



Τίτλος πτυχιακής διατριβής:

Η επίδραση της λίπανσης της αγριαγκινάρας στην παραγωγή σπόρου και βιομάζας στο Βελεστίνο το 2009.



Επιμέλεια: Σάββας Ευάγγελος

ΒΟΛΟΣ 2012



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 10951/1  
Ημερ. Εισ.: 14-09-2012  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2012  
ΣΑΒ

## **Σάββας Ευάγγελος**

«Η επίδραση της λίπανσης αγριαγκινάρας στην παραγωγή σπόρου και βιομάζας, σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο.»

### **Εξεταστική Επιτροπή**

- Δαναλάτος Νικόλαος Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Αβραάμ Χά. Καθηγητής.
- Πετρόπουλος Σπυρίδων Λέκτορας

**Βόλος 2012**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ
Ευχαριστίες.....	5
<b>1.Εισαγωγή.....</b>	<b>8</b>
1.1 Ιστορική εξέλιξη και ονοματολογία.....	8
1.2 Ταξινόμηση.....	10
1.3 Μορφολογία .....	10
1.4 Φαινολογία .....	12
1.5 Βιο-ενεργειακές καλλιέργειες.....	14
1.6 Παραγωγή- Κύκλος Φυτού.....	18
1.6.1 Θερμοκρασία.....	19
1.6.2 Φως .....	20
1.6.3 Νερό.....	20
1.6.4 Έδαφος.....	20
1.7 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	22
1.7.1 Εποχή σποράς.....	22
1.7.2 Προετοιμασία σποράς.....	23
1.7.3 Αμειψισπορά.....	23
1.7.4 Ζιζανιοκτονία.....	24
1.7.5 Εχθροί και ασθένειες.....	24
1.7.6 Λίπανση.....	24
1.7.7 Άρδευση.....	25
1.7.8 Συγκομιδή.....	26
1.8 Χρήσεις.....	27

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

1.8.1 Στερεό καύσιμο.....	27
1.8.2 Υγρό καύσιμο.....	28
1.8.3. Ζωοτροφή.....	29
1.8.4 Παραγωγή χαρτιού.....	30
1.8.5. Φαρμακευτικές ιδιότητες .....	30
1.8.6. Οργανικό λίπασμα.....	30
1.9 Παραγωγές αγριαγκινάρας.....	31
1.10 Σκοπός της μελέτης.....	32
<b>2. Υλικά και μέθοδοι .....</b>	<b>33</b>
2.1 Πειραματικό σχέδιο.....	33
<b>3. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....</b>	<b>40</b>
3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	40
3.2 Στατιστική ανάλυση.....	41
3.3 Κλιματικές συνθήκες .....	42
3.4 Σχέση βάρους σπόρων – βάρους κεφαλής.....	42
3.5 Σχέση αριθμού σπόρων-βάρους κεφαλιού.....	44
3.6 Ύψος φυτού.....	45
3.7 Ολικό ξηρό βάρος.....	46
3.8 Ολικό χλωρό βάρος .....	47
3.9 Δείκτης συγκομιδής ΗΠ.....	48
3.10 Ολικό ξηρό βάρος κεφαλιών.....	49
3.11 Ολικό ξηρό βάρος βλαστών.....	50
3.12 Ολική παραγωγή σπόρου.....	51
3.13 Συνολικός αριθμός κεφαλιών.....	52

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

3.14 Μεσο βαρος κεφαλής.....	53
3.15 Αριθμός μικρών κεφαλών.....	54
3.16 Αριθμός μεσαίων κεφαλών.....	55
3.17 Αριθμός μεγαλών κεφαλών.....	56
<b>4. Συμπεράσματα.....</b>	<b>57</b>
<b>5. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>58</b>
<b>6. Παραρτήματα.....</b>	<b>62</b>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου διατριβής κ. Ν. Γ. Δαναλάτο για την επιλογή του θέματος, τις πολύτιμες συμβουλές κατά την εκτέλεση των πειραμάτων και για τις διαφωτιστικές υποδείξεις και διορθώσεις στη συγγραφή του κειμένου της διατριβής.

Οφείλω ακόμα να ευχαριστήσω τους καθηγητές ..... για τη συμμετοχή τους στη τριμελή εξεταστική επιτροπή.

Ιδιαίτερες και θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Υπ. Διδάκτορα Αρχοντούλη Σωτήρη (Wageningen University) για τη βοήθεια και τις χρήσιμες υποδείξεις που μου πρόσφερε κατά την εκτέλεση των πειραμάτων και τη συγγραφή του κειμένου, καθώς επίσης και τους φοιτητές Μπατσογιάννη Δημήτρη και Σπάθη Έλενας για την αρμονική συνεργασία κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη διαρκή στήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αφιερώνεται στην οικογένεια μου,



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή αναφέρεται στην αγριαγκινάρα ( *Cynara cardunculus*). Μελετάτε η επίδραση της λίπανσης στην παραγωγή σπόρου και βιομάζας, σε αποτιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

Αρχικά δίδεται μια περιγραφή της καλλιέργειας και των απαιτήσεων της σε περιβαλλοντικές συνθήκες και καλλιεργητικές φροντίδες, και μετέπειτα αναλύεται ο όρος της βιομάζας. Ακολουθεί το πειραματικό μέρος, υλικά και μέθοδοι, που περιγράφει τις εργασίες που έγιναν στον αγρό και το εργαστήριο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2008-2009. Τέλος παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα του πειράματος, ενώ αναλυτικοί πίνακες στατιστικής ανάλυσης δίνονται στο παράρτημα.

## 1.Εισαγωγή

### 1.1 Ιστορική εξέλιξη και ονοματολογία

Η αγριοαγκινάρα ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Compositae) και συγκεκριμένα στο γένος Cynara. Το γένος Cynara περιλαμβάνει δυο καλλιεργούμενα είδη την αγκινάρα (*Cynara scolymus*) και την αγριοαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), καθώς και αλλά 5-6 άγρια είδη. Τα δυο καλλιεργούμενα είδη χρησιμοποιούνται στη λαχανοκομία, αλλά και ως διακοσμητικά φυτά. Η αγριοαγκινάρα είναι ο πρόγονος της καλλιεργούμενης αγκινάρας. Από διασταυρώσεις που έγιναν μεταξύ της *Cynara scolymus* και των άλλων ειδών του γένους, η μόνη πλήρως συμβατή και γόνιμη διασταύρωση ήταν αυτή με την *Cynara cardunculus*. Όλα τα άγρια είδη του γένους *Cynara* είναι ιθαγενή της λεκάνης της Μεσογείου. Η αγριοαγκινάρα ήταν γνωστή στους αρχαίους Αιγυπτίους, Έλληνες και Ρωμαίους. Σήμερα μπορεί να βρεθεί ως αυτοφυής σε παραποτάμιες περιοχές της Μεσογείου, αλλά και σε άλλες περιοχές που έχουν Μεσογειακό κλίμα. Προσαρμοσμένες ποικιλίες βρίσκονται επίσης στην Καλιφόρνια, το Μεξικό, την Αυστραλία, τη Βραζιλία, την Αργεντινή, τη Χιλή και την Ουρουγουάη. Το φυτό φέρει διάφορες ονομασίες όπως cyanara, cardoon, globe artichoke, wild thistle artichoke, κτλ.

Ορισμοί βιοενέργειας σύμφωνα με τους Karr & Shield, 2008.

Αγγλικός όρος	Ελληνικός όρος	Ορισμός
Bioenergy	Βιοενέργεια	Παραγωγή κάθε μορφής ανανεώσιμης ενέργειας από βιολογικούς οργανισμούς.
Biomass	Βιομάζα	Φυτομάζα από την οποία μπορεί να παραχθεί ενέργεια.
Lignocellulose	Λιγνοκυτταρίνη	Μορφή βιομάζας.
Bioenergy crops	Βιοενεργειακές καλλιέργειες	Καλλιέργειες για παραγωγή υγρών και στερεών καυσίμων.
Biomass crops	Φυτά βιομάζας	Καλλιέργειες για παραγωγή φυτομάζας που βρίσκουν διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές.
Biofuel crops	Βιοκαύσιμα	Καλλιέργειες για παραγωγή υγρών καυσίμων.
Biopower crops	–	Καλλιέργειες για παραγωγή θέρμανσης και ηλεκτρισμού.
First generation	1 <sup>η</sup> γενιάς βιοκαύσιμα	Αλυσίδες παραγωγής βιο-ενέργειας από φυτά βασιζόμενη στην υπάρχουσα τεχνολογία.
Second generation	2 <sup>η</sup> γενιάς βιοκαύσιμα	Αλυσίδες παραγωγής βιο-ενέργειας από φυτά βασιζόμενη σε αναπτυσσόμενες νέες τεχνολογίες (π.χ. βιοαεθανόλη).
Third generation	3 <sup>η</sup> γενιάς βιοκαύσιμα	Αλυσίδες παραγωγής βιο-ενέργειας από φυτά βασιζόμενη σε μελετητικές τεχνολογίες (π.χ. υδρογόνο).

