
Διάμετρος ριζών (root diameter, mm).....	- 51 -
Μάζα ριζών	- 51 -
Μυκόρριζες	- 51 -
Φαινομενική πυκνότητα εδάφους.....	- 51 -
Αντίσταση εδάφους.....	- 52 -
Συμπεράσματα.....	- 52 -
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	- 54 -

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1	Περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του λαδιού	σελ. 27
Πίνακας 2	Κυριότερες χώρες παραγωγής σπόρου	σελ.30
Πίνακας 3	Εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής σπόρων από το 2010 έως το 2021	σελ.31
Πίνακας 4	Κύριες χώρες παραγωγής λαδιού.	σελ.32
Πίνακας 5	Παγκόσμια παραγωγή λαδιού ανά έτος	σελ.32
Πίνακας 6	Εδαφολογική ανάλυση	σελ.35
Πίνακας 7	Ύψος φυτού Ατρακτυλίδας	σελ.39
Πίνακας 8	Νωπό βάρος φυτών	σελ.39
Πίνακας 9	Ξηρό βάρος φυτών	σελ.40
Πίνακας 10	Ο αριθμός των ανθικών κεφαλών	σελ.41
Πίνακας 11	Ο αριθμός των σπόρων / κεφαλή	σελ.41
Πίνακας 12	Το βάρος των στημόνων	σελ.42
Πίνακας 13	Απόδοση της καλλιέργειας της Ατρακτυλίδας	σελ.42
Πίνακας 14	Πυκνότητα των ριζών	σελ.43
Πίνακας 15	Διάμετρος των ριζών	σελ.44
Πίνακας 16	Μάζα ριζών	σελ.44
Πίνακας 17	Μυκόρριζες (AMF)	σελ.45
Πίνακας 18	Φαινομενική πυκνότητα του εδάφους	σελ.46
Πίνακας 19	Αντίσταση του εδάφους	σελ.47

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1	Παγκόσμια παραγωγή σπόρων το2020	σελ.31
Διάγραμμα 2	Παγκόσμια παραγωγή σπόρων από το 2010 έως το 2020	σελ.32
Διάγραμμα 3	Χώρες παραγωγής λαδιού το 2019	σελ.32
Διάγραμμα 4	Παγκόσμια παραγωγή λαδιού από 2010 έως 2019	σελ.33
Διάγραμμα 5	Θερμοκρασία αέρα κατά την πειραματική περίοδο	σελ.37
Διάγραμμα 6	Βροχόπτωση κατά την πειραματική περίοδο	σελ.37
Διάγραμμα 7	Τελικό ύψος φυτού ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.	σελ.40
Διάγραμμα 8	Νωπό βάρος φυτών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας	σελ.41

Διάγραμμα 9	Ξηρό βάρος φυτών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας	σελ.41
Διάγραμμα 10	Αριθμός ανθικών κεφαλών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας	σελ.42
Διάγραμμα 11	Αριθμός σπόρων ανά κεφαλή	σελ.43
Διάγραμμα 12	Απόδοση της καλλιέργειας	σελ.44
Διάγραμμα 13	Πυκνότητα ριζών	σελ.44
Διάγραμμα 14	Διάμετρος ριζών	σελ.45
Διάγραμμα 15	Μάζα ριζών	σελ.46
Διάγραμμα 16	Μυκόρριζες (AMF)	σελ.46
Διάγραμμα 17	Φαινομενική πυκνότητα εδάφους	σελ.47
Διάγραμμα 18	Αντίσταση εδάφους	σελ.48

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1	Άνθος φυτού Ατρακτυλίδας– εξώφυλλο	σελ.1
Εικόνα 2	Φυτό Ατρακτυλίδας	σελ.13
Εικόνα 3	Πασσαλώδης ρίζα	σελ.14
Εικόνα 4	Φύλλο	σελ.14
Εικόνα 5	Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης Ατρακτυλίδας I	σελ.15
Εικόνα 6	Σπόροι	σελ.15
Εικόνα 7	Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης Ατρακτυλίδας II	σελ.16
Εικόνα 8	Ωριμη φυτεία	σελ.19
Εικόνα 9	κατεργασία σε σαμάρια (ridge tillage)	σελ.23
Εικόνα 10	μη ενσωμάτωση φυτ. υπολειμμάτων (mulch tillage)	σελ.23
Εικόνα 11	ακατεργασία (no tillage)	σελ.23
Εικόνα 12	<i>Alternaria</i> sp.	σελ.25
Εικόνα 13	Προνύμφη <i>P.capensis</i>	σελ.26
Εικόνα 14	Πειραματικός αγρός ΓΠΑ	σελ.33
Εικόνα 15	Πειραματικό σχέδιο	σελ.34

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η Ατρακτυλίδα *Carthamus tinctorius* L. είναι ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα φυτά. Αρχαιολογικές ανασκαφές έχουν φέρει στην επιφάνεια ευρήματα με ίχνη του φυτού, που χρονολογούνται το 5000 π.Χ. περίπου, την Πρώιμη εποχή του Χαλκού. Πιθανή περιοχή προέλευσής της θεωρείται η Μέση Ανατολή και ιδιαίτερα η περιοχή της Συρίας από όπου εξαπλώθηκε στην Μικρά Ασία, τα Βαλκάνια και την ευρύτερη Νοτιοανατολική Ευρώπη. Την ίδια άποψη για την Μέση Ανατολή ως περιοχή προέλευσης υποστηρίζει η κα Παπακώστα-Τασοπούλου. Σπόροι ατρακτυλίδας έχουν βρεθεί στον τάφο του Τουταγχαμών (περίπου το 1325 π.Χ.) ενώ σε μούμιες που χρονολογούνται στα μέσα της τέταρτης χιλιετηρίδας, βρέθηκαν διακοσμητικές γιρλάντες από άνθη του φυτού. Επίσης, χημικές αναλύσεις σε αρχαία Αιγυπτιακά υφάσματα (περίπου το 1800 π.Χ.) έχουν ανιχνεύσει ίχνη βαφής που προέρχεται από Ατρακτυλίδα. Αναφορές έχουν βρεθεί σε αρχαία σφηνοειδής γραφής στην Μεσοποταμία όπου αναφέρεται ως βαφικό φυτό. Έχει αποδειχθεί πως χρησιμοποιήθηκε ως βαφή στο εσωτερικό των πυραμίδων (Keimer, 1924).

Η λατινική ονομασία του φυτού *Carthamus tinctorius* μπορεί να μεταφραστεί στα ελληνικά ως «κάρθαμος η βαφική» (Dajue and Mundel, 1996). Άλλωστε η λατινική λέξη «tinctorius» σημαίνει βαμμένος, εμποτισμένος στη βαφή. Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί πως σύμφωνα με τον Άγγλο καθηγητή κλασικής φιλολογίας John Chadwick , η λέξη κάρθαμος αναφέρεται σε πινακίδες της Μυκηναϊκής Ελληνικής γραφής Γραμμική Β, όπου και διακρίνεται σε δύο είδη: το λευκό κάρθαμο, (κνάκος λευκά), το οποίο μετρήθηκε, και το κόκκινο (κνάκος ερυθρά) που ζυγίστηκε. Η εξήγηση είναι ότι υπάρχουν δύο μέρη του φυτού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν: οι ωχροί σπόροι και τα κόκκινα άνθη (Chadwick, 1976).

Στις αγγλόφωνες χώρες η Ατρακτυλίδα είναι ευρέως γνωστή ως «Safflower», που προέρχεται από παραλλαγές της αραβικής λέξης «usfur» που σημαίνει κίτρινο (Singh and Nimbkar, 2006).

Όλα τα παραπάνω δείχνουν πως η Ατρακτυλίδα ήταν γνωστή από τα αρχαία χρόνια ως βαφικό φυτό, κυρίως για τη χρώση υφασμάτων αλλά και τροφών. Οι χρωστικές προέρχονται από τα άνθη του φυτού και έχουν χρώμα κόκκινο (καρθαμίνη) και

κίτρινο. Η σημασία αυτή μειώθηκε με την εμφάνιση των φθηνότερων χημικών χρωστικών.

Η καλλιέργεια της Ατρακτυλίδας σήμερα γίνεται κυρίως για τους σπόρους της, όπου η περιεκτικότητα σε λάδι κυμαίνεται από 35 έως 50%. Το έλαιο είναι άγευστο, άχρωμο και πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ που φτάνει σε ορισμένες ποικιλίες το 78%. Επίσης οι σπόροι του φυτού έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία (Zn, Cu, Mn, Fe), βιταμίνες και τοκοφερόλες (Omidi et al., 2011).

Η καλλιέργεια του φυτού το έτος 2020 ανήλθε σε 816.699 εκτάρια (ha) και η παγκόσμια παραγωγή σπόρων σε 653.030 τόνους (t), ενώ η ακατέργαστη ποσότητα λαδιού ήταν 69.517,30 τόνοι. Κυριότερες χώρες παραγωγής ήταν το Καζακστάν (35%), η Ρωσία (15%), το Μεξικό (13%), οι ΗΠΑ (10%) και η Ινδία (6%) (Πηγή FAOSTAT, 2022).

Στην Ελλάδα καλλιεργήθηκε το 1960 σε 20.000 στρέμματα, σε περιοχές της Αττικής και της Βοιωτίας με αρκετά ικανοποιητικές αποδόσεις (170 kg/στρ). Η καλλιέργεια της δεν προχώρησε λόγω χαμηλών οικονομικών αποδόσεων (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2013)

Βοτανικά χαρακτηριστικά

1.2 Ταξινόμηση

Η Ατρακτυλίδα, κατατάσσεται βοτανικά στην οικογένεια Asteraceae, στο γένος *Carthamus* και η λατινική ονομασία του είδους είναι *Carthamus tinctorius* L. Το γένος περιλαμβάνει πολλά ετήσια είδη με διαφορετικό αριθμό χρωμοσωμάτων (20, 22, 24, 44 και 64), μερικά από τα οποία είναι ζιζάνια και θεωρούνται πρόγονοι του *Carthamus tinctorius* L., το οποίο έχει $2n=24$ χρωμοσώματα (Dajue and Mundel, 1996). Τόσο οι άγριες όσο και οι καλλιεργούμενες μορφές έχουν διπλοειδές σύνολο $2n = 24$ χρωμοσωμάτων. Οι διασταυρώσεις με τα είδη *Carthamus palaestinus*, *Carthamus oxyacanthus* και *Carthamus persicus* μπορούν να παράγουν γόνιμους απογόνους.

1.3 Μορφολογία

1.3.1 Βλαστός

Είναι φυτό ετήσιο, ποώδες και παρουσιάζει ορθοστέλεχη ανάπτυξη με ύψος που κυμαίνεται από 50-200 cm. Από το κεντρικό στέλεχος και σε ύψος 20 έως 40 cm, εκπτύσσονται πρωτεύοντες πλευρικοί κλάδοι που διακλαδίζονται περαιτέρω προς την κορυφή σε δευτερεύοντες και τριτεύοντες κλάδους. Η έκταση της διακλάδωσης εξαρτάται από την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την ανάπτυξη.



Εικ.2: Φυτό Ατρακτυλίδας

1.3.2 Ρίζα

Το ριζικό σύστημα της Ατρακτυλίδας είναι πλούσιο και η κύρια πασσαλώδης ρίζα μπορεί να φτάσει σε βάθος 2-3 μέτρων ενώ αναπτύσσονται και πολλές πλάγιες ρίζες, γεγονός που επιτρέπει στο φυτό να είναι ανθεκτικό στην ξηρασία (Dajue and Mundel, 1996). Το ενεργό ριζικό σύστημα του φυτού, σε συνθήκες επαρκούς υγρασίας, εντοπίζεται σε βάθος εδάφους 30 cm.



Εικ.3: Πασσαλώδης ρίζα

1.3.3 Φύλλα

Τα φύλλα του φυτού είναι επιμήκη και οδοντωτά, με μήκος που κυμαίνεται από 10 έως 15 cm ενώ το πλάτος του από 2,5 έως 5 cm. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των φύλλων της Ατρακτυλίδας αποτελεί η εμφάνιση ή όχι αγκαθιών. Στα ανώτερα φύλλα εμφανίζονται αγκάθια στο στάδιο του σχηματισμού των ανθοφόρων οφθαλμών ενώ τα κατώτερα φύλλα συνήθως δεν έχουν αγκάθια. Σήμερα έχουν αναπτυχθεί ποικιλίες χωρίς κανένα αγκάθι, γεγονός που τις καθιστά κατάλληλες για συγκομιδή με το χέρι.

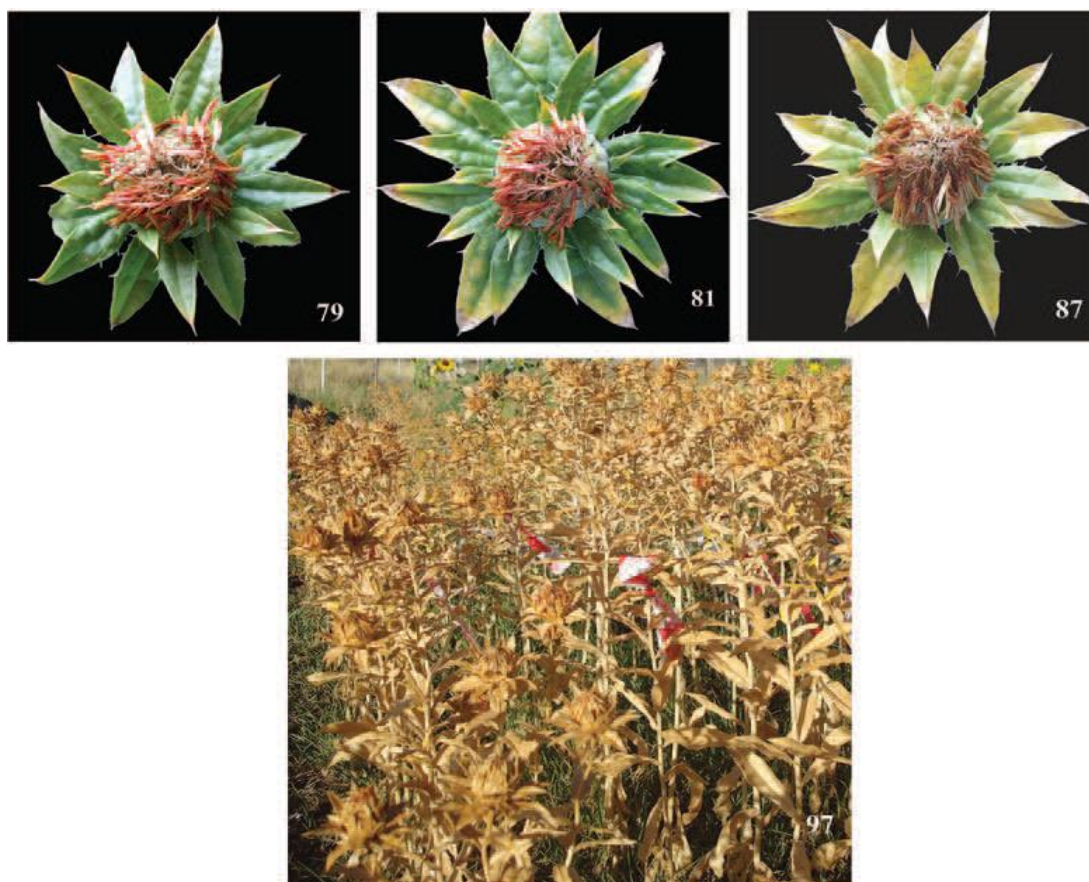


Εικ.4: Φύλλο

1.3.4 Άνθη

Τα άνθη είναι συνήθως κίτρινα, πορτοκαλί και κόκκινα και εμφανίζονται στις κορυφές των βλαστών με τη μορφή σφαιρικών σύνθετων ταξιανθιών που ονομάζονται κεφαλές. Κάθε κεφαλή περιβάλλεται από βράκτια φύλλα και έχει διάμετρο που κυμαίνεται από 1,3 έως 4 cm ενώ περιέχει από 20 έως 180 άνθη σε πυκνή διάταξη, ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και την ποικιλία.