## **1.2 Ταξινόμηση**

Η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L., Αγγ. Cardoon ή Spanish thistle artichoke) είναι ένα πολυετές φυτό Μεσογειακής προέλευσης, καλά προσαρμοσμένο στις ξηροθερμικές συνθήκες της Ν. Ευρώπης. Η αγριοαγκινάρα ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Compositae) και συγκεκριμένα στο γένος *Cynara*. Το γένος *Cynara* περιλαμβάνει δυο καλλιεργούμενα είδη την αγκινάρα (*Cynara scolymus*) και την αγριοαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), καθώς και αλλά 5-6 άγρια είδη. Τα δυο καλλιεργούμενα είδη χρησιμοποιούνται στη λαχανοκομία, αλλά και ως διακοσμητικά φυτά. Η αγριαγκινάρα είναι ο πρόγονος της καλλιεργούμενης αγκινάρας, και από διασταυρώσεις που έγιναν μεταξύ της *Cynara scolymus* και των άλλων ειδών του γένους, η μόνη πλήρως συμβατή και γόνιμη διασταύρωση ήταν αυτή με την *Cynara cardunculus*. Όλα τα άγρια είδη του γένους *Cynara* είναι ιθαγενή της λεκάνης της Μεσογείου. Η αγριοαγκινάρα ήταν γνωστή στους αρχαίους Αιγυπτίους, Έλληνες και Ρωμαίους. Σήμερα μπορεί να βρεθεί ως αυτοφυής σε παραποτάμιες περιοχές της Μεσογείου, αλλά και σε άλλες περιοχές που έχουν Μεσογειακό κλίμα. Προσαρμοσμένες ποικιλίες βρίσκονται επίσης στην Καλιφόρνια, το Μεξικό, την Αυστραλία, τη Βραζιλία, την Αργεντινή, τη Χιλή και την Ουρουγουάη (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

## **1.3 Μορφολογία**

Η αγριοαγκινάρα είναι πολυετές και βαθύρριζο φυτό καλά προσαρμοσμένο στις ξηροθερμικές συνθήκες της Μεσογείου. Η ανάπτυξή της αρχίζει με τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου και συνεχίζεται (εκμεταλλευόμενη τις βροχές) έως τις αρχές του καλοκαιριού, οπότε το εναέριο τμήμα του φυτού αποξηραίνεται και μπορεί να συγκομισθεί ξηρό στα τέλη του καλοκαιριού. Με τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου παρατηρείται και πάλι ταχεία ανάπτυξη της αγριοαγκινάρας που μέσα σε λίγες ημέρες θα έχει και πάλι καλύψει πλήρως το έδαφος, κοκ. Πιο αναλυτικά, η αγριοαγκινάρα είναι δικοτυλήδονο φυτό, όπου το φύτρωμα του σπόρου ολοκληρώνεται με την εμφάνιση των κοτυληδόνων. Ακολουθεί ο σχηματισμός τεσσάρων άμισχων ελλειπτικών φύλλων, που στη συνέχεια επιμηκύνονται με ταυτόχρονη εμφάνιση των μίσχων και τη διαίρεσή τους. Κατόπιν παράγονται και άλλα φύλλα και δημιουργείται η λεγόμενη ροζέτα. Τα φύλλα της ροζέτας είναι έμισχα, βαθιά διαιρεμένα, δερματώδη, με ζοηρό πράσινο χρώμα και συνήθως εμφανίζουν άσπρες τρίχες στην πάνω και κάτω επιφάνεια των φύλλων. Τα νεαρά φύλλα της ροζέτας φέρουν περιφερειακά αγκάθια (μηχανισμός προστασίας από εχθρούς), τα οποία αποβάλλονται όταν η αγριοαγκινάρα έχει καλύψει πλήρως το

έδαφος και έχει ύψος περί το 1 μέτρο (βλαστική περίοδος). Οι μίσχοι των φύλλων είναι κίτρινο-πράσινοι, περιέχουν μικρότερα αγκάθια, και χαρακτηρίζονται από την υπερβολική συγκέντρωση νερού στους ιστούς. Με την μετάβαση από τον χειμώνα στην άνοιξη (αύξηση θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας), σηματοδοτείται η μετάβαση στο επόμενο στάδιο ανάπτυξης του φυτού, κατά το οποίο δημιουργείται το στέλεχος. Ο βλαστός εμφανίζεται περί τα μέσα Απριλίου (υπό ελληνικές συνθήκες), επιμηκύνεται με γοργούς ρυθμούς (έως και 4 εκατοστά/ημέρα) και μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και τα 2.5 μέτρα. Ταυτόχρονα με την επιμήκυνση του βλαστού, δημιουργούνται και άμισχα, βαθιά διαιρεμένα, εναλλασσόμενα φύλλα εντός αυτού (stem-leaves). Η αύξηση του βλαστού σε ύψος τερματίζεται με την εμφάνιση της πρώτης κύριας ταξιανθίας (κεφαλή). Στη συνέχεια ακολουθεί η δημιουργία βραχιόνων, των όποιων το ύψος κυμαίνεται από 0.5 έως 1.2 μέτρα (συνολικό ύψος φυτού ως 3.5 μέτρα). Στο κορυφαίο μέρος κάθε βραχίονα εμφανίζεται μια ταξιανθία. Κατά μήκος των βραχιόνων σχηματίζονται μικρά διαιρεμένα αγκαθωτά παχιά φύλλα (branch-leaves). Τα τελευταία χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου στους ιστούς τους (βλ. 3.0–3.6 g N m<sup>-2</sup>), συντελώντας στην αύξηση του συνολικού ρυθμού φωτοσύνθεσης του φυτού (50 kgCO<sub>2</sub>ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>) καθώς και στην αύξηση της φωτοσυνθετικής επιφάνειας. Ο συνολικός αριθμός των ταξιανθιών στο φυτό αποτελεί συνάρτηση της πυκνότητας φύτευσης, των εδαφοκλιματικών παραγόντων, και βέβαια της ποικιλίας. Σε αραιές πυκνότητες (π.χ. 1 φυτό/μ<sup>2</sup>) το φυτό μπορεί να σχηματίσει έως και 40–50 ανθοκεφαλές, διαφόρων διαμετρημάτων. Συνήθως, σχηματίζονται 10 έως 15 ανθοκεφαλές ανά φυτό. Οι ανθοκεφαλές είναι συγκεντρωμένες σε μια μεγάλη σφαιρική ταξιανθία (σαν ένα μικρό δένδρο). Έχουν χρώμα πράσινο όπως οι κοινές αγκινάρες και είναι βρώσιμες σε πρώιμο στάδιο. Ταυτόχρονα με την ολοκλήρωση του σχηματισμού του τελικού αριθμού των ανθοκεφαλών, αρχίζει και η ανθοφορία, η οποία χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση στημόνων μοβ χρώματος στην κορυφή κάθε ταξιανθίας. Με το τέλος της ανθοφορίας, οι κεφαλές έχουν λάβει το τελικό τους μέγεθος και ακολουθεί η ωρίμανση, η οποία χαρακτηρίζεται από την αλλαγή χρώματος των κεφαλών από πράσινο σε κίτρινο-χρυσοαφί, από την κορυφή προς την βάση. Με την ολοκλήρωση και αυτής της φάσης, εμφανίζονται οι άσπροι πάπποι και η καλλιέργεια είναι έτοιμη για συγκομιδή, η οποία πραγματοποιείται συνήθως τον Αύγουστο. Μια εβδομάδα περίπου μετά τη συγκομιδή η καλλιέργεια αναβλαστάνει και ο ρυθμός αύξησης/δημιουργίας των φύλλων (έμισχων βαθιά διαιρεμένων) που αναβλαστάνουν από την ρίζα (2ο έτος) είναι συνήθως 5–10 πλάσιος αυτών που προέρχονται από το σπόρο (1ο έτος). Ο ρυθμός εδαφοκάλυψης είναι σαφώς ταχύτερος από ότι στο 1ο έτος και εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους και τη θερμοκρασία του αέρα (10–25 ημέρες). Συνήθως από μία ρίζα εκβλαστάνουν 1–4 φυτά ταυτόχρονα, που αναπτύσσονται παράλληλα και συμβάλλουν στην ταχεία εδαφοκάλυψη. Αργότερα, με το σχηματισμό της ροζέτας, κάθε ρίζα θα θρέψει τελικά

1 το πολύ 2 φυτά, ανάλογα με τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά του εδάφους. Επίσης, με τις αναπόφευκτες μικρές απώλειες κατά τη συγκομιδή, παρατηρείται φύτευμα νέων σπόρων, αλλά τα νέα αυτά φυτάρια τελικά θα σβήσουν από τον ανταγωνισμό με τα αλλιά φυτά. Τη χρονιά εγκατάστασης, η απόδοση σε βιομάζα είναι συνήθως το 1/3 έως 2/3 από αυτή του 2ου έτους. Η ρίζα της αγριοαγκινάρας είναι βαθιά και πασσαλώδης και μπορεί να φθάσει τα 5 μέτρα σε βάθος, ενώ το πλάτος του ριζικού συστήματος μπορεί να φθάσει και τα 2 μέτρα. Ο σπόρος της αγριοαγκινάρας έχει χρώμα σκούρο πράσινο – καφέ, και το βάρος 1.000 σπόρων είναι 20–50 γραμμάρια αναλόγως του μεγέθους (κατά μέσο όρο 35–45 γραμμάρια).