Η Ατρακτυλίδα είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο φυτό, με τη σταυρογονιμοποίηση να μην είναι μεγαλύτερη από 10%. Το ποσοστό αυτό μπορεί να αυξηθεί από την ύπαρξη κατάλληλων εποικονιαστών όπως π.χ. μελισσών ή/και άλλων εντόμων (Knowles, 1969). Η ανθοφορία ξεκινάει από τις κεντρικές κεφαλές και από τα εξωτερικά άνθη όπου γίνονται εμφανείς οι στήμονες και διαρκεί μία εβδομάδα περίπου για κάθε κεφαλή. Η συνολική ανθοφορία του φυτού διαρκεί ένα μήνα περίπου (Flemmer et al., 2014) και ολοκληρώνεται όταν έχουν ανοίξει το 90% των κεφαλών του φυτού (Sanskriti et al., 2014).



Εικ.: 5:Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης φυτού Ατρακτυλίδας. Κεφαλή και καρπός σε τελικό μέγεθος (στάδιο 79);Κεφαλή με ώριμο καρπό : τα βράκτια φύλλα κιτρινίζουν (στάδιο 81) και το 70% της κεφαλής κιτρινισμένο (στάδιο 87); Γήρανση: 100% των φύλλων και των κεφαλών κιτρινίζει (στάδιο 97). Πηγή A.C. Flemmer,et al, Annals of Applied Biology, ISSN 0003-4746,2014

1.3.5 Καρπός

Ο καρπός που σχηματίζεται είναι αχάινιο, λείος, με τέσσερις πλευρές και σκληρό περικάρπιο, με χρώμα υπόλευκο ή κιτρινωπό και περιέχει 15 έως 50 σπόρους που ωριμάζουν σε ένα μήνα περίπου από την άνθηση. Το βάρος 1000 σπόρων μπορεί να είναι από 30 ως 45 g. ενώ η περιεκτικότητα σε λάδι ποικίλει από 20 ως 45% ή και περισσότερο, του συνολικού βάρους του σπόρου (Dajue and Mundel,1996).



Εικ.: 6: σπόροι

1.3.6 Ανάπτυξη της καλλιέργειας

Η σπορά της Ατρακτυλίδας μπορεί να είναι φθινοπωρινή ή εαρινή. Το φύτεμα γίνεται 1 έως 3 εβδομάδες μετά την σπορά με την έκπτυξη των κοτυληδόνων. Στην συνέχεια εκπύσσονται και τα πρώτα αληθινά φύλλα από τα οποία σχηματίζεται ροζέτα. Στο στάδιο της ροζέτας, η Ατρακτυλίδα είναι περισσότερο ευαίσθητη στα ζιζάνια, αλλά περισσότερο ανθεκτική στο κρύο(έως -7oC) (Φασούλας και Φωτιάδης, 1984) και επιτρέπει στο φυτό να διαχειμάζει αν η σπορά έγινε το φθινόπωρο. Στην περίπτωση της εαρινής σποράς το στάδιο της ροζέτας διαρκεί λίγες εβδομάδες. Στη συνέχεια, με την αύξηση της θερμοκρασίας και της διάρκειας της ημέρας, το στέλεχος επιμηκύνεται γρήγορα και αρχίζει να διακλαδίζεται. Κάθε βλαστός καταλήγει σε ανθική κεφαλή. (Dajue and Mundel, 1996).



Εικ.7 : Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης της Ατρακτυλίδας. Βλάστηση: (στάδιο 09), Ανάπτυξη φύλλων: οι κοτυληδόνες πλήρως εκπτυγμένοι (στάδιο 10) και έξι φύλλα εκπτυγμένα (στάδιο 16); Επιμήκυνση βλαστού: τρία μεσογονάτια (στάδιο 33).Πηγή A.C. Flemmer,et al Annals of Applied Biology ISSN 0003-4746,2014

1.4 Οικολογικές Απαιτήσεις

1.4.1 Θερμοκρασία

Οι σπόροι της Ατρακτυλίδας αρχίζουν να φυτρώνουν σε θερμοκρασία εδάφους 2-5°C. Στο στάδιο της ροζέτας το φυτό παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο ψύχος και μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες έως και -7°C, γεγονός που του επιτρέπει να διαχειμάσει. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης και ιδιαίτερα κατά το στάδιο της άνθησης το φυτό γίνεται πολύ ευαίσθητο στο ψύχος. Κατά την άνθηση, θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 32°C είναι ανεπιθύμητες και επιζήμιες, γιατί παρακωλύουν την επικονίαση, γονιμοποίηση και ανάπτυξη του σπόρου (Mundel et al., 1992).

1.4.2 Υγρασία

Η Ατρακτυλίδα έχει βαθύ και πλούσιο ριζικό σύστημα και μπορεί να εκμεταλλευτεί την εδαφική υγρασία, γεγονός που της επιτρέπει να μην έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό. Σε εδάφη με μεγάλη υδατοϊκανότητα μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του για νερό και μέσω των βροχοπτώσεων, χωρίς άρδευση. Η Ατρακτυλίδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ξηρικά συστήματα αμειψισποράς. Η εφαρμογή μία με δύο αρδεύσεων κατά την καλλιεργητική περίοδο αυξάνουν σε μεγάλο βαθμό τις αποδόσεις. Εφαρμογή άρδευσης ιδιαίτερα κατά την άνθηση είναι επιθυμητή (Φασούλας και Φωτιάδης, 1984). Η υψηλή υγρασία σε συνδυασμό με θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 20°C ευνοούν την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών στην καλλιέργεια (Mundel et al., 1995).

1.4.3 Έδαφος

Η καλλιέργεια της Ατρακτυλίδας μπορεί να γίνει σε μεγάλο εύρος εδαφών, αλλά ιδανικά για την απόδοσή της θεωρούνται τα γόνιμα και βαθιά εδάφη με καλή αποστράγγιση, με αμμοπηλώδη ή αμμώδη σύσταση και ουδέτερο pH (Gupta, 2015). Όξινα εδάφη καθώς και αναερόβιες συνθήκες στον αγρό (κατάκλιση) δεν είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Εμφανίζει ικανοποιητική αντοχή στην αλατότητα του εδάφους, παρόμοια με αυτή του κριθαριού. Υπερβολική όμως αλατότητα έχει δυσμενείς συνέπειες στην ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας, καθώς και στην ελαιοπεριεκτικότητα και τη συγκέντρωση σε πρωτεΐνη των σπόρων (Φασούλας και Φωτιάδης, 1984).

1.5 Καλλιεργητική πρακτική

Η καλλιέργεια της Ατρακτυλίδας για μέγιστες αποδόσεις γίνεται σε εδάφη γόνιμα, βαθιά και καλά αποστραγγισμένα. Η προετοιμασία της σποροκλίνης εξαρτάται από το έδαφος και την προηγούμενη καλλιέργεια. Σε ανοιξιάτικη σπορά και σε βαριά εδάφη (αργιλώδη, αργιλοπηλώδη) η κατακράτηση νερού και η δημιουργία επιφανειακής κρούστας μετά από βροχερό χειμώνα αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για την έκπτυξη των φυταρίων και αυξάνουν τον κίνδυνο για την εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών. Καλλιεργητικές τεχνικές όπως επιφανειακά οργώματα ή δίσκο σβανίσματα σπάνε την επιφανειακή κρούστα και επιτρέπουν τον καλύτερο αερισμό και αποστράγγιση του εδάφους. Αμμώδη εδάφη που δεν συγκρατούν την εδαφική υγρασία χρειάζονται άρδευση για ικανοποιητική παραγωγή. Γενικά, κάθε σποροκλίνη που είναι κατάλληλη για σιτηρά, είναι κατάλληλη και για την Ατρακτυλίδα. Σημαντικό είναι να έχει γίνει ζιζανιοκτονία πριν τη σπορά, γιατί τα ζιζάνια λειτουργούν ιδιαίτερα ανταγωνιστικά στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας, ως προς την εδαφική υγρασία, το φως και την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους. Η αντιμετώπισή τους συστήνεται να γίνεται με μηχανικά μέσα γιατί το φυτό είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε ζιζανιοκτόνα (τοξικότητες). Στα επόμενα στάδια της καλλιέργειας, η έντονη βλαστική ανάπτυξη και διακλάδωση του φυτού, του επιτρέπει να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια.

1.5.1 Σπορά

Ο σπόρος που θα χρησιμοποιηθεί μπορεί να επιπασθεί με μυκητοκτόνα για την αποφυγή πρώιμων σήψεων. Η σπορά της καλλιέργειας μπορεί να είναι φθινοπωρινή ή ανοιξιάτικη.

Κατά τη φθινοπωρινή σπορά η αρχική ανάπτυξη είναι πολύ μικρή και η καλλιέργεια θα διαχειμάσει στο στάδιο της ροζέτας, που διαρκεί 2 με 3 μήνες και είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες. Στη συνέχεια η βλαστική ανάπτυξη είναι έντονη με τα φυτά να φτάνουν σε μεγάλο ύψος και πυκνή διακλάδωση.

Κατά την ανοιξιάτικη σπορά, το στάδιο της ροζέτας διαρκεί μέχρι ένα μήνα και έπειτα ξεκινάει η βλαστική αύξηση. Το ριζικό σύστημα δεν αναπτύσσεται σε τόσο μεγάλο βάθος όσο κατά την φθινοπωρινή σπορά, με συνέπεια να χρειαστεί πιθανώς άρδευση της καλλιέργειας.

Η σπορά γίνεται σε γραμμές και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών μπορεί να κυμαίνονται από 45 έως 76 cm και η πυκνότητα φυτών επί της γραμμής να είναι από 16 έως 39 φυτά/m. Η πυκνότητα της φυτείας θα πρέπει να εξετάζεται σε συνάρτηση με την υπάρχουσα εδαφική υγρασία. Σκοπός είναι η ολοκλήρωση της βλαστικής αύξησης και ανάπτυξης όσο το δυνατόν πιο σύντομα και χωρίς να έχει εξαντληθεί η διαθέσιμη εδαφική υγρασία στο στάδιο της ωρίμανσης των σπόρων. Το βάθος σποράς δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 5 με 6,5 cm.

Η καλλιέργεια μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε ξηροθερμικές συνθήκες αρκεί να υπάρχει διαθέσιμη εδαφική υγρασία. Έχει διαπιστωθεί όμως ότι οι μεγάλες αποδόσεις επιτυγχάνονται με άρδευση δύο ημέρες περίπου πριν τη σπορά και δύο αρδεύσεις κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Γενικά, η ύπαρξη ικανοποιητικής εδαφικής υγρασίας σε βάθος έως 1 με 1,3 m από την επιφάνεια, βοηθάει σημαντικά στην επίτευξη των μέγιστων αποδόσεων.

1.5.2 Λίπανση

Η λίπανση της καλλιέργειας, έχει αποδειχθεί σημαντική για την επίτευξη αυξημένων αποδόσεων. Η εφαρμογή του λιπάσματος εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποικιλία, ημερομηνία σποράς, η διαθέσιμη εδαφική υγρασία και ο τύπος του εδάφους. Φαίνεται πως υπάρχει συσχέτιση της υπάρχουσας εδαφικής υγρασίας και της ανταπόκρισης της καλλιέργειας στην λίπανση. Εκτός από τα τρία βασικά μακροστοιχεία (N, P, K) δεν έχουν παρατηρηθεί άλλες τροφοπενίες στα φυτά. Το άζωτο είναι ιδιαίτερα σημαντικό τόσο ως προς την αύξηση όσο και ως προς την απόδοση της καλλιέργειας. Η εφαρμογή του κυμαίνεται από 8 έως 19 kg/στρέμμα σε αρδευόμενες καλλιέργειες, ενώ σε ξηρικές από 3,4 έως 6,7 Kg/στρέμμα. Υπερβολική εφαρμογή αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες παραγωγές, εξαιτίας της έντονης βλαστικής αύξησης και ανάπτυξης που μπορεί να εξαντλήσει την εδαφική υγρασία πριν το στάδιο της ωρίμανσης των σπόρων. Η εφαρμογή φωσφόρου έχει θετική επίδραση στην απόδοση και συνήθως εφαρμόζονται 4,4 έως 6,7Kg/στρέμμα. Η τοποθέτηση του λιπάσματος καλό είναι να γίνεται κοντά στο σπόρο εξαιτίας της χαμηλής κινητικότητας που παρουσιάζει ο φώσφορος στα περισσότερα εδάφη. Η προσθήκη καλίου σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα, σε δόσεις που κυμαίνονται από 8,4 έως 10 Kg/στρέμμα, έχουν βοηθήσει στην αύξηση της απόδοσης, αν και γενικότερα δεν έχουν παρατηρηθεί τροφοπενίες καλίου. Άλλωστε το βαθύ ριζικό σύστημα επιτρέπει στο φυτό να προσλαμβάνει κάλιο από το έδαφος σε μεγάλες ποσότητες.

1.5.3 Συγκομιδή

Η συγκομιδή της καλλιέργειας γίνεται όταν τα περισσότερα φυτά έχουν ξεραθεί και τα φύλλα γίνουν καφετιά. Οι σπόροι μπορούν να βγουν από την κεφαλή όταν αυτή τριφτεί ελαφρώς. Η υγρασία του σπόρου θα πρέπει να είναι από 5 έως 8 % το μέγιστο, για να μπορέσουν να αποθηκευτούν με ασφάλεια. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει με μηχανές που χρησιμοποιούνται στα σιτηρά.



Εικ.8: Ωριμη φυτεία

1.5.4 Αμειψισπορά

Η ένταξη της Ατρακτυλίδας σε συστήματα αμειψισποράς έχει πολλά οφέλη. Το βαθύ ριζικό σύστημα αυξάνει το ρυθμό διήθησης του νερού στο έδαφος. Σε καλλιέργεια σιτηρών και βάμβακος μετά από Ατρακτυλίδα, έχουν καταγραφεί υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια. Στις ΗΠΑ έχει αποδώσει καλά σε αμειψισπορά με σιτάρι, κριθάρι, βαμβάκι, τομάτα, αραβόσιτο και ζαχαρότευτλα. Μπορεί να μπει και σε εκτάσεις που είναι σε αγρανάπαυση.

1.6 Εδαφοκατεργασία

Η κατεργασία του εδάφους είναι βασική γεωργική πρακτική και άμεσα συνυφασμένη με την ιδέα της γεωργίας. Από αρχαιοτάτων χρόνων, τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με τη χρήση ζώων οι γεωργοί προετοίμαζαν το έδαφος με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορέσει να σπαρθεί και να αναπτυχθεί ομαλά η επιδιωκόμενη καλλιέργεια. Η εκμηχάνιση της γεωργίας επέτρεψε τη χρήση μηχανών και έδωσε τεράστια ώθηση στην κατεργασία του εδάφους. Η χρήση γεωργικών ελκυστήρων επέτρεψε το όργωμα πολύ μεγαλύτερων εκτάσεων και σε μεγαλύτερο βάθος, ενώ η χρήση μεγάλου αριθμού γεωργικών μηχανημάτων (π.χ. σπαρτικών, εδαφοκαλλιεργητή, φρέζας κτλ.) διέυρνε και διευκόλυνε σε μεγάλο βαθμό τη δυνατότητα κατεργασίας του εδάφους.

Η κατεργασία αποσκοπεί στη χαλάρωση των εδαφών και τον καλύτερο αερισμό τους, στην ομαλοποίηση του εδάφους και τη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης, στη καταστροφή των ζιζανίων, την ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων προηγούμενων καλλιεργειών, την καλύτερη αξιοποίηση της εδαφικής υγρασίας και των βροχοπτώσεων. Γενικά επηρεάζει τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους και τις διεργασίες που σχετίζονται με αυτές και τελικά τη δυναμική του

εδάφους. Με την πάροδο των ετών έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα εδαφοκατεργασίας και η διάκριση τους ,κατά κύριο λόγο, βασίζεται στο βαθμό επίδρασης που έχει το καθένα στη δομή του εδάφους. Σήμερα, η βασική διάκριση είναι σε συμβατική κατεργασία (CT), μειωμένη κατεργασία (MT) και ακατεργασία (NT).