#### 1.4 Φαινολογία

Η ταξινόμηση των σταδίων αύξησης και ανάπτυξης του φυτού σε κατηγορίες συντελεί στην καλύτερη οργάνωση και διαχείριση της καλλιέργειας. Το φυτό στη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου θα περάσει από όλα τα στάδια, η διάρκεια παραμονής του σε κάθε στάδιο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως κλιματικούς (κυρίως θερμοκρασίας), γενοτυπικούς (ποικιλία) και καλλιεργητικούς (εποχή σποράς, πυκνότητα, άρδευση, κτλ).

#### Στάδιο Περιγραφής

1. Φύτευμα του σπόρου ή αναβλάστηση από την ρίζα. Το στάδιο αυτό ξεκινά με τη σπορά και ολοκληρώνεται με την εμφάνιση των δυο κοτυληδόνων (1ο έτος) ή βλαστηδίων (2ο έτος, κοκ).
2. Δημιουργία των πρώτων φύλλων. Το στάδιο αυτό ολοκληρώνεται με την εμφάνιση 6–9 έμισχων, βαθιά διαιρεμένων φύλλων
3. Σχηματισμός πλευρικών βλαστών / αδέρφωμα
4. Αυτό το κύριο στάδιο περιγράφει την αναλογία του εδάφους κάλυψη από τα φυτά. Τα φύλλα που περιβάλλονται από μικρά αγκάθια, τα οποία βρίσκονται κυρίως στο μίσχοι. Το στάδιο ολοκληρώνεται όταν το 90% του εδάφους έχει καλυφθεί από τα φύλλα της αγριοαγκινάρας (περίοδος: μέσα Οκτωβρίου έως αρχές Δεκεμβρίου).
5. Αύξηση σε βιομάζα (προς συγκομιδή). Στο στάδιο αυτό παρατηρείται αύξηση της καλλιέργειας σε όγκο και βάρος. Η καλλιέργεια συνεχίζει να αυξάνεται σε

φυτική βιομάζα μέχρι την καλλιέργεια να φτάσει τη μέγιστη βιομάζα, το οποίο μπορεί να συγκομισθεί για χορτομάζα. Το στάδιο ολοκληρώνεται όταν η καλλιέργεια έχει φτάσει στο μέγιστο βάρος (περίοδος: Δεκέμβριος έως Μάρτιος).

6. Εμφάνιση και ολοκλήρωση της πρώτης ανθοκεφαλής. Το στάδιο ξεκινά με την επιμήκυνση του βλαστού, τη διαφοροποίηση/διαίρεση του ακραίου μεριστώματος και την εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας. Το στάδιο τελειώνει όταν η ανθοκεφαλή φτάσει στο 90% του μέγιστου της όγκο. Συνήθως το στάδιο αρχίζει στο τέλος του Απριλίου.
7. Ανθοφορία. Το στάδιο ξεκινά με την άνθηση της πρώτης ταξιανθίας και ολοκληρώνεται όταν το 90% των κεφαλών έχουν ανθήσει (εμφάνιση μοβ πετάλων). Συνήθως ανθοφορία είναι εμφανής κατά τη διάρκεια του Ιουνίου.
8. Ανάπτυξη ανθοκεφαλών. Στο στάδιο αυτό καθορίζεται το τελικό μέγεθος των ανθοκεφαλών. Ένα κεφάλι θεωρείται πως αναπτυχθεί πλήρως, όταν έχει φτάσει στο μέγιστο μέγεθος. Ξεκινά με την πτώση των μοβ πετάλων και ολοκληρώνεται όταν η κορυφή της πρώτης ανθοκεφαλής αρχίζει να σκληροποιείται. Το στάδιο 6 τρέχει παράλληλα με την κύριο στάδιο 7 (περίοδος: Ιούνιος).
9. Φυσιολογική ωρίμανση (γέμισμα σπόρου). Το στάδιο ξεκινά όταν η πρώτη ανθοκεφαλή αλλάξει χρώμα από πράσινο σε κίτρινο - χρυσαφί, με ταυτόχρονη εμφάνιση κίτρινων αγκαθιών και ολοκληρώνεται όταν το 90% των ανθοκεφαλών ξυλοποιηθούν (περίοδος: Ιούλιος).
10. Γήρανση και συγκομιδή καλλιέργειας. Το στάδιο ξεκινά με το κιτρίνισμα και τελικώς την πτώση των φύλλων καθώς και την αλλαγή του χρώματος του στελέχους και των βραχιόνων από πράσινο-κίτρινο σε καφέ. Η καλλιέργεια συγκομίζεται όταν το 5% των ανθοκεφαλών έχουν πλήρως ανοίξει και οι άσπροι πάπποι είναι ευδιάκριτοι (υγρασία σπόρου 9–15%, υγρασία βλαστού, βραχιόνων 15–25%, περίοδος: αρχές Αυγούστου).

Η δημιουργία των πρώτων φύλλων από το σπόρο (1ο έτος) καθώς και των πρώτων βλαστιδίων από το ρίζωμα (2ο έτος, κοκ) κατατάσσονται στο ίδιο φαινολογικό στάδιο, παρόλο που ακολουθούνται διαφορετικές βιολογικές διεργασίες. Αν η σπορά γίνει αρχές άνοιξης, αντί για φθινόπωρο, τότε το φυτό θα παραμείνει στο στάδιο [4] έως την επόμενη χρονιά. Στο στάδιο [4] η βιομάζα μπορεί να συγκομισθεί για ζωοτροφή.

### 1.5 Βιο-ενεργειακές καλλιέργειες

Γενικά ως βιομάζα χαρακτηρίζεται οποιοδήποτε υλικό έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Συνεπώς, περιλαμβάνει μία μεγάλη ποικιλία υλικών (υπολείμματα ή παραπροϊόντα φυτικής ή ζωικής προέλευσης), που προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κυρίως κόσμο. Ειδικότερα η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων. Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Αναλυτικότερα οι φυτικοί οργανισμοί με τη βοήθεια του ήλιου και των θρεπτικών συστατικών του εδάφους μετατρέπουν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και το νερό σε σάκχαρα (υδρογονάνθρακες) και οξυγόνο, μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Στη συνέχεια η σχηματισθείσα βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή διαφόρων μορφών ενέργειας (θερμότητας, κίνησης, ηλεκτρική).

Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας, οι υπολειμματικές μορφές (δηλαδή τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα και α ορρίμματα) και η βιομάζα, η οποία παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες (Mardikis et al., 2004).

#### Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

1. Υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή το δάσος μετά τη συγκομιδή του κυρίου προϊόντος. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι το άχυρο των σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη, τα κλαδοδέματα κ.λ.π.
2. Υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών, όπως ελαιοπυρήνες, υπολείμματα εκκοκκισμού, πριονίδια κ.λ.π.
3. Απορρίμματα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς, όπως η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων κ.λ.π (Sims et al., 2006). Οι παραδοσιακές καλλιέργειες, των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης ενεργειακές καλλιέργειες. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το σιτάρι (*Triticum aestivum* L.), το κριθάρι (*Hordeum sativum* /



Vulgare L.), ο αραβόσιτος (*Zea mays* L.), τα ζαχαρότευτλα (*Beta Vulgaris* L.) και ο ηλίανθος, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη και βιοντήζελ).

Οι νέες ενεργειακές καλλιέργειες με καλή έως υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα διακρίνονται σε:

- Δασικές πολυετείς καλλιέργειες: Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globules* Labill, *Eucalyptus camaldufensis* Dehnh), Ψευδακακία (*Robinia Psedoacacia* L.), λεύκη (*P. Deltoides*), κλπ.
- Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες: Καλάμι (*Arundo donax* L.), Μίσχανθος (*Miscanthus giganteus*), Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.), Switchgrass (*Panicum Virgatum* L.).
- Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες: Γλυκό και χορτοδοτικό σόργο (*Sorgum bicolor* L.), Κενάφ (*Hibiscuse cannubinus* L.), Ελαιοκράμβη (*Brassica napus*, *Brassica carinata*), Ηλίανθος (*Helianthus annus* L.).

Ενεργειακή καλλιέργεια	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	Αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα (τόνοι/στρέμμα)
Ευκάλυπτος	19.0	1.8-3.2
Ψευδακακία	19.4	0.24-1.34
Καλάμι	18.6	2.0-3.0
Μίσχανθος	17.3	0.8-3.0
Αγριαγκινάρα	14.5	1.7-3.3
Switchgrass	17.4	2.6

Πηγή : Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στην ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΠΕ, Danalatos et al., 2006, Danalatos et al., 2007, Danalatos, 2008.