A) Συμβατική κατεργασία (conventional tillage – CT):

Είναι ο παραδοσιακός τρόπος κατεργασίας και ο επικρατέστερος παγκοσμίως. Συνίσταται σε ένα κύριο όργωμα του εδάφους , με τη χρήση αρότρου ή δισκάροτρου, που προκαλεί την αναμόχλευση και την αναστροφή του εδάφους ενώ, δευτερογενώς ακολουθεί επέμβαση με καλλιεργητές, φρέζες ή δισκοσβάρνες για την ομαλοποίηση του εδάφους και την προετοιμασία της κατάλληλης σποροκλίνης. Παράλληλα, καταστρέφει τα αυτοφυή ζιζάνια ενώ ενσωματώνει στο έδαφος τα φυτικά υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Επίσης, με την αναστροφή του εδάφους φέρνει στην επιφάνεια διάφορες διαχειμάζουσες μορφές εντόμων και μυκήτων, με αποτέλεσμα την καταστροφή τους και κατ'επέκταση τη μείωση των προσβολών στην καλλιέργεια.

Στα κύρια μειονεκτήματα της συμβατικής κατεργασίας είναι η συνεχής υποβάθμιση της γονιμότητας των εδαφών, λόγω κυρίως της διάβρωσης τους από τους ανέμους και την υδατική απορροή και της μείωσης της περιεκτικότητας τους σε οργανική ουσία. Επίσης, το βάρος των μηχανημάτων καθώς και η επαναλαμβανόμενη βαθιά άροση προκαλούν τη συμπίεση του εδάφους και τη δημιουργία στρώματος αδιαπέραστης κρούστας στο βάθος άροσης. Τέλος, σημαντική είναι και η οικονομική επιβάρυνση της καλλιέργειας από το κόστος των καυσίμων, αλλά και η περιβαντολλογική από τις αυξημένες εκπομπές CO₂.

Για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιδράσεων η γεωργική έρευνα έχει στραφεί σε λιγότερες επεμβατικές μεθόδους που μπορούν να χαρακτηριστούν ως συστήματα μειωμένης κατεργασίας (minimum tillage).

B) Μειωμένη κατεργασία (minimum tillage -MT)

Με τον όρο αυτό περιγράφονται διάφορα συστήματα κατεργασίας που το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η διατήρηση των φυτικών υπολειμμάτων και της αυτοφυούς βλάστησης στην επιφάνεια του εδάφους, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30%. Επίσης, αποφεύγεται η βαθιά άροση και αναστροφή του εδάφους, ενώ η ομαλοποίηση του και η δημιουργία της σποροκλίνης μπορεί να γίνει με τη χρήση

καλλιεργητή ή φρέζας. Στην περίπτωση αυτή γίνεται και μερική ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων. Το κύριο πλεονέκτημα των μεθόδων αυτών είναι αποφυγή της διάβρωσης του εδάφους από την υδατική απορροή και τον άνεμο και η περαιτέρω μείωση της γονιμότητας του.

Οι πιο συνηθισμένες μορφές μειωμένης κατεργασίας είναι η κατεργασία σε σαμάρια (ridge tillage), η μη ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων (mulch tillage) και η ακατεργασία (no tillage) που τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται και ερευνάται περισσότερο.

Γ) Ακατεργασία (no tillage)

Το κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι η διατήρηση των φυτικών υπολειμμάτων και της αυτοφυούς βλάστησης στην επιφάνεια του εδάφους ενώ δεν εφαρμόζεται άροση και κατ' επέκταση αναστροφή και αναμόχλευση του. Η σπορά γίνεται κατά θέσεις με μηχανήματα που φέρουν δόντια ή και με τη δημιουργία στενών λωρίδων (5 X 5 cm). Συγκεντρώνει τα πλεονεκτήματα της μειωμένης κατεργασίας όσον αφορά την διάβρωση του εδάφους ενώ συντελεί στην διατήρηση και αύξηση της οργανικής ουσίας με αποτέλεσμα την αύξηση της διήθησης και της υδατοϊκανότητας και τελικά της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας για την καλλιέργεια. Βελτιώνεται η εδαφική δομή με τη σταθεροποίηση των εδαφικών συσσωματωμάτων και μειώνεται η εδαφική κρούστα, ενώ βελτιώνεται ο κύκλος των θρεπτικών στοιχείων καθώς και της ανταλλαγής αερίων. Παράλληλα, μειώνονται οι εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα ενώ αυξάνεται η δέσμευση C από το έδαφος. Σημαντική θεωρείται και μείωση του κόστους της καλλιέργειας από την ελαχιστοποίηση της χρήσης των γεωργικών μηχανημάτων.

Στα μειονεκτήματα της μειωμένης κατεργασίας είναι το αυξημένο φυτοπαθολογικό φορτίο που πιθανώς θα διατηρηθεί στα φυτικά υπολείμματα σε διαχειρίσιμες μορφές καθώς και η ύπαρξη εντόμων εδάφους που μπορούν να πλήξουν τα φυτάρια της καλλιέργειας ιδιαίτερα στα πρώιμα στάδια της. Η διαχείριση των ζιζανίων μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα και η διαχείριση τους γίνεται συνήθως με τη χρήση των κατάλληλων χημικών σκευασμάτων (ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων).

Με δεδομένο ότι η κύρια πρόκληση της Γεωργίας σήμερα είναι η διατήρηση της ποιότητας των εδαφών ενώ θα διατηρείται η παραγωγικότητάς τους, η μέθοδος της ακατεργασίας συγκεντρώνει το ενδιαφέρον για την επέκταση της εφαρμογής του σε περιοχές με ξηροθερμικές συνθήκες αλλά και σε υποβαθμισμένα εδάφη λόγω της

διάβρωσης. Ιδιαίτερα για τη χώρα μας αλλά και γενικότερα για τις Μεσογειακές περιοχές που αναμένεται λόγω της κλιματικής αλλαγής να ενταθεί το φαινόμενο της λειψυδρίας, φαίνεται πως είναι μία μέθοδος που θα μπορούσε να προσφέρει κάποιες λύσεις.



Εικ.9 : κατεργασία σε σαμάρια (ridge tillage) Εικ.10:μη ενσωμάτωση φυτ. υπολειμμάτων
(mulch tillage)



Εικ.: 11: ακατεργασία (no tillage)

1.7 Μυκόρριζες

Οι μυκόρριζες αποτελούν μια ιδιαίτερη συμβίωση μεταξύ μυκήτων και των ριζών των φυτών με αμοιβαία ωφέλεια και για τους δύο οργανισμούς. Ένας ορισμός που θα μπορούσε να δοθεί είναι ότι «Μυκόρριζα ονομάζεται το δομικό και λειτουργικό σύμπλεγμα που δημιουργείται μεταξύ μιας ρίζας και ενός μύκητα» (Brundrett, 2004). Σε γενικές γραμμές, ο μύκητας παρέχει στις ρίζες του φυτού ανόργανα συστατικά, νερό, καθώς και θρεπτικά στοιχεία όπως ο P και το N αλλά και άλλες ενώσεις που παράγει ο ίδιος, ενώ το φυτό παρέχει υδατάνθρακες. Από έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι οι συμβιωτικές ρίζες απορροφούν δύο ή τρεις φορές περισσότερα θρεπτικά στοιχεία από τις μη συμβιωτικές (Cotton et al, 1982). Το φαινόμενο σχηματισμού του είναι πολύ διαδεδομένο στο φυτικό βασίλειο και έχει διαπιστωθεί πως πάνω από το 80% των χερσαίων φυτικών ειδών μπορούν να σχηματίσουν μυκόρριζες .

Τύποι της μυκόρριζας

Οι μυκόρριζες χωρίζονται κυρίως σε δυο κατηγορίες: τις εκτομυκόρριζες και τις ενδομυκόρριζες.

Οι πρώτες σχηματίζονται κυρίως από τη συμβίωση μεταξύ των βασιδιομυκήτων ή ασκομυκήτων με τις ρίζες και τα ριζικά τριχίδια πολυετών φυτών κυρίως δασικών όπως είναι το κωνοφόρα (Harley and Harley, 1987). Η δομή του συστήματος αποτελείται από τη ρίζα του φυτού, τον μανδύα που σχηματίζεται γύρω από τη ρίζα του φυτού, το δίκτυο των υφών του μύκητα που σχηματίζεται μεταξύ των κυττάρων του φλοιού της ρίζας (δίκτυο Hurting) και ενός μυκηλιακού σώματος που αναπτύσσεται στο έδαφος (Wilcox et al., 1991). Το πλέγμα Hurting είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα των εκτομυκορριζών. Στις εκτομυκόρριζες ανήκουν τα περισσότερα είδη μανιταριών όπως και η τρούφα.

Οι ενδομυκορριζες είναι ο πλέον διαδεδομένος τύπος μυκόρριζας και παρατηρείται στα δύο τρίτα των φυτών. Ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: α) ενδομυκόρριζες που σχηματίζονται στα φυτικά είδη της οικογένειας Orchideaceae, β) ενδομυκόρριζες που σχηματίζονται στα φυτά της τάξης Ericales, και γ) τις θυσανοειδείς μυκόρριζες (Arbuscular Mycorrhizas Fungi -AMF) που είναι ο πλέον κοινός μυκορριζικός τύπος. Οι θυσανοειδείς μυκόρριζες (AMF) ανήκουν στο φύλο Glomeromycota και θεωρείται ότι υπάρχουν εδώ και εκατομμύρια χρόνια (Brudnett, 2002). Αρχικά ονομάζονταν κυστοειδείς δενδροειδείς μυκόρριζες (VAM) επειδή πιστεύονταν πως αναπτύσσονται μέσα σε κύστεις, όμως στη συνέχεια διαπιστώθηκε πως σπάνια εμφανίζονται κύστεις.

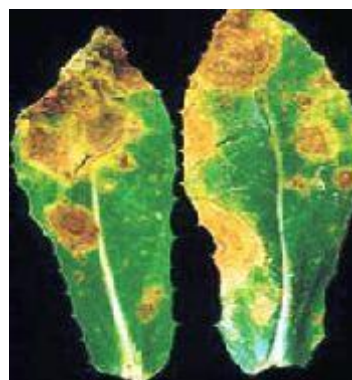
Σήμερα, έχει επικρατήσει το είδος αυτό του μύκητα να είναι γνωστό ως AM μύκητες (Arbuscular mycorrhizas Fungi). Οι AM μυκορριζικοί μύκητες χαρακτηρίζονται από θυσανωτές δομές εντός των κυττάρων (Σιδηράς,2002).

Αυτά τα είδη μυκήτων έχουν παγκόσμια εμβέλεια και περιγράφονται πάνω από 200 είδη μυκήτων και είναι συμβατά σε συμβίωση με τα περισσότερα φυτά (Brundrett et al., 1996).

Τα δομικά τους στοιχεία είναι: η ρίζα, οι μυκηλιακές υφές που αναπτύσσονται ανάμεσα και μέσα στα κύτταρα του φλοιού της ρίζας και το μυκήλιο που επεκτείνεται στο έδαφος. Οι υφές εντός των κυττάρων εμφανίζουν θυσανωτή μορφή ενώ υπάρχουν και κάποιες σε μορφή ελύτρων. Με τη βοήθεια των ενδοκυτταρικών αυτών υφών γίνεται η μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων από το μύκητα στο φυτό και από το φυτό στο μύκητα.

1.8 Εχθροί και Ασθένειες

Η καλλιέργεια της Ατρακτυλίδας δεν εμφανίζει σοβαρά προβλήματα από εντομολογικές προσβολές ή μυκητολογικές ασθένειες που να προκαλούν σημαντικές μειώσεις στην παραγωγή, αν ληφθούν τα βασικά μέτρα φυτοπροστασίας. Από μελέτες που έχουν γίνει κυρίως στην Καλιφόρνια και στην Ινδία, οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι για την αποδοτικότητα της καλλιέργειας προκύπτουν από μυκητολογικές ασθένειες. Η ανάπτυξη των ασθενειών ευνοείται από περιβαλλοντικές συνθήκες που χαρακτηρίζονται από έντονη βροχόπτωση και υψηλή ατμοσφαιρική και εδαφική υγρασία για αρκετά μεγάλη χρονική περίοδο (E.A. Oelke et al.,2020). Ο σημαντικότερος και πιο καταστροφικός μύκητας που προσβάλλει την καλλιέργεια, είναι η *Alternaria* (*Alternaria carthami*), που προκαλεί καφέ-σκουρόχρωμες νεκρωτικές κηλίδες διαμέτρου 1-2 mm στις κοτυληδόνες, ενώ σε ώριμα φύλλα εμφανίζονται σκουρόχρωμες καφέ κηλίδες με ομόκεντρους κύκλους διαμέτρου 1-2 mm.



Εικ.: 12 : *Alternaria* sp

Τα συμπτώματα μπορούν να εμφανιστούν και στο στέλεχος. Σε σοβαρής έκτασης προσβολή μπορεί να έχουμε μάρανση του φυτού.

Αντίστοιχα συμπτώματα μπορούν να προκληθούν και από το βακτήριο *Pseudomonas syringae*, όπου καφέ-κόκκινες νεκρωτικές κηλίδες εμφανίζονται στα φύλλα, ενώ στους μίσχους του φυτού και στο στέλεχος εμφανίζονται υδαρείς κηλίδες. Σοβαρά μολυσμένα φυτά μπορούν να οδηγηθούν στην μάρανση.

Υπάρχουν και άλλες ασθένειες που μπορούν να αναπτυχθούν στην καλλιέργεια και μπορούν να προκαλέσουν οικονομικές απώλειες, χωρίς ωστόσο μέχρι σήμερα να αποτελούν σοβαρό πρόβλημα. Τα φύλλα μπορεί να προσβληθούν από τους μύκητες: *Cercospora cartami* (προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα του φυτού και μπορεί να εμφανιστεί σε όλα τα στάδια ανάπτυξης), *Fusarium oxysporum* (κιτρίνισμα κυρίως των κατώτερων φύλλων του φυτού, που μπορεί να οδηγήσει σε μαρασμό), *Erysiphe cichoracearum* (εμφάνιση κηλίδων στα φύλλα καλυμμένων με αλευρώδες επίχρισμα). Τα άνθη μπορούν να προσβληθούν από *Sclerotinia sclerotiorum* και *Botrytis cinerea* ενώ μπορούμε να έχουμε σήψη στη βάση του στελέχους από *Phytophthora* sp. και *Pythium* sp.

Η αντιμετώπιση τους γίνεται με την λήψη των κατάλληλων φυτοϋγειονομικών μέτρων και πρακτικών όπως η χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, σπόρων εμβλαπτισμένων ή με επίταση μυκητοκτόνων, χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, σπορά σε εδάφη με καλή αποστράγγιση καθώς και εφαρμογή τετραετούς αμειψισποράς.

Η Ατρακτυλίδα δεν έχει σημαντικούς εντομολογικούς εχθρούς που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή ζημιά στην καλλιέργεια εφόσον ληφθούν βασικά μέτρα. Έντομα που διαχειμάζουν στο έδαφος μπορεί να είναι επιβλαβή για τη βλάστηση των σπόρων και την έκπτυξη των σποροφύτων. Η χρήση εντομοκτόνων εδάφους ή σπόρων επιασμένων με εντομοκτόνα μειώνουν σημαντικά την πιθανή ζημιά. Έντομα που μπορούν να γίνουν επιβλαβή για την καλλιέργεια κατά την ανάπτυξή της είναι:

α) Το λεπιδόπτερο *Perigaea capensis* (Guenee), οικ. Noctuidae.