Η βιομάζα αποτελεί σπουδαιότατη πηγή ενέργειας, που λόγω των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών και της κατανόησης περιβαλλοντικών προβλημάτων καλείται πλέον να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τα ορυκτά καύσιμα σύμφωνα με διεθνή πρωτόκολλα και ευρωπαϊκά προγράμματα. Πράγματι η βιομάζα έχει ένα τεράστιο δυναμικό που ισοδυναμεί με το δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως για εμπορικούς σκοπούς και το διακοσιαπλάσιο της ενέργειας που χρησιμοποιείται για παραγωγή τροφής, πρακτικά χωρίς καμία περιβαλλοντική επιβάρυνση αναφορικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έτσι μέχρι το 2020, η ενεργειακή γεωργία προβλέπεται να καλύπτει περί το 31,1 % των εναλλακτικών πηγών ενέργειας, ενώ η ενέργεια μεταφορών στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση θα καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές κατά ποσοστά που υπερβαίνουν το 2% το 2006 και το 5,75% το 2010 (Δαναλάτος, 2006).

Σύμφωνα με πολυάριθμες μελέτες, η βιομάζα μελλοντικά θα καλύπτει το 10-50% των παγκόσμιων αναγκών πρωτογενούς ενέργειας, ποσοστό που θα εξαρτηθεί από παράγοντες, όπως η διαθεσιμότητα των πόρων, το κόστος της βιομάζας ως πρώτη ύλη, η τεχνολογική ανάπτυξη και το κόστος των μεθόδων μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια, καθώς και από κοινωνικούς παράγοντες (Hoogwijk et al., 2005). Διάφορα σενάρια και μελέτες προβλέπουν ότι κατά τη διάρκεια του αιώνα που διανύουμε, το 25-100% των σημερινών ποσοτήτων ενέργειας (100-400 EJ) θα μπορούσε να καλυφθεί με τη χρήση βιομάζας (Faaij, 2006). Επίσης σύμφωνα με τη Λευκή Βίβλο το 8% της ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να προέρχεται από βιομάζα το 2010 (Panopoulos και Koukios, 2001).

Όμως παρά τη βελτιωμένη τεχνολογία στον ευρύτερο αγροτικό τομέα, η οικονομική βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών είναι αβέβαιη κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες αγοράς, ενώ από την άλλη πλευρά είναι προφανής η ανάγκη για αντικατάσταση των παραδοσιακών καλλιεργειών λόγω της σημαντικής μείωσης του γεωργικού εισοδήματος με τη μείωση των τιμών, την ελαχιστοποίηση των επιδοτήσεων και την αύξηση του κόστους παραγωγής (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία κ.λ.π.). Επίσης οι παραδοσιακές μονοκαλλιέργειες ευθύνονται για σημαντικές περιβαλλοντικές εκροές. Είναι απόλυτα κατανοητό, ότι οποιοσδήποτε σχεδιασμός και ανάλυση εναλλακτικών σεναρίων χρήσης γης αναφορικά με την εισαγωγή εναλλακτικών καλλιεργειών φιλικών προς το περιβάλλον, βασίζονται σε ποσοτικές εκτιμήσεις των δυναμικών παραγωγής των καλλιεργειών αυτών κάτω από τις συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις απαιτούμενες εισροές για την υλοποίηση των δυναμικών αυτών, έτσι ώστε να μπορούν να προσδιοριστούν οι λόγοι κόστους / απόδοσης. Έτσι δίδεται ιδιαίτερη έμφαση σε μη διατροφικές καλλιέργειες

πολλαπλών χρήσεων και αυξημένη οικονομική βιωσιμότητα που θα εξασφαλίσουν την εναλλακτική χρήση του εδάφους και το γεωργικό εισόδημα.

Υγρά-καύσιμα - Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η περισσότερη έρευνα στον τομέα της βιοενέργειας καταναλώθηκε για τα βιοκαύσιμα, μιας και αυτά μπορούν άμεσα να αντικαταστήσουν τα συμβατικά καύσιμα. Παγκοσμίως η Βραζιλία και η ΗΠΑ κατέχουν την 1η θέση στην παραγωγή βιοαιθανόλης, ενώ η Γερμανία την 1η θέση στην παραγωγή βιοντίζελ με 2.8 δις λίτρα το 2006 (175 petajoules), ή αλλιώς το 48% της παγκόσμιας παραγωγής. Οι υπόλοιπες χώρες της ΕΕ συνολικά παράγουν το 30% της παγκόσμιας παραγωγής βιοντίζελ. Η Αμερική παράγει μόλις το 15% της παγκόσμιας παραγωγής βιοντίζελ. (REN21. 2008, Howartha, et al., 2008).

Τρόφιμα εναντίον καυσίμων - Το 2007 μόλις το 5% της παγκόσμιας παραγωγής δημητριακών (σιτάρι, καλαμπόκι, ρύζι και σόργο) διοχετεύθηκε για παραγωγή βιοκαυσίμων, ενώ το 95% χρησιμοποιήθηκε για ανθρώπινη κατανάλωση ή ως ζωοτροφή (FAO 2008).

Ενεργειακό ισοζύγιο – Σύμφωνα με τους Howartha, et al., 2008, το ενεργειακό ισοζύγιο των πιο δημοφιλών ενεργειακών συστημάτων παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα .

Τύπος πρώτης ύλης	Αναλογία καθαρού ενεργειακού ισοζυγίου (εκροές/εισροές)
Σπόροι καλαμποκιού	1,25
Ζαχαροκάλαμο	8
Κυτταρινική βιομάζα	5,4
Σογιέλαιο	1,9
Φοινικέλαιο	9
Ελαιοκράμβη	2,5
Αργό πετρέλαιο	10..15

Πηγή: Howartha, et al., 2008

Επίσης θα πρέπει να τονιστεί ότι το καθαρό ενεργειακό ισοδύναμο παραγωγής βιομάζας σε μορφή πέλλετς από την αγριαγκινάρα υπολογίστηκε περί το 27:1 (Born, 2007, Danalatos, 2008). Δεδομένου ότι η Γερμανία, η οποία είναι πρωταθλήτρια στην παραγωγή βιοντίζελ παγκοσμίως, καλλιεργεί ελαιοκράμβη με ενεργειακό ισοδύναμο 2.5:1, φαίνεται ότι υπό Μεσογειακές συνθήκες η βιωσιμότητα της καλλιέργειας της αγριαγκινάρας για παραγωγή βιομάζας και βιοκαυσίμων θεωρείται μια πολύ συμφέρουσα επιλογή. Έτσι σε αυτή την μελέτη το αντικείμενο της έρευνας είναι η αγριαγκινάρα και ως εκ τούτου τα παρακάτω κεφάλαια θα επικεντρωθούν σε αυτό το πολυετές φυτό.

### **1.6 Παραγωγή- Κύκλος Φυτού**

Η αγριαγκινάρα είναι ένα πολύ δυνατό πολυετές φυτό (8-12 έτη) το οποίο μπορεί και ανέχεται την ξηρή περίοδο του καλοκαιριού με υψηλή παραγωγή βιομάζας κατά την περίοδο από Οκτώβριο έως Ιούνιο. Ο βλαστικός κύκλος του φυτού αρχίζει με το φύτευμα του σπόρου μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα σχηματίζει μια ροζέτα φύλλων. Το ανθικό στέλεχος αρχίζει να επιμηκύνεται την άνοιξη και οι πρώτες ανθοκεφαλές εμφανίζονται το Μάιο. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού το υπέργειο μέρος του φυτού ξηραίνεται και το υπόγειο μέρος εισέρχεται σε λήθαργο, μέχρι να αρχίσει ένας νέος κύκλος με την έκπτυξη των φύλλων από τις ρίζες μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου. Αναλυτική περιγραφή των σταδίων ανάπτυξης της αγριοαγκινάρας σύμφωνα με το διεθνές αναγνωρισμένο σύστημα BBCH code δίνεται από τους Archontouli et al. (2010).

Λόγω του γεγονότος ότι η αγριοαγκινάρα είναι η ίδια ισχυρό ζιζάνιο (εισβολέας) δεν επιτρέπει την ανάπτυξη άλλων ζιζανίων, ενώ σε μακροχρόνια πειράματα δεν εμφανίστηκαν ασθένειες και εχθροί του φυτού, κι έτσι η καλλιέργειά της μπορεί να επιτευχθεί χωρίς τη χρήση φυτοφαρμάκων (Danalatos, 2008).

Επίσης, η αγριαγκινάρα λόγω του πλούσιου ριζικού της συστήματος που εκμεταλλεύεται άριστα τους εδαφικούς πόρους, χρειάζεται λιγότερο άζωτο (Danalatos et al., 2007).

Η απόδοση σε ξηρή ουσία κυμαίνεται από 1200-1600 κιλά σε μη αρδευόμενα χωράφια ενώ με 2-3 αρδεύσεις από τα μέσα Απριλίου μέχρι το τέλος Μαΐου (στην περίοδο αυτή η διαθεσιμότητα νερού είναι υψηλή σε πολλές περιοχές) οι αποδόσεις κυμαίνονται από 2000 – πάνω από 2500 κιλά ξηρής ουσίας ανά στρέμμα (Archontoulis et al., 2008; Archontoulis et al., 2009). Πρέπει να σημειωθεί ότι σε

αντιπαράθεση με άλλες καλλιέργειες, η καλλιέργεια της αγριοαγκινάρας έχει πολύ μικρό κόστος (Danalatos, 2008).