Οι προνύμφες τρέφονται με τα φύλλα και αποψιλώνουν τα φυτά, επιδρώντας στην ανάπτυξή τους. Εικ.: 13: Προνύμφη *P.capensis*

Πηγή agritech.tnau.ac.in



β) Το δίπτερο *Acanthiophilus helianthi* (Rossi), οικ. Tephritidae.

Τα θηλυκά ωοτοκούν στα άνθη ή τα μπουμπούκια του φυτού και οι κάμπιες που εκπύσσονται τον Απρίλιο τρέφονται με τα ανθικά μέρη, που καταστρέφονται. Η προσβολή εφόσον είναι σοβαρή μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση στη παραγωγή σπόρων.

γ) Τα ημίπτερα (αφίδες) *Uroleucon compositae*, οικ. Aphididae. Οι αφίδες τρέφονται με το χυμό των φύλλων, των στελεχών, των μίσχων και των κεφαλών. Μπορούν να προκαλέσουν μείωση της παραγωγής σπόρων.

Γενικά, σοβαρή εντομολογική προσβολή κατά την περίοδο της άνθησης μπορεί να προκαλέσει πρόωρη γήρανση των ανθοκεφαλών με την πιθανή απώλεια της παραγωγής να ανέρχεται στο 20 με 30% αυτής.

1.9 Προϊόντα και Χρήσεις

Η Ατρακτυλίδα είναι ένα φυτό που καλλιεργείται από τους αρχαίους χρόνους για το εύρος των προϊόντων που μπορεί να δώσει καθώς και για τις πολλές χρήσεις που μπορούν να έχουν. Ειδικότερα, από τους σπόρους του φυτού μπορεί να εξαχθεί υψηλής ποιότητας εδώδιμο λάδι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο καθώς και προϊόντα για ζωοτροφή. Από τα άνθη μπορούν να ληφθούν φυτικές βαφές ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για καλλωπιστικούς σκοπούς. Επίσης τα φύλλα του φυτού είναι εδώδιμα. Αναλυτικότερα:

Λάδι

Το λάδι εξάγεται από τους σπόρους του φυτού και θεωρείται υψηλής ποιότητας και πιο υγιεινό από αυτό της ελαιοκράμβης και του ηλίανθου, εξαιτίας της χαμηλότερης περιεκτικότητάς του σε κορεσμένα λιπαρά οξέα. (Dajue and Mundel, 1996; Bergman, 1997).

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε λάδι κυμαίνεται από 16% έως 64,6% και εξαρτάται από την ποικιλία, τις γεωργικές πρακτικές που εφαρμόζονται, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τη γεωγραφική περιοχή (Dajue and Mundel, 1996; Moatshe et al., 2020a). Η περιεκτικότητα ενός λαδιού σε λιπαρά οξέα καθορίζει την ποιότητά του, τις θρεπτικές του ιδιότητες καθώς και την ενδεχόμενη εμπορική του χρήση (εδώδιμο, φαρμακευτικό, βιομηχανικό).

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ (%)	
linoleic	53,8 - 84
oleic	9,5 - 91
palmitic	4,9 - 16,1
stearic	1,7 - 6,3
linolenic	0 - 1,5

Πιν.1: περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του λαδιού

Το λάδι της Ατρακτυλίδας περιέχει τα απαραίτητα για την ανθρώπινη διαίτα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα λινολενικό (ALA) και λινολεϊκό (LA) καθώς και τοκοφερόλες με αντιοξειδωτική δράση και υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη E.

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες του ελαίου σχετίζονται με την πρόληψη και θεραπεία ασθενειών όπως η υπερλιπιδαιμία, η αρτηριοσκλήρωση, οι στεφανιαίες καρδιακές παθήσεις, η αρτηριακή πίεση, η οστεοπόρωση, ο διαβήτης (Weiss et al., 2005; Fasina et al., 2006). Η κατανάλωση του ελαίου έχει συσχετιστεί με μείωση της ολικής και χαμηλής χοληστερόλης (LDL). Για τους παραπάνω λόγους, η κατανάλωση ελαίου ατρακτυλίδας συστήνεται σε ασθενείς με καρδιαγγειακά προβλήματα καθώς και με προβλήματα χοληστερόλης. (Pongracz et al., 1995; Arslan et al., 2003).

Επίσης σχετίζεται με βελτιωμένη εκκριτική δραστηριότητα του ήπατος και του παγκρέατος και μειωμένο κίνδυνο γαστροδωδεκαδακτυλικού έλκους (Bermudez et al., 2011).

Το λάδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τηγάνισμα εξαιτίας της υψηλής του σταθερότητας στη θέρμανση ενώ δεν καπνίζει. (Khalid et al., 2017). Επίσης, η σταθερότητά του στις χαμηλές θερμοκρασίες (έως -12°C) το καθιστά κατάλληλο για καταψυγμένα προϊόντα (Weiss, 2000). Χρησιμοποιείται επίσης για την παρασκευή μαγιονέζας και σαλτσών για σαλάτες (dressing).

Το λάδι χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία καλλυντικών για την παραγωγή σαμπουάν, κρέμες για το πρόσωπο και μαλλιών, αρώματα και λοσιόν σώματος, λόγω των λιπαρών μαλακτικών και ενυδατικών ιδιοτήτων του.

Φύλλα

Τα φύλλα είναι φαγώσιμα και μπορούν να καταναλωθούν και ως σαλάτα. Η συγκομιδή τους μπορεί να γίνει 30 με 70 ημέρες μετά τη σπορά, ανάλογα με την εποχή σποράς. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε καροτένιο, πρωτεΐνες, λίπη, ριβοφλαμίνες, βιταμίνες A και C, σίδηρο, φώσφορο, ασβέστιο, κάλιο, αντιοξειδωτικά και ίνες. Η περιεκτικότητά τους επηρεάζεται από την ποικιλία, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις γεωργικές πρακτικές. Παρόλα αυτά η κατανάλωση τους δεν είναι ευρέως διαδεδομένη.

Άνθη

Τα άνθη χρησιμοποιούνται κυρίως για εξαγωγή βαφών και την κατασκευή φαρμακευτικών προϊόντων. Περιέχουν πρωτεΐνες, ζάχαρα και βιταμίνες. Χρησιμοποιούνται επίσης και για την παρασκευή τσαγιού.

Τα άνθη χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς, ιδιαίτερα στην Κίνα. Έχουν καθαρτική, αναλγητική και αντιτυρετική δράση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία ασθενών με δηλητηρίαση. Επίσης χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία των πόνων της περιόδου, της αιμορραγίας μετά τον τοκετό, διάφορες γυναικολογικές επιπλοκές. Από το άνθος εξάγεται και το κίτρινο της Ατρακτυλίδας (Safflower yellow), ένα φάρμακο της παραδοσιακής Κινέζικης Ιατρικής που χρησιμοποιείται εκτεταμένα για την θεραπεία καρδιαγγειακών και εγκεφαλικών παθήσεων. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, βελτίωσε τον αιμοδυναμικό δείκτη ασθενών με σοβαρή σήψη και σηπτικό σοκ αυξάνοντας την αρτηριακή πίεση και μειώνοντας τον καρδιακό ρυθμό, βελτιώνοντας έτσι τους δείκτες αιμάτωσης ιστών και οργάνων(Li et al., 2016).

Στη Δυτική Ευρώπη, την Ιαπωνία, τη Λατινική Αμερική, τις Η.Π.Α και την Κένυα, ποικιλίες ατρακτυλίδας καλλιεργούνται για την παραγωγή δρεπτών ανθέων για τις εγχώριες αγορές αλλά και για εξαγωγές (Emongor, 2010). Η συγκομιδή των ανθέων γίνεται όταν τα πέταλα είναι ορατά στα περισσότερα λουλούδια και τα λουλούδια είναι ανοιχτά από το ένα τέταρτο έως το μισό, καθώς τα μπουμπούκια δεν ανοίγουν καλά μετά τη συγκομιδή. Τα φρεσκοκομμένα άνθη συνήθως διαρκούν έως και 10 ημέρες (Dole and Wilkins, 2005; Emongor and Oagile, 2017).

Από τους στήμονες των ανθέων εξάγονται οι χρωστικές ουσίες καρθαμίνη(κόκκινη) και η καρθαμιδίνη (κίτρινη) που στο παρελθόν, εξαιτίας της μη τοξικότητάς τους, είχαν χρησιμοποιηθεί ως χρωστικές για τρόφιμα όπως κέικ, γλυκά, μπισκότα, βούτυρο, παγωτό, ρύζι, σούπες, σάλτσες και ψωμιά, και ως πρόσθετα σε φαρμακευτικά προϊόντα και ποτά (Watanabe and Terabe, 2000; Ekin, 2010).Με την ανάπτυξη της χημείας και της αντίστοιχης βιομηχανίας στις αρχές του 20ού αιώνα, αντικαταστάθηκαν από φθηνότερες συνθετικές όπως η ανιλίνη. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες, το αυξανόμενο ενδιαφέρον των πολιτών για την επίδραση των συνθετικών χρωστικών που περιέχονται στα τρόφιμα στην υγεία, έχει οδηγήσει στη επιβολή απαγορεύσεων και αυστηρών όρων, από την Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και άλλες χώρες, στη χρήση συνθετικών χρωστικών στη βιομηχανία των τροφίμων. Αυτό έχει συντελέσει στην αύξηση της ζήτησης και χρήσης των μη τοξικών, φυσικών χρωστικών της ατρακτυλίδας και της αναγέννησης της συγκεκριμένης αγοράς. (Dajue and Mundel, 1996; Singh and Nimbkar, 2006; Emongor, 2010)

Η υδατοδιαλυτή κίτρινη βαφή (καρθαμιδίνη) και η αδιάλυτη κόκκινη βαφή (καρθαμίνη) χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ταπητουργίας στην Ανατολική

Ευρώπη και την Ινδική υποήπειρο (Weiss, 2000). Υφάσματα από βαμβάκι, μαλλί και άλλα, με υδρόφιλες ίνες, μπορούν να βαφτούν.

Ζωοτροφή

Η Ατρακτυλίδα μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, έλλειψη νερού και εδάφη με αλατότητα όπου άλλα χορτοδοτικά φυτά αδυνατούν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χορτονομή υψηλής θρεπτικής αξίας όταν συλλέγεται κατά την έναρξη της ανθοφορίας (Weiss, 2000). Μπορεί επίσης να διατηρηθεί ως ενσίρωμα ή σανός. Ο καλύτερος χρόνος για τη συγκομιδή για ζωοτροφές είναι στο στάδιο της έναρξης των οφθαλμών ή στο στάδιο της πλήρωσης των σπόρων (Mundel et al., 2004).

Οι σπόροι, το άλευρο και το κέικ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρώματα πρωτεΐνης και ενέργειας για τη διατροφή των ζώων. Η πίτα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (40% έως 55%) και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα πρωτεΐνης για ζωοτροφές χαμηλής πρωτεΐνης σε δίαιτες μηρυκαστικών ή δίαιτες με βάση τα πουλερικά (Knowles P.F., 1949).

Βιοντίζελ

Η Ατρακτυλίδα εξετάζεται και ως πιθανή πρώτη ύλη για βιοντίζελ ή σε ανάμειξη με το ορυκτό ντίζελ. Το βιοντίζελ που παράγεται από το έλαιο της Ατρακτυλίδας είναι ποιοτικά παρόμοιο με το αντίστοιχο βιοντίζελ του φυτού canola (ράπα). Η μέχρι στιγμής έρευνα δείχνει ότι το βιοντίζελ προερχόμενο από την Ατρακτυλίδα, έχει ιδιότητες καυσίμου παρόμοιες με αυτές του ορυκτού ντίζελ.

1.10 Παγκόσμια παραγωγή

Η καλλιέργεια της Ατρακτυλίδας εκτεινόταν στο παρελθόν από τις περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου έως τις περιοχές της Νοτιοανατολικής Ασίας και η κυρίαρχη χρήση της ήταν ως βαφικό φυτό (Weiss 1971). Με την ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας στα τέλη του 19ου με τις αρχές του 20ου αιώνα, η χρήση των φυσικών χρωστικών ουσιών αντικαταστάθηκε με χημικές και κατ' επέκταση μειώθηκε σημαντικά και η καλλιέργεια της Ατρακτυλίδας. Η καλλιέργεια παρέμεινε κυρίως στην νοτιοανατολική Ασία κυρίως για τη χρήση του ελαίου της στην φαρμακευτική και την κοσμητολογία. Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον της έρευνας αλλά και της βιομηχανίας για τα ελαιοδοτικά φυτά. Το έλαιο

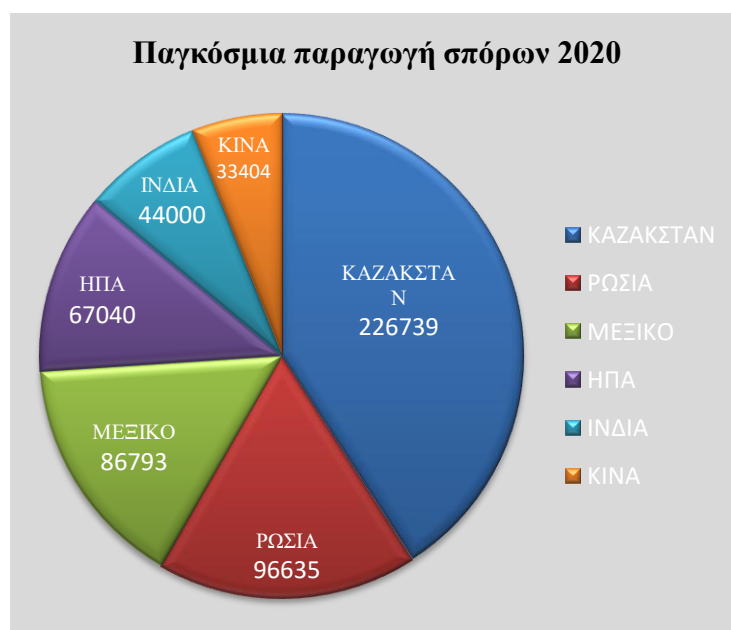
της Ατρακτυλίδας συγκεντρώνει το ενδιαφέρον κυρίως για την υψηλή περιεκτικότητά του σε πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Επίσης, η ικανότητά του να αναπτύσσεται σε ξηρικές και ημιξηρικές περιοχές και σε εδάφη με αλατότητα, το καθιστούν κατάλληλο για την ένταξή του σε συστήματα αμειψισποράς (La Bella et al, 2019).

Τη σημερινή εποχή, η καλλιέργεια της έχει εγκατασταθεί σε αρκετές χώρες παγκοσμίως, τόσο του Ανατολικού όσο και του Δυτικού ημισφαιρίου και γίνεται κυρίως για την παραγωγή σπόρων και του λαδιού που εξάγεται από αυτούς. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) και τα στατιστικά στοιχεία του 2022, η Ατρακτυλίδα κατά το έτος 2020 καλλιεργήθηκε σε 816.699 εκτάρια (ha), η συνολική παραγωγή σε σπόρους ανήρθε σε 653.030 μετρικούς τόνους (t ή mt) ενώ η παραγωγή σε λάδι ανήρθε σε 69.517,30 t.

Οι κορυφαίες χώρες σε παραγωγή σπόρων το έτος 2020 είναι το Καζακστάν, η Ρωσία, το Μεξικό και οι ΗΠΑ.

Πιν.2: Κυριότερες χώρες παραγωγής σπόρου 2020

ΧΩΡΑ	ΣΠΟΡΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ t
ΚΑΖΑΚΣΤΑΝ	226739
ΡΩΣΙΑ	96635
ΜΕΞΙΚΟ	86793
ΗΠΑ	67040
ΙΝΔΙΑ	44000
ΚΙΝΑ	33404



Διαγρ.1: παγκόσμια παραγωγή σπόρων το2020

Η εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής σπόρων από το έτος 2010 έως και το έτος 2021, παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Πιν.3 :εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής σπόρων από το 2010 έως 2021



Διαγρ.2: Παγκόσμια παραγωγή σπόρων από το 2010 έως το 2020

Οι κορυφαίες χώρες σε παραγωγή λαδιού το 2019 είναι οι ΗΠΑ, το Μεξικό, η Αργεντινή, η Ινδία και το Καζακστάν

Πιν.4: Κύριες χώρες παραγωγής Λαδιού.