Πρέπει να αναφερθεί, η συμβολή της καλλιέργειας στην αύξηση της γονιμότητας των εδαφών (εμπλουτισμός τους με οργανική ουσία, δημιουργία καλής δομής), και την προστασία κατά της διάβρωσης εδαφών, της νιτρορύπανσης και απομάκρυνση του κινδύνου της ερημοποίησης.

### 1.6.1 Θερμοκρασία

Η βασική θερμοκρασία ανάπτυξης της αγριοαγκινάρας (θερμοκρασία κάτω από την οποία δεν αναπτύσσεται το φυτό/σπόρος) είναι περίπου 6-8°C (το σιτάρι έχει από 0 έως 5°C) και αυτός είναι ο λόγος που ενδημεί κυρίως στην Μεσόγειο. Το φύτρωμα του σπόρου σε θερμοκρασίες 15-20°C διαρκεί μόνο 1-2 εβδομάδες, και γ'αυτό συνίσταται σπορά από αρχές Σεπτεμβρίου έως μέσα Νοεμβρίου (φθινοπωρινή σπορά) ή από Μάρτιο έως Απρίλιο (ανοιξιάτικη σπορά) Σε χειμωνιάτικες σπορές, έχει παρατηρηθεί ότι ο σπόρος της αγριοαγκινάρας είναι πολύ ανθεκτικός και μπορεί να διατηρηθεί ζωντανός στο έδαφος για πολλές εβδομάδες, έως ότου φυτρώσει (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Η άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση της αγριοαγκινάρας είναι 19-23°C (Archontoulis et al., 2008b), ενώ σε θερμοκρασίες ημέρας περί τους 22°C παρατηρείται η μέγιστη αύξηση του φυτού σε βάρος (Απρίλιο-Μάιο). Η θερμοκρασία νυκτός διαδραματίζει εξίσου σημαντικό ρόλο στην αύξηση και ανάπτυξη της αγριοαγκινάρας, καθώς υψηλές νυκτερινές θερμοκρασίες (>25°) αυξάνουν την κατανάλωση υδατανθράκων (χάσιμο βάρους). Η αγριοαγκινάρα έχει συντελεστή αναπνοής (Q10 factor) περί το 2.2, γεγονός που σημαίνει ότι, με αύξηση της νυκτερινής θερμοκρασίας κατά 10°C (π.χ. από 20 στους 30 °C) διπλασιάζεται η απώλεια σε ξηρό βάρος.

Η αγριοαγκινάρα είναι πολύ ανθεκτική και στο ψύχος (χιονοπτώσεις, παγετούς κατά τη διάρκεια του χειμώνα) με την προϋπόθεση να έχει εισέλθει στο φαινολογικό στάδιο 3-4. Στο στάδιο πλήρους ανάπτυξης της ροζέτας, το φυτό αντέχει ακόμα και σε θερμοκρασίες έως και -20°C. Γενικώς, σε θερμοκρασίες <-5° C παρατηρείται μια κάμψη των φύλλων, που ξεκινά από την τοπική νέκρωση του μίσχου, ο οποίος περιέχει υψηλές ποσότητες νερού. Σε περιόδους παρατεταμένου ψύχους ή έντονης χιονόπτωσης παρατηρείται σπάσιμο των μίσχων και ολική καταστροφή της εναέριας βιομάζας. Με την άνοδο των θερμοκρασιών η καλλιέργεια επανέρχεται με την έκφυση νέων φύλλων από την κεντρική ρίζα του φυτού, τη δημιουργία ροζέτας, κοκ. Αναλόγως της χρονικής περιόδου εκδήλωσης και της έντασης του φαινομένου η

τελική παραγωγή μειώνεται (10-30% αν γίνει τον χειμώνα, έως 50% αν συμβεί τον Μάρτιο).

Προσοχή θα πρέπει να δίνεται και στο υψόμετρο, καθώς μεταβάλλονται οι θερμοκρασίες. Συνήθως, σε υψόμετρα πάνω από 500 μέτρα, λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών, ο βιολογικός κύκλος της αγριαγκινάρας επιμηκύνεται μέχρι και ένα μήνα, με τη συγκομιδή να πραγματοποιείται το Σεπτέμβριο (Δαναλάτος, Αρχοντούλης, 2008).

### 1.6.2 Φως

Η αγριαγκινάρα είναι απαιτητική σε φως και θεωρείται ως φυτό μεγάλης ημέρας. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του φυτού μεγιστοποιείται ( $50 \text{ kgCO}_2\text{ha}^{-1}\text{h}^{-1}$ ) σε εντάσεις ολικής ηλιακής ακτινοβολίας πάνω από  $600 \text{ W/m}^2$  (Δαναλάτος, Αρχοντούλης, 2008)

#### **Φωτοσύνθεση-αναπνοή-φώς**

Η αναπνοή των φύλλων αγριαγκινάρας βρέθηκε ότι είναι σε συνάρτηση/εξάρτηση με τη θερμοκρασία και την περιεκτικότητα των φύλλων σε άζωτο. Σε πρόσφατη μελέτη η σχέση της αναπνοής με τη θερμοκρασία σε διάφορα επίπεδα αζώτου ποσοτικοποιήθηκε με βάση το Q10 (Archontoulis, et al, 2008). Έτσι το Q10 για την αγριαγκινάρα κυμαίνεται από 2,26 έως 2,38, ενώ τα αντίστοιχα επίπεδα αζώτου στο φύλλο κυμαίνονται από 0,9 έως 3,9  $\text{g N m}^{-2}$  (Archontoulis, et al, 2008). Στους 250C (θερμοκρασία αναφοράς) η αναπνοή του φύλλου της αγριαγκινάρας κυμαίνεται από 1,21 (ελάχιστο άζωτο=0,9) έως 2,72 (μέγιστο άζωτο=3,9). Η περιεκτικότητα του αζώτου στα φύλλα της αγριαγκινάρας έχει βρεθεί ότι

- α) για τους μήνες Σεπτέμβριος έως Νοέμβριος κυμαίνεται από 2,0-3,4
- β) για τους μήνες Δεκέμβριος έως Απρίλιος κυμαίνεται από 2,5-3,9
- γ) για τους μήνες Μάιος έως Ιούνιος κυμαίνεται από 0,9-1,7

### 1.6.3 Νερό

Η αγριαγκινάρα τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες αναπτύσσεται εκμεταλλεύομενη άριστα τις βροχοπτώσεις. Σε αυτό συντελεί η κλειστή φυλλο-στοιβάδα, που καλύπτει πλήρως το έδαφος, ελαχιστοποιώντας τις απώλειες εξάτμισης και τις απώλειες απορροής. Μεγάλη είναι επίσης η συμβολή του εκτεταμένου ριζικού συστήματος. Έχει υπολογιστεί ότι το ελάχιστο εύρος βροχοπτώσεων (από τη σπορά ή το φύτευμα έως το τέλος της ανθοφορίας, συνήθως Μάιο) πρέπει να είναι τουλάχιστον 400 χιλιοστά προκειμένου να μην καταστεί περιοριστικός παράγοντας η διαθεσιμότητα υγρασίας (Δαναλάτος, Αρχοντούλης, 2008)

Η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας συνήθως καλλιεργείται ως ξηρική, κάνοντας χρήση των χειμερινών και των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων. Εφαρμογή 1 -2 αρδεύσεων τον Απρίλιο-Μάιο ανεβάζουν θεαματικά την απόδοση σε πολύ υψηλά επίπεδα (Δαναλάτος, Αρχοντούλης, 2008). Σε εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη, το βαθύ ριζικό της σύστημα κάνει χρήση των επιπλέον αποθεμάτων νερού αυξάνοντας θεαματικά τις αποδόσεις σε βιομάζα. Το κρίσιμο βροχομετρικό ύψος είναι τα 400 χιλιοστά / καλλιεργητική περίοδο (Δαναλάτος, Αρχοντούλης, 2008).

Σε πείραμα που έγινε στον Παλαμά το 2007 (Archontoulis et al, 2008) παρατηρήθηκε ότι εφαρμογή 2-3 αρδεύσεων τον Μάιο (130 χιλιοστά νερού) αύξησε τη βιομάζα περί το 10% και την παραγωγή σπόρου σε σημαντικό βαθμό περί το 25%.

### 1.6.4 Έδαφος

Η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί στους περισσότερους τύπους εδαφών από ελαφρά έως βαριά, ασβεστούχα, ακόμα και σε άγονα πετρώδη και επικλινή. Γενικώς αρέσκεται σε ελαφρώς όξινα έως αλκαλικά πηλώδη εδάφη (pH=6.5-8.2) ενώ δεν ενδείκνυται για βαριά, όξινα εδάφη. Σε αλατούχα εδάφη, η αγριαγκινάρα θεωρείται καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που θα ακολουθήσουν, γιατί, ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη, μετακινεί τα άλατα από τα βαθύτερα στρώματα (Δαναλάτος, Αρχοντούλης, 2008).