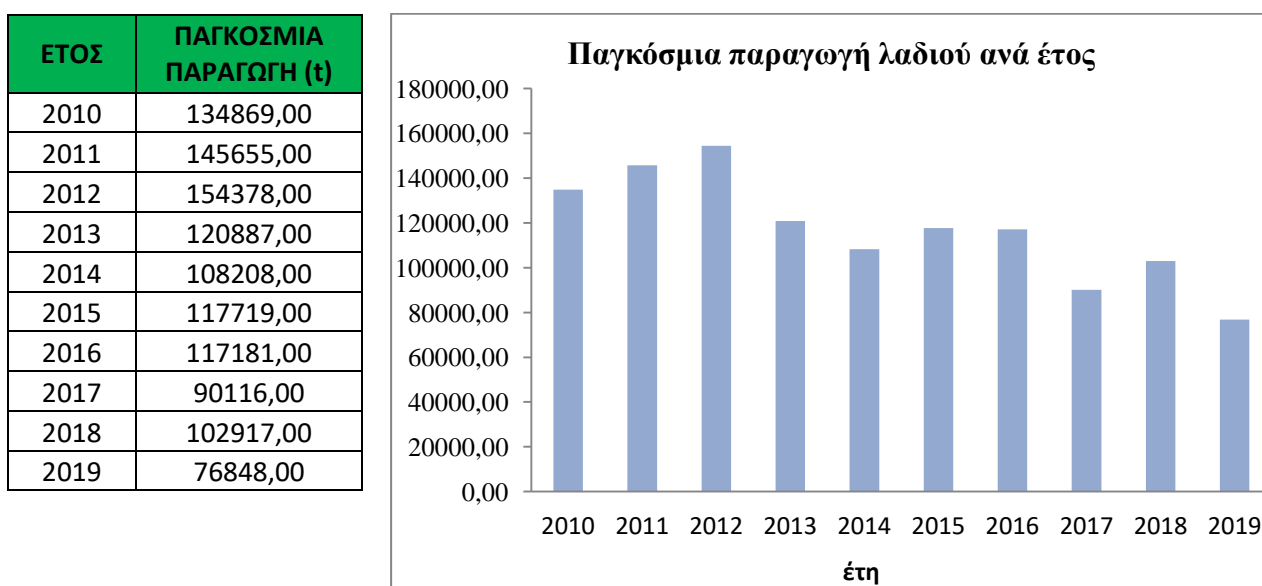
ΧΩΡΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (t)
ΗΠΑ	29186
ΜΕΞΙΚΟ	10034
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	8440
ΙΝΔΙΑ	7000



Διαγρ.3:Χώρες παραγωγής λαδιού το 2019

Η εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής λαδιού από το έτος 2010 έως και το 2019, παρουσιάζεται παρακάτω,

Πιν.5: παγκόσμια παραγωγή λαδιού ανά έτος



Διαγρ.4: Παγκόσμια παραγωγή λαδιού από 2010 έως 2019

1.11 Σκοπός της μελέτης

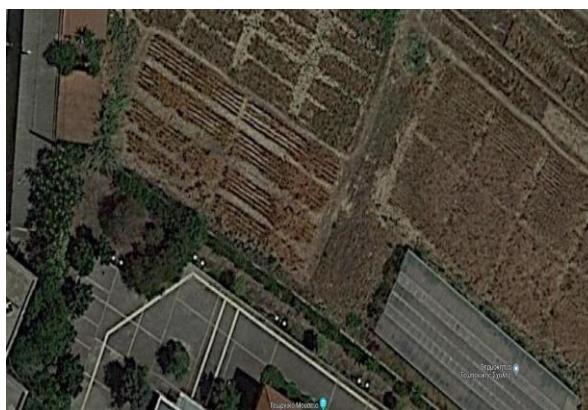
Σκοπός της μελέτης είναι η αξιολόγηση της επίδρασης που έχει η χρήση διαφορετικής καλλιεργητικής τεχνικής στην ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας της Ατρακτυλίδας (*Carthamus tinctorius* L.), καθώς και σε φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους.

Ειδικότερα, μελετάται η επίδραση της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση με την ακατεργασία του εδάφους, στα αγρονομικά χαρακτηριστικά, την απόδοση σε σπόρο, την πυκνότητα, τη διάμετρο και τη μάζα των ριζών, τις μυκόρριζες (AMF), τη φαινομενική πυκνότητα και την αντίσταση του εδάφους.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

(Γεωγραφικές Συντεταγμένες: 37.983759 N, 23.701959 Έ), κατά το έτος 2020-2021.



Εικ.14 : Πειραματικός αγρός,(πηγή Google maps)

2.1 Πειραματικό σχέδιο

Ακολουθήθηκε πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τέσσερις επαναλήψεις και δύο επεμβάσεις με διαφορετικούς τύπους κατεργασίας του εδάφους και τρεις επεμβάσεις λίπανσης και συγκεκριμένα ουρίας (ο παράγοντας αυτός δεν εξετάζεται στην παρούσα μελέτη).

Στα πειραματικά τεμάχια (plot) μελετάται η επίδραση των συστημάτων κατεργασίας (δηλαδή η συμβατική κατεργασία σε σύγκριση με την ακατεργασία του εδάφους), στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών και στην τελική απόδοση της καλλιέργειας.

Ο πειραματικός αγρός συνολικού εμβαδού περίπου 400 τμ, χωρίστηκε σε οκτώ (8) κύρια τεμάχια (plot) διαστάσεων 3mX5m το καθένα, όπου στα τέσσερα (4) τεμάχια εφαρμόστηκε συμβατική κατεργασία (CT: conventional tillage– συμβατική κατεργασία) ενώ στα άλλα τέσσερα εφαρμόστηκε ακατεργασία του εδάφους (NT:no tillage - ακατεργασία). Σε κάθε επανάληψη χρησιμοποιούνται δύο τεμάχια, ένα με εφαρμογή CT και ένα με εφαρμογή NT, που χωρίζονται από διάδρομο πλάτους 0,5m. Οι τέσσερις επαναλήψεις χωρίζονται μεταξύ τους από διαδρόμους πλάτους 1m. Κάθε τεμάχιο διαιρέθηκε σε τρία υποτεμάχια (συνολικά 24 υποτεμάχια), και μελετήθηκε η επίδραση της λίπανσης στα αντίστοιχα χαρακτηριστικά. Η επέμβαση της λίπανσης γίνεται σε όλο το αγροτεμάχιο.



Εικόνα 15: Πειραματικό σχέδιο (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Όπου:

CT: συμβατική κατεργασία (conventional tillage) **C**: μάρτυρας (control)

NT: ακατεργασία (no tillage) **U**: ουρία (urea)

UI+NI: ουρία + παρεμποδιστή νιτροποίησης + παρεμποδιστή ουρεάσης (urea with urease and nitrification inhibitors)

2.2 Χαρακτηριστικά εδάφους

Σύμφωνα με την εδαφολογική ανάλυση, το έδαφος του αγρού χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες (Clay Loam - CL), ελαφρώς αλκαλικό (pH: 7.29), επαρκώς εφοδιασμένο με οργανική ουσία (2,37%). Η περιεκτικότητά του σε άζωτο (N) ήταν επαρκής (NO₃:104.3 ppm), ενώ σε φώσφορο (P) ήταν οριακή (P κατά Olsen: 9.95 ppm). Η περιεκτικότητά του σε νάτριο (Na) ήταν υψηλή (Na: 110 ppm).

CaCO ₃	15,99%	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO ₃ -	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
Ph (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam	Αργιλλοπηλώδες

Πίνακας 6: Εδαφολογική ανάλυση

2.3 Καλλιεργητικές πρακτικές

Η προετοιμασία του αγρού βασίστηκε σε διαφορετικές μεθόδους ανάλογα με τον παράγοντα του πειράματος που εξετάστηκε (συμβατική κατεργασία – ακατεργασία). Στα αγροτεμάχια που εξετάστηκε η ακατεργασία του εδάφους – NT, δεν πραγματοποιήθηκε εδαφική κατεργασία. Στα αγροτεμάχια που εξετάστηκε η συμβατική κατεργασία – CT, έγινε φρεζάρισμα του εδάφους την προηγούμενη ημέρα από την σπορά. Ταυτόχρονα έγινε και η λίπανση των αγροτεμαχίων (παράγοντας που δεν εξετάζεται στην παρούσα μελέτη).

Η σπορά της πειραματικής καλλιέργειας έγινε στις 24 Νοεμβρίου του 2020 με σπόρους Ατρακτυλίδας (*Carthamus tinctorius* L.) από μείγμα διαφόρων ποικιλιών. Η σπορά έγινε με το χέρι σε γραμμές. Σε κάθε αγροτεμάχιο χαραχτήκαν πέντε (5) γραμμές, με ένα (1) μέτρο απόσταση μεταξύ των γραμμών, ενώ επί των γραμμών δεν τηρήθηκε απόσταση.

Μετά την σπορά ακολούθησε η άρδευση της πειραματικής καλλιέργειας με κανόνι για μιάμιση ώρα περίπου, ώστε να αυξηθεί η εδαφική υγρασία και να υποβοηθηθεί το φύτρωμα των σπόρων της Ατρακτυλίδας. Κατά την διάρκεια του πειράματος δεν πραγματοποιήθηκε άλλη άρδευση.

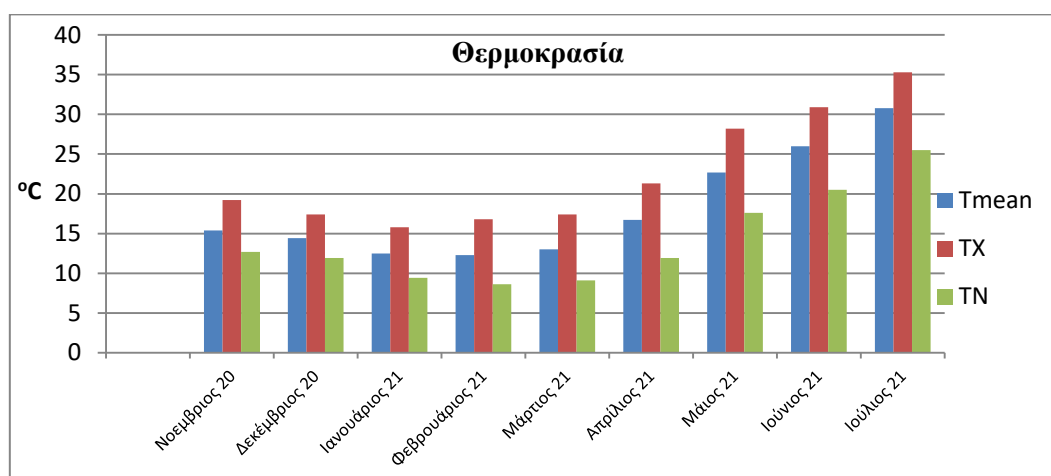
Στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκαν δύο σκαλίσματα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων. Το πρώτο έγινε στις δύο εβδομάδες από την έκπτυξη των φυταρίων από το έδαφος, ενώ το δεύτερο στο στάδιο του σχηματισμού της ροζέτας. Στη συνέχεια η ανάπτυξη της φυτείας τόσο σε ύψος όσο και σε πυκνότητα επί των γραμμών, λειτούργησε ανταγωνιστικά ως προς την ανάπτυξη των ζιζανίων και δεν απαιτήθηκε άλλη επέμβαση.

Η συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε στις 16 Ιουλίου 2021. Κατά τη συγκομιδή συλλέχθηκαν οι ανθικές κεφαλές του φυτού με το χέρι, μετρήθηκαν και τεμαχίστηκαν και στη συνέχεια συλλέχθηκαν από μέσα οι σπόροι του φυτού. Η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 205 ημέρες.

2.3 Μετεωρολογικά δεδομένα

Οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν οι τυπικές για Μεσογειακό κλίμα. Τα μετεωρολογικά δεδομένα αντλήθηκαν από την EMY.

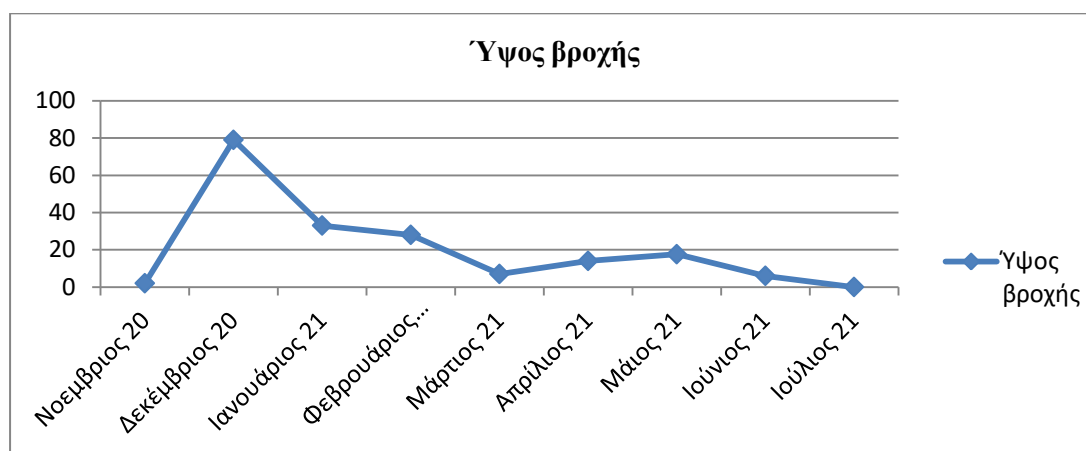
Η θερμοκρασία κυμάνθηκε από 15 έως 35,3 °C.



Διάγραμμα 5: Θερμοκρασία αέρα κατά την πειραματική περίοδο

Tmean: Μέση θερμοκρασία, TN: Ελάχιστη θερμοκρασία, TX: Μέγιστη θερμοκρασία

Το ύψος βροχόπτωσης κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν από 0 mm έως 78mm (1mm= 1 litre /m2)



Διάγραμμα 6: Βροχόπτωση κατά την πειραματική περίοδο

2.4 Προσδιορισμοί μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούν αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών. Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκαν πέντε διαφορετικές μετρήσεις σε πέντε διαφορετικές Ημέρες Από τη Σπορά (ΗΑΣ) στα κάτωθι χαρακτηριστικά:

1) Ύψος φυτών: Για τη συγκεκριμένη μέτρηση συλλέχτηκαν τυχαία τρία φυτά από κάθε τεμάχιο και στη συνέχεια στο εργαστήριο τεμαχίστηκαν στο ύψος του λαιμού. Έπειτα μετρήθηκε το ύψος του στελέχους από το σημείο κοπής έως και το κορυφαίο μερίστωμα. Με βάση αυτές τις τρεις μετρήσεις υπολογίστηκε ο μέσος όρος του ύψους των φυτών που ήταν και αντιπροσωπευτικός για κάθε πειραματικό αγροτεμάχιο.

2) Νωπό βάρος: Το κάθε φυτό ζυγίστηκε ξεχωριστά μαζί με το φύλλωμα. Μετά το στάδιο της άνθησης στο ζύγισμα συμπεριλήφθηκαν και οι ανθικές κεφαλές που είχαν εκπτυχθεί.

3) Ξηρό βάρος: Για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους ανά φυτό απαιτείται η απομάκρυνση της υγρασίας από αυτά. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε ξηραντήριο όπου τοποθετήθηκαν τα φυτά για 72 ώρες. Η θερμοκρασία στο ξηραντήριο ήταν στους 72 °C.

4) Βάρος στημόνων: η μέτρηση αυτή διεξήχθη κατά το στάδιο της άνθησης και σε τρεις διαφορετικές ΗΑΣ. Συλλέχτηκαν όλοι οι στήμονες από τις ανθικές κεφαλές ενός φυτού ανά τεμάχιο και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας.

5) Αριθμός ανθικών κεφαλών: Στο στάδιο της άνθησης μετρήθηκε ο αριθμός των ανθικών κεφαλών που σχηματίστηκαν.

6) Αριθμός σπόρων ανά κεφαλή: Μετρήθηκαν οι σπόροι που περιέχονται σε κάθε ανθική κεφαλή μετά από τεμαχισμό των τελευταίων.

7) Απόδοση καλλιέργειας: Μετά το πέρας της καλλιέργειας και της συγκομιδής αυτής, μετρήθηκε η απόδοση σε σπόρους, με βάση το Βάρος Χιλίων Σπόρων (ΒΧΣ).

8) Πυκνότητα ρίζας: Για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης μέτρησης έγινε λήψη εδαφικών δειγμάτων από κάθε plot με την χρήση εδαφικού κυλίνδρου εμβαδού 100cm³. Στη συνέχεια προστέθηκε νερό και CALGON στα δείγματα και αφέθηκαν για 48 ώρες, με σκοπό να αποκολληθούν τα εδαφικά τεμαχίδια από τις ρίζες. Μετά το πέρας των 48 ωρών έγινε ξέπλυμα των ριζών με την χρήση κόσκινου με οπές διαμέτρου 2 χιλιοστών. Μετά την συλλογή των ριζών έγινε χρώση τους με σινική

μελάνη. Στη συνέχεια, ακολούθησε σάρωση των ριζών σε σαρωτή. Οι εικόνες που προέκυψαν από την σάρωση αναλύθηκαν με το λογισμικό DTscan. Η πυκνότητα των ριζών στο δείγμα μετρήθηκε με την χρήση του λογισμικού.

9)Διάμετρος ρίζας: Για την μέτρηση της διαμέτρου της ρίζας ακολουθήθηκε όμοια διαδικασία με την παραπάνω. Η διάμετρος της ρίζας μετρήθηκε με την χρήση του λογισμικού DTscan.

10)Μάζα ριζών: Η μάζα των ριζών μετρήθηκε με ζύγισμα των ριζών που συλλέχθηκαν κατά την προηγούμενη διαδικασία.

11)AMF: Για την μέτρηση του αποικισμού σε μυκόρριζα, ακολουθήθηκε η προηγούμενη διαδικασία. Μετά την λήξη της προηγούμενης διαδικασίας ακολουθήθηκε χρώση των ριζών με φουξίνη, η οποία βάφει την ρίζα. Μετά την χρώση των ριζών με φουξίνη, ακολούθησε ανάλυση στο στερεοσκόπιο με την χρήση ειδικής κάμερας (Moticcam). Μετά την λήψη της εικόνας, τοποθετήθηκε σταυρόνημα, από το οποίο προέκυψε το ποσοστό αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα. Πιο συγκεκριμένα το ποσοστό αποικισμού υπολογίστηκε με τη χρήση του τύπου:

$AMF = \text{σημεία μυκόρριζας που τέμνουν το σταυρόνημα} / \text{σημεία του σταυρονήματος}$

12)Φαινομενική πυκνότητα εδάφους: Για την μέτρηση της φαινομενικής πυκνότητας μετριέται το ξηρό βάρος του εδάφους και διαιρείται με τον όγκο του. Λήφθηκαν 100 cm^3 με την χρήση κυλίνδρου. Στη συνέχεια, το εδαφικό δείγμα ξηράθηκε σε κλίβανο.

13)Αντίσταση εδάφους: Για την μέτρηση της αντίστασης του εδάφους, χρησιμοποιήθηκε πενετόμετρο.

2.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SigmaPlot 12.0. Η ανάλυση έγινε με την μέθοδο της ANOVA. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε με σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 ($\alpha = 5\%$).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

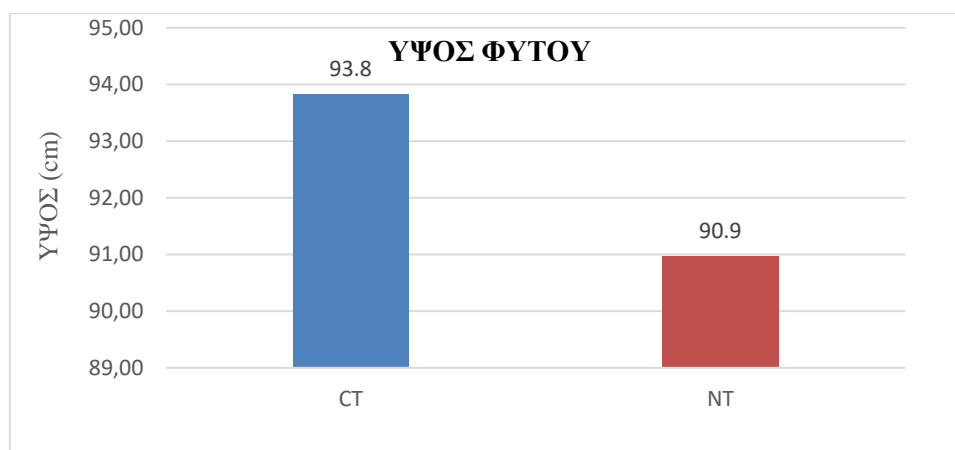
3.1 Ύψος φυτού

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά το ύψος του φυτού .

Πίνακας 7: Ύψος φυτού Ατρακτυλίδας.

BE	AT	MT	F	P
1	16,512	16,512	10,517	0,018
6	9,421	1,57		
7	25,933			

Το P είναι $0,018 < 0,05$ οπότε η επιρροή που ασκεί η επεξεργασία του εδάφους στο ύψος του φυτού είναι στατιστικά σημαντική και η συμβατική κατεργασία επηρεάζει θετικότερα το τελικό ύψος του φυτού.



Διάγραμμα 7: Τελικό ύψος φυτού ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

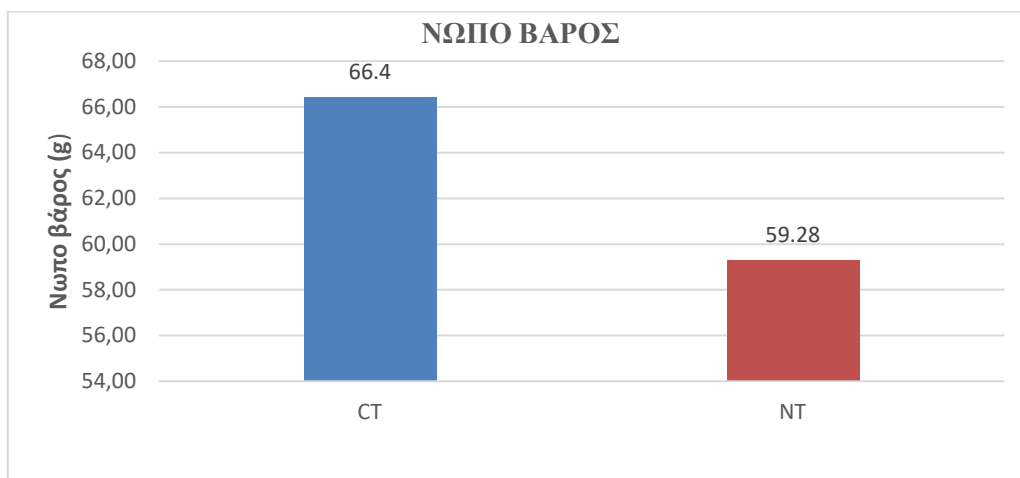
3.2 Νωπό βάρος φυτών

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά το νωπό βάρος του φυτού.

Πίνακας 8: Νωπό βάρος φυτών.

BE	AT	MT	F	P
1	102,245	102,245	4,567	0,29
6	134,335	22,389		
7	236,58			

Το P είναι **0,29 > 0,05** οπότε συμπεραίνουμε πως η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το νωπό βάρος των φυτών.



Διάγραμμα 8: Νωπό βάρος φυτών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

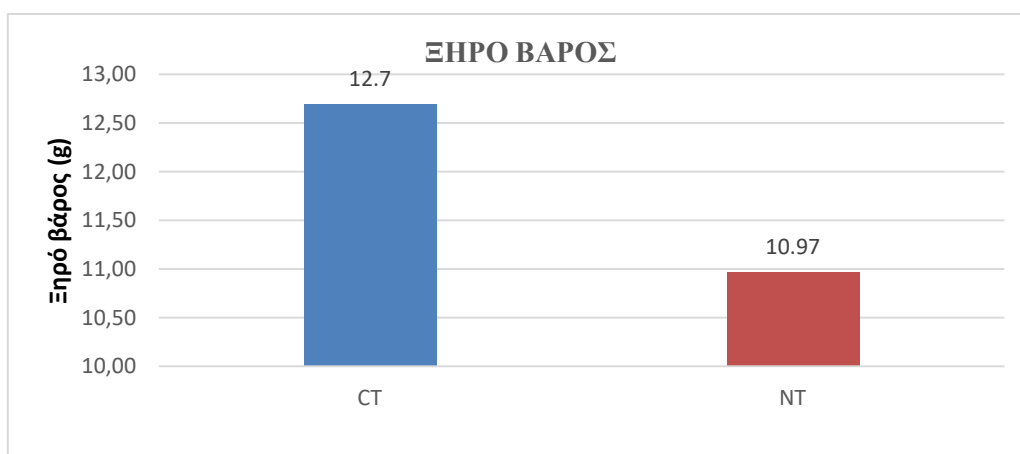
3.3 Ξηρό βάρος φυτών

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά το ξηρό βάρος των φυτών.

Πίνακας 9: Ξηρό βάρος φυτών.

BE	AT	MT	F	P
1	5,927	5,927	13,746	0,01
6	2,587	0,431		
7	8,514			

Το P είναι **0,01 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το ξηρό βάρος των φυτών.



Διάγραμμα 9: Ξηρό βάρος φυτών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

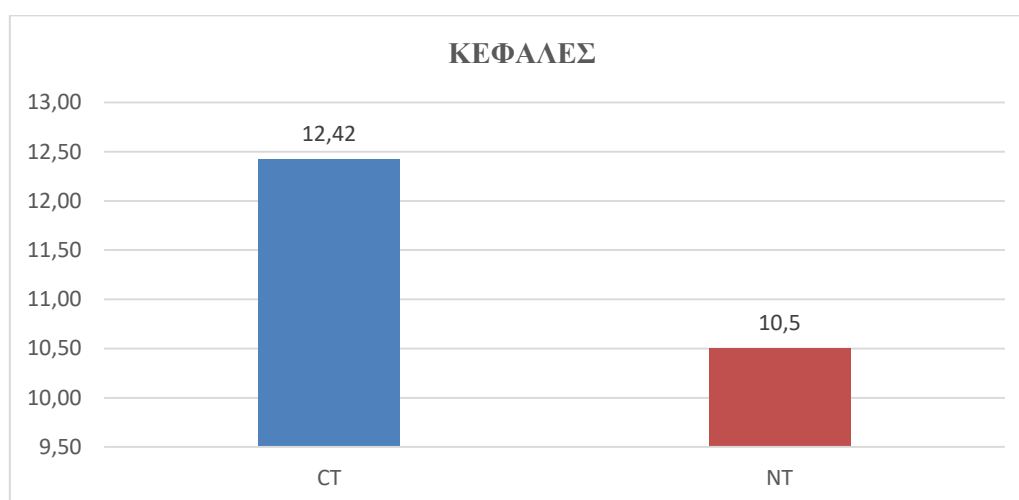
3.4 Αριθμός ανθικών κεφαλών

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά τον αριθμό των ανθικών κεφαλών.

Πίνακας 10: Ο αριθμός των ανθικών κεφαλών.

BE	AT	MT	F	P
1	7,373	7,373	20,78	0,025
6	2,129	0,355		
7	9,502			

Το P είναι **0,025 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των ανθικών κεφαλών.



Διάγραμμα 10: Αριθμός ανθικών κεφαλών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

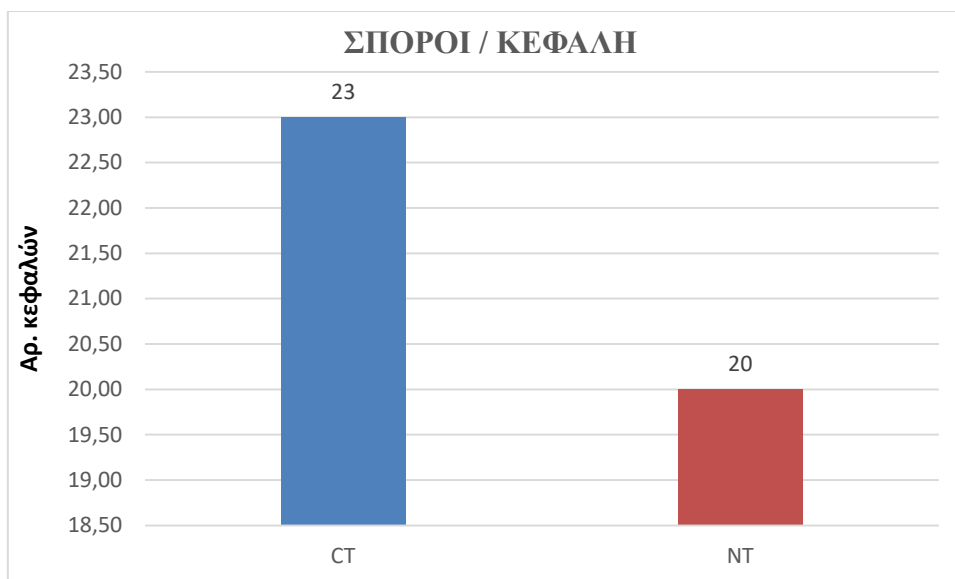
3.5 Αριθμός σπόρων ανά κεφαλή

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά τον αριθμό σπόρων ανά κεφαλή.

Πίνακας 11: Ο αριθμός των σπόρων / κεφαλή.

BE	AT	MT	F	P
1	18	18	6,75	0,019
6	16	2,667		
7	34			

Το P είναι **0,025 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον αριθμό σπόρων ανά κεφαλή.



Διάγραμμα 11: Αριθμός σπόρων ανά κεφαλή ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας

3.6 Βάρος στημόνων

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά το βάρος των στημόνων.

Πίνακας 12 : Το βάρος των στημόνων.

BE	AT	MT	F	P
1	102,245	102,245	4,567	0,457
6	134,335	22,389		
7	236,58			

Το P είναι $0,45 > 0,05$ οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το βάρος των στημόνων.

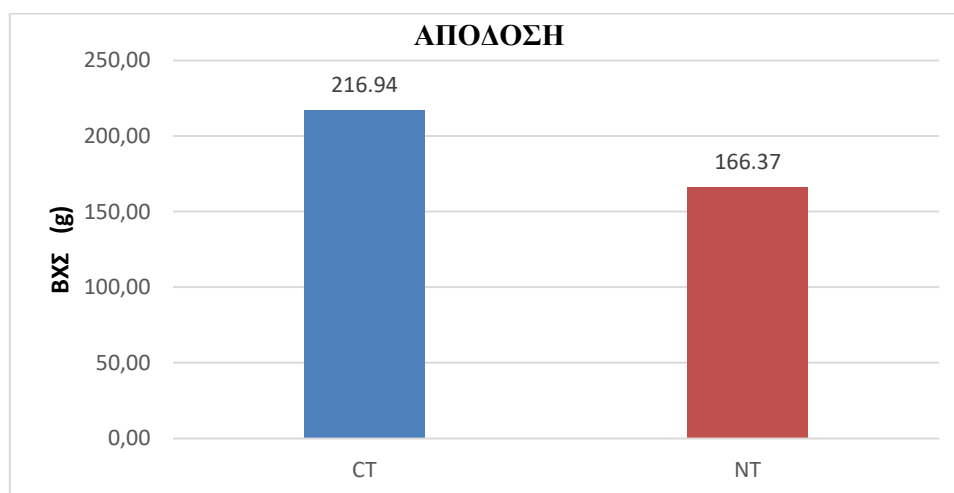
3.7 Απόδοση

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά την απόδοση της καλλιέργειας.