### **1.7 Καλλιεργητικές φροντίδες**

Επειδή η καλλιέργεια είναι πολυετής, η προετοιμασία και η σπορά του αγρού θα γίνει μια φορά στα επτά έως δώδεκα χρόνια. Παρόλα αυτά απαιτείται προσοχή και φροντίδα, καθώς λάθη κατά την προετοιμασία και τη σπορά είναι μη αναστρέψιμα και μπορούν να μειώσουν την παραγωγικότητα και τη διάρκεια ζωής της καλλιέργειας.

#### **1.7.1 Εποχή σποράς**

Η αγριοαγκινάρα πρέπει να σπέρνεται από τα μέσα Σεπτεμβρίου έως τα μέσα Νοεμβρίου, πριν η θερμοκρασία πέσει σε χαμηλά επίπεδα (τουλάχιστον  $< 6-8^{\circ}\text{C}$ ). Εναλλακτικά πρέπει να σπέρνεται τον Μάρτιο – Απρίλιο, αλλά σε αυτή την περίπτωση το φυτό δεν θα συγκομισθεί το καλοκαίρι. Βάθος σποράς Γενικά το βάθος σποράς δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3πλασιο έως 5'πλασιο της μεγαλύτερης διάστασης του σπόρου. Σε χωράφι με κανονική υγρασία, το βάθος σποράς πρέπει να είναι 1.5–3.0 εκατοστά, ενώ σε χωράφι που έχει χάσει την επιφανειακή υγρασία σπέρνεται λίγο βαθύτερα. Πέραν από την υγρασία του αγρού, το βάθος σποράς καθορίζεται και από τις καιρικές συνθήκες, κατά τη σπορά. Για παράδειγμα, σε έναν αγρό με κανονική υγρασία, όπου επικρατούν έντονοι ξηροθερμικοί άνεμοι (λίβας) την ημέρα σποράς, τα φυτά πρέπει να σπαρθούν σε ελαφρώς μεγαλύτερο βάθος. Πυκνότητα φυτών Συνήθως τα φυτά βιομάζας αποδίδουν περισσότερο σε πυκνές φυτείες. Στην περίπτωση της αγριοαγκινάρας, που είναι πολυσύνθετο φυτό με πολλές βιομηχανικές χρήσεις (τόσο παραγωγή σπόρου όσο και βιομάζας) η άριστη πυκνότητα είναι 4–6 φυτά/μ<sup>2</sup>. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι προσαρμοσμένες με το διαθέσιμο μηχανολογικό εξοπλισμό, στα 75 εκατοστά. Για τον καθορισμό της απαιτούμενης ποσότητας σπόρου (ΑΠΣ σε κιλά/στρ) θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το βάρος 1.000 σπόρων, η βλαστική και η φυτρωτική ικανότητα του σπόρου στον αγρό, κάνοντας χρήση του παρακάτω τύπου. Σε περιπτώσεις δυσμενών εδαφικών συνθηκών, θα απαιτηθούν μεγαλύτερες ποσότητες σπόρου. Σε πολλές περιπτώσεις το βάρος 1.000 σπόρων κυμαίνεται από 20 έως 50 γραμμάρια, αναλόγως του μεγέθους. Για τη σπορά θα πρέπει να επιλέγονται σπόροι όπου το βάρος 1.000 σπόρων είναι  $> 35$  γραμμάρια.



### 1.7.2 Προετοιμασία σποράς

Σκοπός της προετοιμασίας του αγρού είναι η επίτευξη κατάλληλης σποροκλίνης και συνθηκών για καλό φύτευμα και ανάπτυξη των φυτών. Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορες καλλιεργητικές εργασίες, όπως είναι το όργωμα, το σβάρνισμα, κ.α. Πιο αναλυτικά, οι βασικοί στόχοι στους οποίους αποβλέπει η κατεργασία του εδάφους είναι: (α) η δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης, (β) η καταστροφή των ζιζανίων, (γ) η βελτίωση των φυσικών συνθηκών του εδάφους, και (δ) η βελτίωση της υγρασιακής κατάστασης του εδάφους. Η κατάλληλη εδαφική υγρασία σε συνδυασμό με τον ικανοποιητικό αερισμό και την κατάλληλη θερμοκρασία θα έχει ως αποτέλεσμα να έρθει ο σπόρος σε επαφή με τα μόρια του εδάφους στο κατάλληλο βάθος. Ο δεύτερος και εξίσου σοβαρός σκοπός της κατεργασίας του εδάφους είναι η καταπολέμηση των ζιζανίων. Με την κατεργασία αυτή εκλείπει ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια ως προς το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία, τον αέρα και το φως και εμπλουτίζεται το έδαφος με οργανική ουσία (χλωρά λίπανση). Η προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά της αγριοαγκινάρας είναι παρόμοια με αυτή των χειμερινών σιτηρών και συνήθως απαιτείται ένα όργωμα (25–35 εκατοστά), για να παραχωθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και μια σειρά επεμβάσεων για την προετοιμασία της σποροκλίνης με δισκοσβάρα ή καλλιεργητή (ανάλογα με την κατάσταση του αγρού). Πριν την τελευταία επέμβαση θα πρέπει να γίνεται εφαρμογή των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων και λίπανση αν χρειάζεται. Η σπορά πραγματοποιείται με τη χρήση μηχανών (π.χ. GASPARTO) με ειδικό γρανάζι 36 θυρών (καλλιέργεια τεύτλων).

### 1.7.3 Αμειψισπορά

Προσοχή θα πρέπει να δίνεται από τους γεωργούς για την υπολειμματική δράση ορισμένων ζιζανιοκτόνων από προηγούμενες καλλιέργειες. Συνήθως, προβλήματα μπορεί να προκύψουν ύστερα από την καλλιέργεια ελαιοκράμβης, καλαμποκιού ή σόργου, καθώς οι δραστικές ουσίες (π.χ. ατραζίνη, κλπ) έχουν υπολειμματική δράση πάνω από ένα όριο στον αγρό. Καλό προηγούμενο θεωρείται το σιτάρι.

#### 1.7.4 Ζιζανιοκτονία

Ως καλλιέργεια υφίσταται ζημιές από ζιζάνια, αλλά μόνο κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου, δηλαδή από τη σπορά έως την πλήρη εδαφοκάλυψη (μόνο του 1ου έτους). Έτσι, λοιπόν, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται σε αυτό το στάδιο, προκειμένου ο αγρός να διατηρηθεί καθαρός από ζιζάνια. Η προστασία από τα ζιζάνια μπορεί να επιτευχθεί με χημικά μέσα προ της σποράς, όπου συνήθως χρησιμοποιείται προσπαρτικό ζιζανιοκτόνο (π.χ. alachlor, linuron και trifluralin σε δόση 350 γραμμάρια/στρ). Μετά το φύτευμα η καταπολέμηση γίνεται μηχανικά με γραμμικό σκάλισμα (1–2 επεμβάσεις) και τοπικά/χειρονακτικά, εφόσον κριθεί απαραίτητο. Ύπαρξη ζιζανίων εντός του αγρού μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση παραγωγής. Πέραν του πρώτου έτους, η καλλιέργεια δεν υφίσταται κίνδυνο από ζιζάνια, καθώς ο ρυθμός εδαφοκάλυψης είναι ταχύτατος.

#### 1.7.5 Εχθροί και ασθένειες

Επειδή η αγριοαγκινάρα είναι μια νέα καλλιέργεια, δεν έχουν παρουσιαστεί εχθροί και ασθένειες, χωρίς αυτό να αποκλείει να υπάρξουν στο άμεσο μέλλον. Γενικώς η αγριοαγκινάρα είναι πολύανθεκτικό φυτό και διαθέτει αρκετούς μηχανισμούς προφύλαξης (π.χ. αγκάθια). Στην βιβλιογραφία σπανίως αναφέρονται ζημιές από εχθρούς και ασθένειες. Οι σημαντικότεροι εχθροί είναι μερικά είδη αφίδων, ο σιδηροσκώληκας, μερικά λεπιδόπτερα (*Pyrameis cardui* και *Platyptilia carduidactyla* Riley), ο σκόρος που προσβάλλει τον σπόρο και τέλος τα ποντίκια. Η καλλιέργεια θα πρέπει να ελέγχεται προληπτικά το φθινόπωρο και την άνοιξη για ασθένειες όπως ο περονόσπορος, το ωίδιο (*Leveillula taurica*) και η φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*).