Πίνακας 13: Απόδοση της καλλιέργειας της Ατρακτυλίδας.

BE	AT	MT	F	P
1	5115,661	5115,661	12,873	0,009
6	2384,41	397,402		
7	7500,071			

Το P είναι **0,009 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την απόδοση της καλλιέργειας και η συμβατική κατεργασία δίνει υψηλότερες τιμές.



Διάγραμμα 12: Απόδοση της καλλιέργειας ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

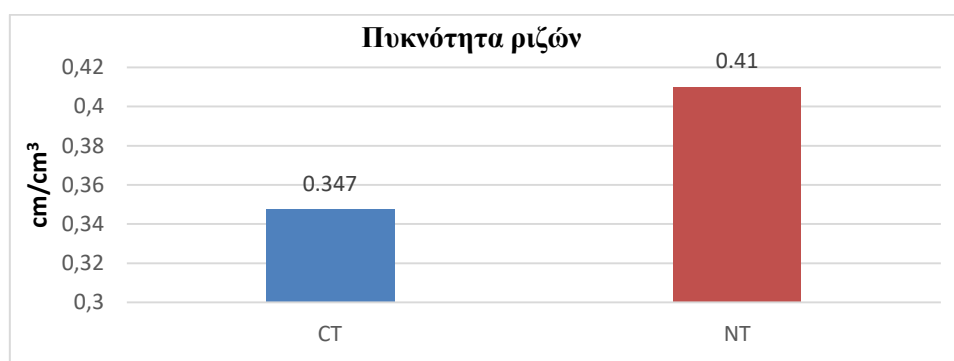
3.8 Πυκνότητα ριζών (root length density RLD)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά την πυκνότητα ριζών

Πίνακας 14: πυκνότητα ριζών της Ατρακτυλίδας

	BE	AT	MT	F	P
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	1	0,00781	0,00781	11,503	0,015
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	6	0,00407	0,000679		
ΣΥΝΟΛΟ	7	0,0119			

Το P είναι **0,015 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την πυκνότητα των ριζών και η ακατεργασία ευνοεί περισσότερο την ανάπτυξή τους.



Διάγραμμα 13: Πυκνότητα ριζών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

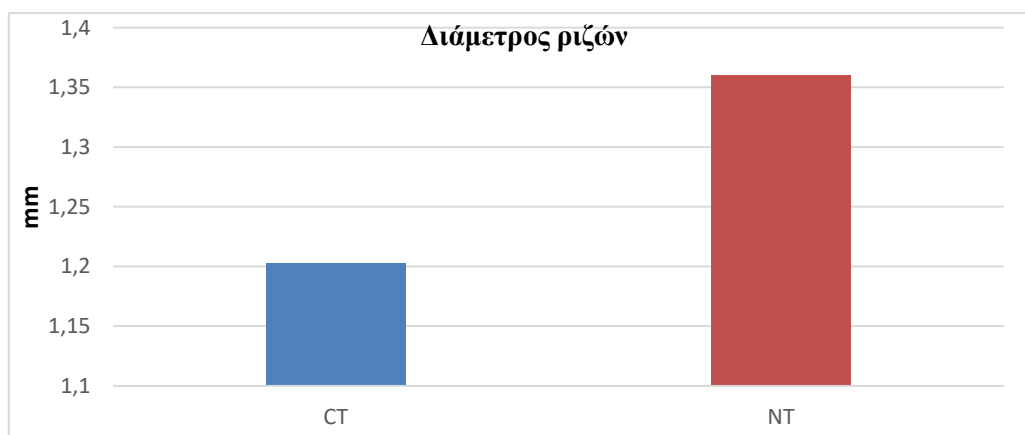
3.9 Διάμετρος ριζών (root diameter, mm)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά την διάμετρο ριζών.

Πίνακας 15: Διάμετρος ριζών.

	BE	AT	MT	F	P
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	1	0,0493	0,0493	34,032	0,001
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	6	0,00869	0,00145		
ΣΥΝΟΛΟ	7	0,058			

Το P είναι **0,001 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τη διάμετρο των ριζών και η ακατεργασία έχει καλύτερα αποτελέσματα.



Διάγραμμα 14: Διάμετρος ριζών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

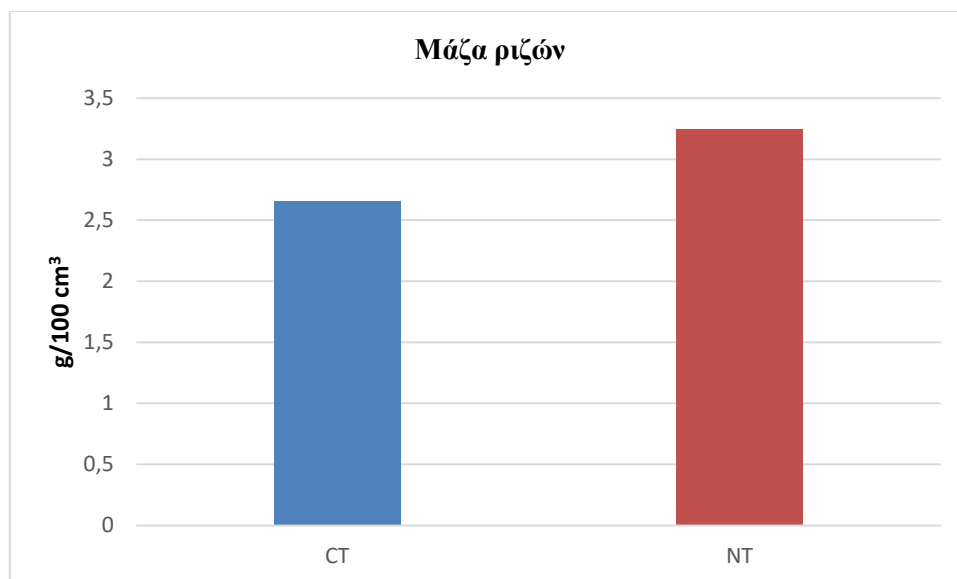
3.10 Μάζα ριζών (root mass g/100cm³)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά την μάζα ριζών

Πίνακας 16: Μάζα ριζών

	BE	AT	MT	F	P
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	1	0,69	0,69	140,522	<0,001
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	6	0,0295	0,00491		
ΣΥΝΟΛΟ	7	0,72			

Το P είναι **0,001 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την μάζα των ριζών και η ακατεργασία δίνει καλύτερες τιμές.



Διάγραμμα 15: Μάζα ριζών ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

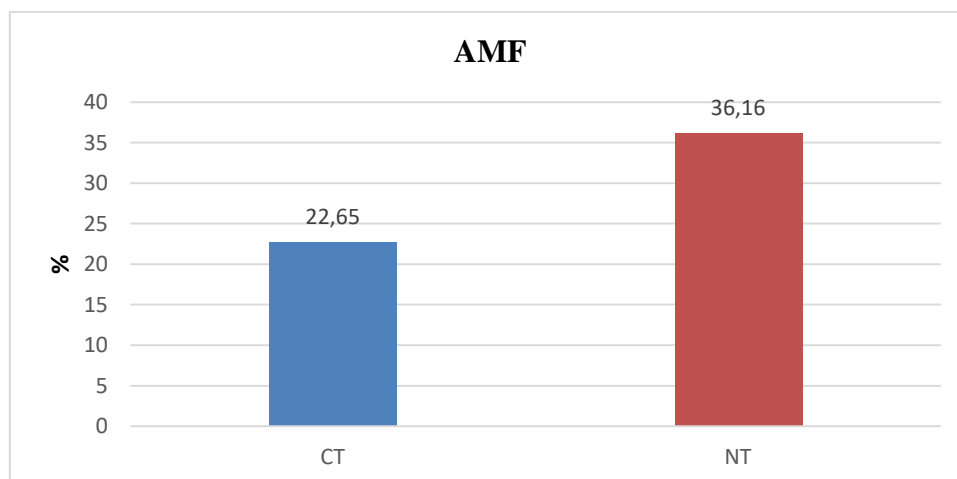
3.11 Μυκόρριζες (AMF%)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά τις μυκόρριζες

Πίνακας 17: Μυκόρριζες.

AMF%					
	BE	AT		F	P
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	1	364,635	364,635	261,41	<0,001
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	6	8,369	1,395		
ΣΥΝΟΛΟ	7	373,004			

Το P είναι **0,001 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την ύπαρξη μυκορριζών και η μέθοδος της ακατεργασίας ευνοεί περισσότερο την ανάπτυξή τους.



Διάγραμμα 1: Μυκόρριζες ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας

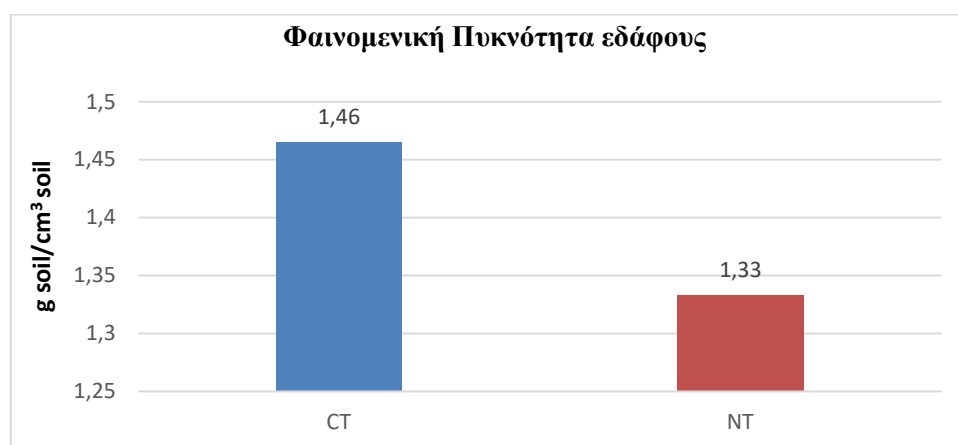
3.12 Φαινομενική πυκνότητα εδάφους

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά την φαινομενική πυκνότητα εδάφους.

Πίνακας 18: Φαινομενική πυκνότητα εδάφους.

Φαινομενική Πυκνότητα εδάφους g soil /cm ³ soil					
	BE			F	P
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	1	0,0351	0,0351	179,298	<0,001
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	6	0,00118	0,000196		
ΣΥΝΟΛΟ	7	0,0363			

Το P είναι **0,001 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την φαινομενική πυκνότητα εδάφους. Η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει μεγαλύτερη ΦΠΕ.



Διάγραμμα 17: Φαινομενική πυκνότητα εδάφους.

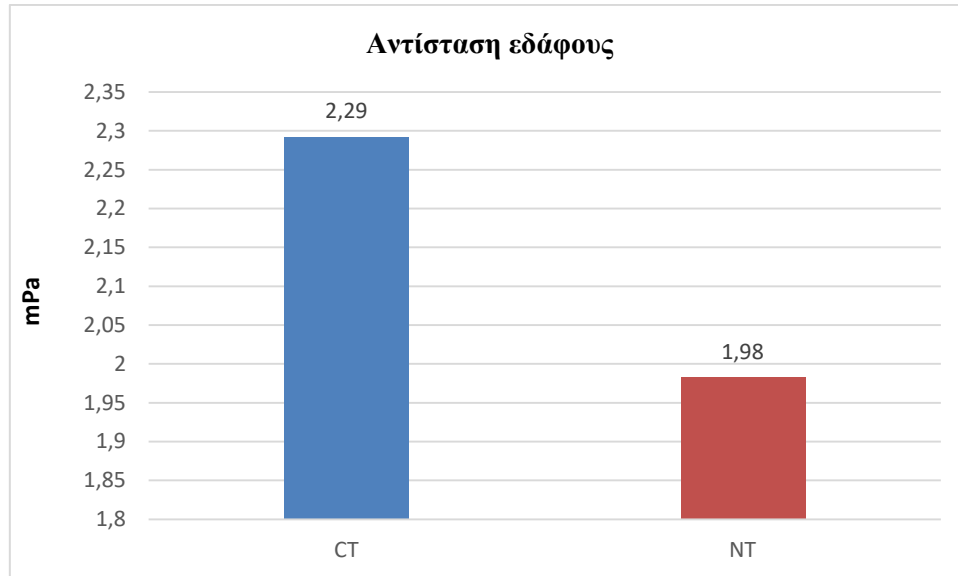
3.13 Αντίσταση εδάφους (penetration resistance)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η στατιστική ανάλυση που αφορά την αντίσταση του εδάφους.

Πίνακας 19: Αντίσταση εδάφους

	BE	AT	MT	F	P
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	1	0,192	0,192	134,877	<0,001
ΥΠΟΛΟΙΠΟ	6	0,00855	0,00142		
ΣΥΝΟΛΟ	7	0,201			

Το P είναι **0,001 < 0,05** οπότε η μέθοδος επεξεργασίας του εδάφους επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την αντίσταση του εδάφους και η συμβατική κατεργασία έδωσε μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την ακατεργασία.



Διάγραμμα 18: Αντίσταση εδάφους ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα πειραματικά δεδομένα που συλλέχθηκαν φαίνεται πως η μέθοδος κατεργασίας του εδάφους είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει τα αγρονομικά χαρακτηριστικά, τις ιδιότητες του εδάφους καθώς και το ριζικό σύστημα του φυτού.

Ειδικότερα:

Ύψος φυτού

Το ύψος του φυτού εμφάνισε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τη μέθοδο κατεργασίας του εδάφους με τα καλύτερα αποτελέσματα να παρατηρούνται στη συμβατική κατεργασία.

Νωπό βάρος φυτών

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων κατεργασίας.

Ξηρό βάρος φυτών

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων με τα καλύτερα αποτελέσματα να δίνουν τα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η συμβατική κατεργασία.

Αριθμός ανθικών κεφαλών

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων, με τον μεγαλύτερο αριθμό να παρατηρείται στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η συμβατική κατεργασία.

Αριθμός σπόρων ανά κεφαλή

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, με την μεγαλύτερη παραγωγή να παρατηρείται στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η συμβατική κατεργασία.

Βάρος στημόνων

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων κατεργασίας.

Απόδοση

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων με τις υψηλότερες αποδόσεις να δίνουν τα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η συμβατική κατεργασία. Σε άλλες έρευνες παρατηρήθηκαν αντίθετα αποτελέσματα (Banjara, 2015) και οι υψηλότερες αποδόσεις επιτεύχθηκαν από την εφαρμογή της ακατεργασίας. Εφαρμογή του πειράματος για περισσότερες καλλιεργητικές περιόδους

μπορεί να δώσει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, μια και οι επιδράσεις της ακατεργασίας εμφανίζονται μεσοπρόθεσμα.

Πυκνότητα ριζών (root length density RLD)

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων με τις μεγαλύτερες τιμές να προκύπτουν στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η ακατεργασία.

Διάμετρος ριζών (root diameter, mm)

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων με τις καλύτερες τιμές να επιτυγχάνονται στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η μέθοδος της ακατεργασίας.

Μάζα ριζών

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων με τα καλύτερα αποτελέσματα να δίνει η μέθοδος της ακατεργασίας. Το αποτέλεσμα σχετίζεται άμεσα με τη μέθοδο κατεργασίας και μπορεί να εξηγηθεί από τη δημιουργία αδιαπέραστων στρωμάτων στο βάθος της κατεργασίας καθώς και με τη μείωση του ολικού πορώδους. Η συμβατική κατεργασία σχετίζεται άμεσα και με την μείωση της οργανικής ουσίας (λόγω οξειδωσής της) και συνεπώς επηρεάζει δυσμενώς μεσοπρόθεσμα και το ολικό πορώδες. Η συντήρηση ή/και αύξηση του ολικού πορώδους που προκαλεί η ακατεργασία ευνοεί την ανάπτυξη των ριζών. (Σιδηράς 2002, Μπιλάλης 1999).