#### 1.7.6 Λίπανση

Η αγριοαγκινάρα, σε αντίθεση με πολλές άλλες καλλιέργειες, έχει ένα πολύ βαθύ και εκτεταμένο ριζικό σύστημα, γεγονός που της προσδίδει συγκριτικό πλεονέκτημα στην ικανότητα απορρόφησης θρεπτικών συστατικών από βαθιά εδαφικά στρώματα (Δαναλάτος, Αρχοντούλης, 2008). Έτσι, η καλλιέργεια της αγριοαγκινάρας, έχει μικρές έως ελάχιστες απαιτήσεις σε χημικά λιπάσματα τα πρώτα 2-3 έτη μετά την εγκατάσταση. Σύμφωνα με ερευνητικά αποτελέσματα του Εργ. Γεωργίας Π.Θ, στο Βελεστίνο, όπου το δυναμικό παραγωγής ήταν της τάξεως 1-1.5 τ/στρ, δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση των λιπασμάτων στην αύξηση της παραγωγής

κατά τα 4-5 πρώτα έτη της καλλιέργειας (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Επιπρόσθετα, η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας παράγει μεγάλη ποσότητα φυτομάζας (έως και 1.000 κιλά ξ.ο. φύλλων/στρ) στο φαινολογικό στάδιο από το 1 έως 4 (δες πίνακα 1), τα οποία τα εναποθέτει στο έδαφος («χούμπος»). Η πτώση των φύλλων, υπό φυσιολογικές συνθήκες, πραγματοποιείται όταν η περιεκτικότητα σε άζωτο στους φυτικούς ιστούς έχει ελαχιστοποιηθεί (0.7-1.1 %). Δηλαδή, η καλλιέργεια μπορεί να «αυτολιπανθεί» μέχρι και με 8 κιλά αζώτου/στρ σε αγρούς που η διαθεσιμότητα νερού δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Σε ένα μέσης σύστασης και περιεκτικότητας σε οργανική ουσία έδαφος ορυκτοποιούνται περί τις 3-7 μονάδες αζώτου ανά έτος. Έτσι, λοιπόν, η τελική απορρόφηση των φυτών μπορεί να φθάσει τις 10-15 μονάδες αζώτου (παραγωγή βιομάζας 1-1,5τόνο/στρέμμα). Η απορρόφηση θρεπτικών από το φυτό εξαρτάται επίσης από την περίοδο συγκομιδής και τον καταμερισμό της ξηρής ουσίας σε βλαστό, φύλλα, σπόρο κτλ., καθώς τα διάφορα φυτικά τμήματα έχουν διαφορετική περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά (π.χ. οι σπόροι περιέχουν 3.2% άζωτο, ενώ οι βλαστοί μόνο 0.65%). Έτσι, αν η συγκομιδή πραγματοποιηθεί τον Αύγουστο, όταν η καλλιέργεια είναι ξηρή (υγρασία <15%) θα αφαιρεθεί το ελάχιστο των θρεπτικών στοιχείων (nutrients remobilization) σε αντίθεση με μια πρόιμη συγκομιδή νωρίς την Άνοιξη για χλωρή ζωοτροφή (υγρασία >60% Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

Σε πειράματα στο Π.Θ. πολύ υψηλές αποδόσεις πραγματοποιήθηκαν με μηδενικές λιπάνσεις μέχρι το τρίτο έτος της καλλιέργειας και μέχρι 5-7 μονάδες N μετά το τέταρτο έτος (Danalatos et al., 2007). Σε αντίθεση σε πείραμα που έγινε στον Παλαμά (Archontoulis, et al., 2008 ) παρατηρήθηκε ότι εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης στο στάδιο της ανθοφορίας αύξησε την παραγωγή κεφαλιών καθώς και την απόδοση σε σπόρο, ενώ η παραγωγή βλαστικών οργάνων (π.χ. βλαστός βραχίονας) δεν αυξήθηκε σημαντικά.

### 1.7.7 Άρδευση

Η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας είναι χειμερινή και συνήθως καλλιεργείται ως ξηρική, κάνοντας χρήση των χειμερινών και των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων. Εφαρμογή 1-2 αρδεύσεων τον Απρίλιο – Μάιο ανεβάζουν θεαματικά την απόδοση σε πολύ υψηλά επίπεδα. Σε εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη, το βαθύ ριζικό της σύστημα κάνει χρήση των επιπλέον αποθεμάτων νερού αυξάνοντας θεαματικά τις αποδόσεις σε βιομάζα (> 3 τ/στρ). Το κρίσιμο βροχομετρικό ύψος είναι τα 400 χιλιοστά / καλλιεργητική περίοδο.

Η άρδευση της αγριοαγκινάρας πρακτικά μπορεί να γίνει μόνο με καρούλι κάνοντας χρήση κανονιού. Ο παραγωγός θα πρέπει να έχει προνοήσει να αφήσει διαδρόμους (ανά 25–30 μέτρα) εντός του αγρού, προκειμένου να γίνει η διέλευση του αρδευτικού εξοπλισμού. Η άρδευση με σταγόνα είναι ακριβή και πρακτικά αδύνατη, καθώς η ποσότητα των φύλλων που εναποτίθενται στο έδαφος είναι τόσο μεγάλη που καθίστα αδύνατη τη συλλογή των σωλήνων από τον αγρό. Πειράματα του Εργ. Γεωργίας Π.Θ. έδειξαν ότι η άρδευση με 100–150 χιλιοστά νερού την άνοιξη, αύξησε την παραγωγή βιομάζας (και σπόρου) κατά 40–50%.

### 1.7.8 Συγκομιδή

Η συγκομιδή της αγριοαγκινάρας ποικίλει με βάση την τελική χρήση της καλλιέργειας (α) ζωοτροφής, (β) βιοντίζελ, (γ) στερεό καύσιμο. Στην περίπτωση της ζωοτροφής, η καλλιέργεια συγκομίζεται χλωρή τον Ιούνιο (υγρασία 75%) κάνοντας χρήση ενσιρωτικών αυτοκινούμενων μηχανημάτων. Στην περίπτωση του σπόρου για βιοντίζελ, η καλλιέργεια μπορεί να συγκομισθεί τον Αύγουστο (υγρασία σπόρου 9–12%) με μια κοινή αλωνιστική μηχανή με την προσθήκη ενός κατάλληλου τύπου μαχαιριού – αγριοαγκινάρας στο εμπρόσθιο μέρος. Με τα διαθέσιμα παραδοσιακά μηχανήματα στην Ελλάδα, η καλλιέργεια μπορεί επίσης να συγκομισθεί επιτυχώς με αλωνιστική μηχανή, η οποία θα φέρνει στο εμπρόσθιο τμήμα της μηχανής καλαμπομάχαιο ή ηλιομάχαιο. Το καλαμπομάχαιο πλεονεκτεί όταν η καλλιέργεια είναι υψηλή (>1.7 μέτρα), ενώ το ηλιομάχαιο πλεονεκτεί σε χαμηλές φυτείες ύψους έως και 1.7 μέτρα. Ο καταλληλότερος χρόνος συγκομιδής είναι όταν το 5% των κεφαλών έχουν πλήρως ανοίξει και οι πάπποι είναι εμφανείς. Καθυστερημένη συγκομιδή (>50% κεφαλών ανοιχτά) προκαλεί μείωση παραγωγής σε σπόρο (τίναγμα). Στην τελευταία περίπτωση (συλλογή ολόκληρης της εναέριας ξηρής βιομάζας), η πιο ενδεδειγμένη λύση είναι η χρήση ενός αυτοκινούμενου μηχανήματος, το οποίο συλλέγει ολόκληρη τη βιομάζα και ταυτοχρόνως δημιουργεί μεγάλα ορθογώνια δέματα βάρους έως και 400–500 κιλών/δέμα. Ο συγκεκριμένος τρόπος είναι ο πλέον οικονομικός και ποιοτικός. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν νέου τύπου πρέσες μεγαλύτερου μεγέθους, οι οποίες κόβουν, τεμαχίζουν και δεματοποιούν τη βιομάζα. Στην Ελλάδα, ο προαναφερθείς εξειδικευμένος εξοπλισμός δεν είναι διαθέσιμος. Εναλλακτικά, η καλλιέργεια μπορεί να συγκομισθεί με την χρήση κοινών ενσιρωτικών μηχανών, που αποτελεί έναν εξίσου ποιοτικό τρόπο, αλλά δεν ενδείκνυται για οικονομικούς λόγους (η συγκομισθείσα βιομάζα έχει πολύ μικρό ειδικό βάρος, περίπου 100–150 κιλά/m<sup>3</sup> σε αντίθεση με 200–350 κιλά/m<sup>3</sup> που έχουν οι μεγάλες μπάλες, αυξάνοντας έτσι τα μεταφορικά έξοδα). Στην περίπτωση που ο παραγωγός επιθυμεί να συλλέξει χωριστά

το σπόρο από την υπόλοιπη βιομάζα τότε η ακόλουθη σειρά επεμβάσεων θα πρέπει να εφαρμοστεί στον αγρό με βάση τα διαθέσιμα μηχανήματα:

- 1) συγκομιδή του σπόρου με χρήση αλωνιστικής μηχανής,
- 2) καταστροφή υπολειμμάτων καλλιέργειας σε ύψος 1–3 εκατοστά από το έδαφος (η αλωνιστική μηχανή κόβει το φυτό σε ύψος 30 εκατοστών από το έδαφος),
- 3) συγκέντρωση βιομάζας σε γραμμικούς σωρούς, κοινώς «λαμί» ή «κοσίστρα» με τη χρήση παρελκόμενων ειδικών μηχανημάτων (τα οποία ονομάζονται «ελικόπτερο» ή «μαργαρίτα») και
- 4) δεματοποίηση της βιομάζας σε στρογγυλές ή ορθογώνιες μεγάλες μπάλες (250–350 κιλά/δέμα). Η δημιουργία μικρών δεμάτων (25 κιλά/δέμα με ειδικό βάρος 125 κιλά/m<sup>3</sup>) δεν ενδείκνυται εξαιτίας του υπερβολικού κόστους.