Μυκόρριζες

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων με τις μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η ακατεργασία. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί πως η μέθοδος της ακατεργασίας έχει λιγότερα αρνητικά αποτελέσματα στον πληθυσμό των οργανιδίων πολλαπλασιασμού της μυκόρριζας, γιατί οι μύκητες της AM παραμένουν ανέπαφοι κατά τη διάρκεια του χειμώνα ,σε αντίθεση με την συμβατική κατεργασία (Kabir, 2004).

Φαινομενική πυκνότητα εδάφους

Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων με τις υψηλότερες τιμές να προκύπτουν με τη μέθοδο της συμβατικής κατεργασίας. Σε παρόμοιο συμπέρασμα αναφέρεται και ο Μπιλάλης (1999). Η ΦΠ σχετίζεται άμεσα με το πορώδες του εδάφους και ενώ με τη συμβατική κατεργασία αρχικά το πορώδες αυξάνει, μια και η χαλάρωση του εδάφους αυξάνει το μακροπορώδες, σε βάθος

χρόνου λόγω της συμπίεσης στο βάθος αρόσεως , το ολικό πορώδες μειώνεται και κατ' επέκταση αυξάνεται η ΦΠ.

Αντίσταση εδάφους

Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις μεγαλύτερες τιμές να σημειώνονται στα αγροτεμάχια που εφαρμόστηκε η συμβατική κατεργασία, ενώ παρουσιάζεται μειωμένη όπου εφαρμόστηκε ακατεργασία, γεγονός που είναι επιθυμητό. Το ίδιο συμπέρασμα αναφέρει και ο Μπιλάλης (1999). Η δημιουργία εδαφικών στρώσεων στο ύψος της κατεργασίας καθώς και η μείωση του πορώδους, αυξάνει την αντίσταση διεισδύσεως του εδάφους.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει πως η μέθοδος κατεργασίας του εδάφους είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την καλλιέργεια τόσο ως προς τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και την απόδοση, όσο και ως προς τα χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος, του εδάφους αλλά και την ανάπτυξη των μυκορριζών. Είναι χαρακτηριστικό πως οι καλύτερες τιμές για τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και την απόδοσή παρατηρήθηκαν όπου εφαρμόστηκε η συμβατική κατεργασία ενώ όσον αφορά την αντίσταση του εδάφους , την ανάπτυξη των μυκορριζών και τα χαρακτηριστικά της ρίζας, παρατηρήθηκαν καλύτερα αποτελέσματα με τη μέθοδο της ακατεργασίας. Αυτό επιβεβαιώνει τη θετική επίδραση που έχει η μέθοδος της ακατεργασίας στην ποιότητα του εδάφους. (Μπιλάλης, 1999). Ως προς την τη φαινομενική πυκνότητα παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες τιμές στη συμβατική κατεργασία.

Ως προς την εκτίμηση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να λάβουμε υπόψη, πως το πείραμα εφαρμόστηκε για ένα έτος. Η επανάληψη του για περισσότερα χρόνια μπορεί δώσει πιο θετικά αποτελέσματα ως προς τη μέθοδο της ακατεργασίας, μια και η μεσοπρόθεσμη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους θα βελτιώσει και την παραγωγικότητά του και κατ'επέκταση δύναται μπορεί να επηρεάσει προ το καλύτερο και τα άλλα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας.

Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πως εφαρμόστηκε και λίπανση που επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και τα αγρονομικά χαρακτηριστικά.

Γενικά, χρειάζεται να συνεχιστεί η έρευνα ως προς τη μέθοδο της ακατεργασίας και την ορθότερη εφαρμογή της, ιδιαίτερα στη σημερινή εποχή όπου η κλιματική αλλαγή

με τα ακραία καιρικά φαινόμενα επιτείνει τις αρνητικές συνέπειες της συμβατικής κατεργασίας με κυριότερη τη διάβρωση του εδάφους.

Η Ατρακτυλίδα τις τελευταίες δεκαετίες έχει προσελκύσει το ερευνητικό ενδιαφέρον λόγω του μεγάλου αριθμού προϊόντων που μπορούν να προκύψουν από την καλλιέργεια της. Η χρήση των στημόνων της ως βαφή, τόσο στα τρόφιμα όσο και σε φιλικές προς το περιβάλλον μορφές υφαντουργίας, μπορεί να αποτελέσει, μέσα από μια περαιτέρω έρευνα, μία εναλλακτική λύση ως προς τις συνθετικές χρωστικές. Το λάδι της παρουσιάζει ενδιαφέρον για τις δυνατότητες που έχει να χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή βιοντίζελ καθώς και για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες που είναι γνωστές στην Κινέζικη παραδοσιακή ιατρική.

Η δυνατότητα της να αναπτύσσετε επαρκώς σε ξηρικά και ημιξηρικά περιβάλλοντα τη καθιστά κατάλληλη για συστήματα αμειψισποράς καθώς και για υποβαθμισμένους αγρούς. Αξίζει να διερευνηθούν περισσότερο η δυνατότητές της να καλλιεργηθεί στη Χώρα μας.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

Hassani, S. M. R., Talebi, R., Pourdad, S. S., Naji, A. M., & Fayaz, F. (2020). *Morphological description, genetic diversity and population structure of safflower (Carthamus tinctorius L.) mini core collection using SRAP and SSR markers.* Biotechnology & Biotechnological Equipment, 34(1), 1043-1055.

Organisation for Economic Co-operation and Development,(2020) *Consensus document on the biology of safflower (Carthamus tinctorius L.).* Paris. OECD Environment, Health and Safety Publications

Singh,N., Anand,G., & Kapoor,R.,(2019).*Incidence and severity of fungal diseases of safflower in India.* Crop Protection, 125,104905.

La Bella, S., Tuttolomondo, T., Lazzeri, L., Matteo, R., Leto, C., & Licata, M. (2019). *An agronomic evaluation of new safflower (Carthamus tinctorius L.) germplasm for seed and oil yields under Mediterranean climate conditions.* Agronomy, 9(8),p.468.

Neeraja, S., Garima, A., & Rupam, K. (2019). *Incidence and severity of fungal diseases of safflower in India.* Crop Protection, 125.

Delshad, E., Yousefi, M., Sasannezhad, P., Rakhshandeh, H., & Ayati, Z. (2018). *Medical uses of Carthamus tinctorius L.(safflower): a comprehensive review from traditional medicine to modern medicine.* Electronic physician, 10(4), 6672.

Tabrizi, A. H. (2018). *Stability and adaptability estimates of some safflower cultivars and lines in different environmental conditions.*

Küçük, H., & Akbolat, D. (2018). *Investigation of different tillage and seeding methods in safflower (carthamus tinctorius l.) cultivation.* scientific papers-series a-agronomy, 61(1).

Emongor, V., Oagile, O., Phuduhudu, D., & Oarabile, P. (2017). *Safflower production.* Botswana University of Agriculture and Natural Resources.

Shahrokhnia M.H., Sepaskhah A.R. (2017) *Physiologic and agronomic traits in safflower under various irrigation strategies, planting methods and nitrogen fertilization.* Ind. Crops & Prod. 95:126–139.

Esfahani M.A., Javanmard H.R., Golparvar A.R. (2016) *Effect of tillage methods on growth period of spring safflower (Carthamus tinctorius L.) grown in Isfahan province of Iran.* Indian Journals. Volume : 17, p: 493 – 495.

Banjara, T. R., (2015): *Effect of tillage practices on growth and yield of Safflower under rainfed midland conditions of Chhattisgarh.* The Eco Scan An international

quarterly journal of environmental sciences. Special issue, Vol. VII: 423-428

Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). *Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment*. International soil and water conservation research, 3(2), 119-129.

Flemmer, A. C., Franchini, M. C., & Lindström, L. I. (2015). *Description of safflower (Carthamus tinctorius) phenological growth stages according to the extended BBCH scale*. Annals of Applied Biology, 166(2), 331-339.

Ghassemi-Golezani, K., & Hosseinzadeh-Mahootchi, A. (2015). *Improving physiological performance of safflower under salt stress by application of salicylic acid and jasmonic acid*. WALIA J, 31, 104-109.

Tul Hassan, F., Yasir, M., Mukhtar, K., Akmal, A. M., & Afzal, O. (2015). *Growth and development of safflower (Carthamus tinctorius) under rainfed conditions*. International Journal of Agriculture and Biology, 17(1).

Torabi, B., Attarzadeh, M., & Soltani, A. (2013). *Germination response to temperature in different safflower (Carthamus tinctorius) cultivars*. Seed Technology, p.47-59.

Gautam, S., Bhagyawant, S. S., & Srivastava, N. (2014). *Detailed study on therapeutic properties, uses and pharmacological applications of safflower (Carthamus tinctorius L.)*. International Journal of Ayurveda and Pharma Research, 2(3), 1-12.

Aziz, I., Mahmood, T., & Islam, K. R. (2013). *Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality*. Soil and Tillage Research, 131, 28-35.

Mihaela, P., Josef, R., Monica, N., & Rudolf, Z. (2013). *Perspectives of safflower oil as biodiesel source for South Eastern Europe (comparative study: Safflower, soybean and rapeseed)*. Fuel, 111, 114-119.

Padmavathi, P., & Virmani, S. M. (2013). *Impact of climate change on safflower (Carthamus tinctorius L) in India and Mexico*. Journal of Agrometeorology, 15(1), 58-61. P. F. Knowles, 1959: Safflower.

Mathew, R. P., Feng, Y., Githinji, L., Ankumah, R., & Balkcom, K. S. (2012). *Impact of no-tillage and conventional tillage systems on soil microbial communities*. Applied and Environmental Soil Science, 2012

Saeidi, K., Nur Azura, A., Omar, D., & Abood, F. (2011). *Pests of safflower (Carthamus tinctorious l.) and their natural enemies in Gachsara, Iran*. South Asian Journal of Experimental Biology, 1(6), 286-291

Bilalis D. J., Karkanis, A., Papastylianou, P., Patsiali, S., Athanasopoulou, M., Barla, G., & Kakabouki, I. (2010). *Response of organic Linseed ('Linum usitatissimum' L.) to the combination of tillage systems, (Minimum, Conventional and No-Tillage) and fertilization practices: Seed and Oil Yield Production.* Australian journal of crop science, 4(9),700-705.

Yau, S. K., Sidahmed, M., & Haidar, M. (2010). *Conservation versus conventional tillage on performance of three different crops.* Agronomy Journal, 102(1),269-276.

Koutroubas S. D., Papakosta D. K., Doitsinis A. (2009): *Phenotypic variation in physiological determinants of yield in spring sown safflower under Mediterranean conditions // Field Crop Research.* – vol. 112, p. 119–204.

Istanbulluoglu, A. (2009). *Effects of irrigation regimes on yield and water productivity of safflower (Carthamus tinctorius L.) under Mediterranean climatic conditions.* Agricultural Water Management, 96(12), 1792-1798.

Esendal, A., Istanbuluoglu, B., Arslan, B., & Paşa, C. (2008, November). *Effect of water stress on growth components of winter safflower (Carthamus tinctorius L.).* In 7th International safflower conference (pp. 1-3).

Yau, S. K. (2007). *Winter versus spring sowing of rain-fed safflower in a semi-arid, high-elevation Mediterranean environment.* European Journal of Agronomy, 26(3), 249-256.

Peigné, J., Ball, B. C., Roger-Estrade, J., & David, C. J. S. U. (2007). *Is conservation tillage suitable for organic farming? A review.* Soil use and management, 23 (2), 129-144.

Singh V., Nimbkar N. (2006). *Safflower (Carthamus tinctorius L.), Genetic Resources, Chromosome Engineering and Crop Improvement, Vol 4 (Ed. Ram J Singh), CRC Press, 2007*

Omid Tabrizi, A. H. (2006): *Stability and Adaptability Estimates of Some Safflower Cultivars and Lines in Different Environmental Conditions.* JAST 2006, 8 (2) :141-151

Azari, A., & Khajepour, M. R. (2005). *Effect of planting pattern on development, growth, yield components and seed and petal yields of safflower in summer planting, local variety of Isfahan, Koseh.* JWSS-Isfahan University of Technology, 9(3), 131-142.

Dwivedi, S. L., Upadhyaya, H. D., & Hegde, D. M. (2005). *Development of core collection using geographic information and morphological descriptors in safflower (Carthamus tinctorius L.) germplasm.* Genetic Resources and Crop Evolution, 52(7), 821-830.

Brundrett, M. C. (2004). *Diversity and classification of mycorrhizal associations.* Biological Review 79: p.473-495.

- Kabir, Z.,**(2004). *Tillage or no-tillage: Impact on mycorrhizae*. Can. J. Plant Sci.
- Koutroubas S. D., Papakosta D. K., Doitsinis A.,** (2004): *Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield*. Field Crop Research. - vol. 90, p. 263–274.
- Six, J.; Elliott, E.T. & Paustian, K.,** (1999). *Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems*. Soil Sci. Soc. Am. J., 63: p.1350-1358.
- Heard, J.R.; Kladivko, E.J. & Mannering, J.V.,** (1998). *Soil macroporosity, hydraulic conductivity and air permeability of silty soils under long – term conservation tillage in Indiana*. Soil Till. & Res, 11: p.1-18.
- Kaffka, S., Kearney T.** (1998). *Safflower Production in California*, University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 21565.
- Lal, R., & Kimble, J. M.** (1997). *Conservation tillage for carbon sequestration. Nutrient cycling in agroecosystems*, 49(1), 243-253.
- Dajue, Li and Mundel, H.** (1996). *Safflower. Promoting the conservation and use underutilized and neglected crops*. 7. ICGCPR, Catersleben /IPGR, Rome, Italy.
- Smith, J. R.** (1996). *Safflower*. AOCs Publishing
- Oelke, E.A, Oplinger, E.S., Teynor, T. M., Putnam1, D.H., Doll2, J.D, Kelling, K.A., Durgan, B. R and. Noetzel, D.M** (1992), *Safflower*, Corn Agronomy, Minnesota Extension Service, University of Minnesota.
- Rosenberg, R.J.,** (1992). *Tillage and traffic induced changes in macroporosity and macropore continuity: air permeability assessment*. Soil Sci. Soc. America J., 56: 1261-1267.
- Knowles, P. F.** (1980). *Safflower*. Hybridization of crop plants, 535-548.
- Chadwick John,** (1976) *The Mycenae World* ,Cambridge: University Press, p. 120
- Fischer B.B., Yamad H.** (1967). *Effects or irrigation on safflower, San Joaquin*. California Agriculture ,November, p.6
- Henderson, D.W. (1962)** .*Root development of safflower*, California Agriculture , April, p.11
- Francois L.E, Yermanos D.M., Bernstein L.** (1964).*Salt tolerance of Safflower*, California Agriculture, September, p 12-14.
- FAOSTAT,2022:**<https://www.fao.org/faostat/en/#search/Safflower>

Ελληνική βιβλιογραφία

Αυγουλάς Χρήστος, Ποδηματάς Κων/νος, Παπαστυλιανού Παναγιώτα: *Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας Τόμος II* "Ειδικότητα: Φυτικής Παραγωγής.

Δ. Παπακώστα – Τασοπούλου, (2013): *Βιομηχανικά φυτά Β'* έκδοση.

Σιδηράς Ν. (2002). *Εδαφικό περιβάλλον*, ΓΠΑ, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας, Αθήνα

Μπιλάλης, Δ., (1999). *Μελέτη συστημάτων εδαφοκατεργασίας – σποράς με και χωρίς λίπανση σε φυτικές και εδαφικές παραμέτρους σε μία ζετή αμειψισπορά*. Διδακτορική Διατριβή. Αθήνα

Φασούλας Α.Κ και Φωτιάδης Ν.Α., (1984): *Ατρακτολίδα (Carthamus tinctorius)*. Αρχές της επιστήμης των καλλιεργειών των φυτών.

Φωτιάδης Ν.(1985). *Εισαγωγή στη Στατιστική για βιολογικές επιστήμες*, Θεσσαλονίκη, University Studio Press