Μελέτες του Εργ. Γεωργίας Π.Θ. δείχνουν ότι, με την καθετοποίηση της παραγωγής, το κόστος συγκομιδής και μεταφοράς της βιομάζας έως 40 χιλιόμετρα δε θα ξεπεράσει τα 20 €/τόνο.

### **1.8 Χρήσεις**

Η αγριοαγκινάρα είναι ένα πολυσύνθετο φυτό το οποίο βρίσκει διάφορες βιομηχανικές και άλλες εφαρμογές.

#### **1.8.1 Στερεό καύσιμο (πελλέτες ή μπρικέτες) για θέρμανση ή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.**

Το δυναμικό της καλλιέργειας ξεπερνά τους 3.2 τόνους ξηρής ουσίας/στρ. Η απόδοση της αγριοαγκινάρας εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, την επάρκεια της εδαφικής υγρασίας, τη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών στο έδαφος και κυμαίνεται από 1 έως 3 τ/στρ σε ξηρή ουσία, αναλόγως των παραπάνω παραγόντων. Συνήθως η τελική παραγωγή μπορεί να συσχετιστεί με αυτή του σκληρού σίτου (παραγωγή αγριοαγκινάρας = παραγωγή σίτου σε σπόρο \* 4). Παράδειγμα, ένας αγρός που παράγει 400 κιλά/στρ σε σιτάρι, θα δώσει 400\*4 = 1.600 κιλά/στρ σε ξηρή βιομάζα αγριοαγκινάρας. Η ενεργειακή απόδοση της βιομάζας εξαρτάται από την κατανομή της ξηρής ουσίας κατά τη συγκομιδή (βλ. βλαστό, σπόρο) και την θερμαντική απόδοση αυτών (βλέπε παρακάτω πίνακα).

Φυτικό τμήμα Αγριοαγκινάρας	Κατανομή σε ξηρά ουσία (%)	Θερμική αξία (MJ/kg) μέγιστο – ελάχιστο
Βλαστοί + βραχίονες	45%	17.67 - 16.47
Κεφαλές χωρίς σπόρο	36%	17.26 - 16.01
Σπόρος	19%	23.43 - 21.88
Σύνολο / φυτό	100%	18.61 - 17.33

Η κατανομή της ξηρής ουσίας μεταβάλλεται με το χρόνο, τις καιρικές συνθήκες (κυρίως θερμοκρασία) και τις καλλιεργητικές φροντίδες (π.χ. άρδευση). Σε γόνιμα εδάφη επαρκώς ποτισμένα η αναλογία σπόρου/βιομάζας αυξάνεται αυξάνοντας και τη συνολική ενεργειακή αξία του φυτού, ενώ σε άγονα μπορεί να φθάσει και το 12%. Στον υπολογισμό της συνολικής ενεργειακής αξίας δεν υπολογίζονται τα φύλλα, καθώς αποτελούν <1–2% της παραγωγής και συνήθως καταστρέφονται (τρίβονται) κατά τη διαδικασία της συγκομιδής. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσια για παραγωγή ηλεκτρισμού ή να μεταποιηθεί σε πελλέτες και κατόπιν να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε οικιακούς ή βιομηχανικούς καυστήρες.

### 1.8.2 Υγρό καύσιμο (βιοντίζελ)

Ο σπόρος της αγριοαγκινάρας περιέχει κατά μέσο όρο 24%λάδι (εύρος: 19–32%) το οποίο έχει παρόμοιες ιδιότητες με αυτό του ηλίανθου. Αυτούσιο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πετρέλαιο - κινητήρες. Το δυναμικό παραγωγής του σπόρου ανέρχεται στα 480 κιλά/στρ, ενώ οι συνηθέστερες παραγωγικότητες είναι της τάξης των 70 έως 330 κιλά/στρ, σε συνάρτηση πάντα με την ολική παραγωγή βιομάζας. Η αγριοαγκινάρα παράγει μια σύνθετη ταξιανθία, όπου οι κεφαλές ποικίλουν σε αριθμό, βάρος, μέγεθος και περιεκτικότητα σε σπόρους. Ο παρακάτω πίνακας δίνει ορισμένα αποτελέσματα αναφορικά με την περιεκτικότητα σε σπόρο ανά μέγεθος ανθοκεφαλής (υγρασία σπόρου 9%). Συνήθως ένα φυτό παράγει κατά μέσο όρο 10–15 κεφαλές διαφόρου διαμετρήματος.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Διάμετρος κεφαλής (cm)	Βάρος ανθοκεφαλής (g)	Βάρος σπόρων (g)	Βάρος σπόρου / ανθοκεφαλή (g)	Βάρος 1000 σπόρων (g)
<3	8.2	0.4	0.04	24.5
3-4	15.3	3.3	0.21	27.2
4-5	23.2	7.1	0.30	28.3
5-6	40.3	13.1	0.33	29.6
6-7	44.3	16.2	0.36	39.4
7-8	51.9	19.4	0.37	42.2
>8	62.0	23.1	0.37	49.3

Ο γεωργός μπορεί να υπολογίσει την ποσότητα σπόρου της καλλιέργειάς του σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

Βάρος σπόρου κεφαλής (g) = 0.42 \* βάρος κεφαλής – 3 (ακρίβεια 95%)

Βάρος σπόρου κεφαλής (g) = 5 \* διάμετρο κεφαλής (cm) – 18 (ακρίβεια 80% και ισχύει μόνο για τις κεφαλές με διάμετρο βάσης >4 cm.

### 1.8.3. Ζωοτροφή

Μπορεί να συγκομισθεί (α) το Δεκέμβριο – Ιανουάριο, όταν η καλλιέργεια θα έχει ύψος περί το 1 μέτρο, υγρασία > 85% και απόδοση σε ξηρή βιομάζα περί τα 300–600 κιλά/στρ και (β) μπορεί να συγκομισθεί τον Ιούνιο με υγρασία περί το 75% και απόδοση σε χλωρή βιομάζα περί τους 5–15 τ/ στρ (αναλόγως τη γονιμότητα και την εδαφική υγρασία). Στην πρώτη περίπτωση η καλλιέργεια αναβλαστάνει και ακολουθεί δεύτερη συγκομιδή εντός της ίδιας χρονιάς, η οποία θα είναι μειωμένη κατά 30% (λιγότερος χρόνος για αύξηση-ανάπτυξη). Η πρωτεΐνη στα φύλλα (συγκομισμένο προϊόν) κυμαίνεται από 16–18%, αλλά η όλη διαδικασία δεν ενδείκνυται, γιατί βάση των καιρικών συνθηκών του ελληνικού χειμώνα, υπάρχει

κίνδυνος συμπίεσης του αγρού από τη διέλευση βαρέων μηχανημάτων. Στη δεύτερη περίπτωση, η χρήση ως ζωοτροφή είναι πιο ενδεδειγμένη. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη παραμένει υψηλή. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται στη λίπανση της επόμενης χρονιάς, καθώς η απορρόφηση θρεπτικών σε αυτό το στάδιο από το φυτό είναι μεγίστη.

#### 1.8.4 Παραγωγή χαρτιού

Η περιεκτικότητα της αγριοαγκινάρας σεχαρτο πολύ είναι κοντά σε αυτή του ευκάλυπτου, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή χαρτιού ανά τον κόσμο. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η αγριοαγκινάρα έχει περιεκτικότητα σε κυτταρίνη 46–59%, ημι-κυτταρίνη 25% και λιγνίτη 7–13%. Οι βλαστοί της αγριοαγκινάρας έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες για παραγωγή χαρτοπολτού, οι δε ενεργειακές απαιτήσεις για την εξαγωγή των ινών είναι χαμηλές.

#### 1.8.5. Φαρμακευτικές ιδιότητες

Από την αγριοαγκινάρα μπορούν να εξαχθούν ουσίες όπως «syringin» και «silymarin». Από την «syringin» παράγεται η καφεΐνη. Από την «silymarin» παράγεται ένα είδος γάλακτος το οποίο χρησιμοποιείται για ασθένειες του ήπατος (συκώτι). Η περιεκτικότητα σε «silymarin» ανέρχεται στα 0.9–2.7 % του συνολικού ξηρού βάρους.

#### 1.8.6. Οργανικό λίπασμα

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, τα υπολείμματα του σπόρου της αγριοαγκινάρας (αυτό που μένει μετά την εξαγωγή του λαδιού, η λεγόμενη «πίτα») περιέχει 50% άνθρακα, 3.8% άζωτο, 0.8% φώσφορο, 0.93% κάλιο και 5.12% στάχτη. Ανά 1.000 κιλά/στρ βιομάζα, τα 150 κιλά θα είναι ο σπόρος, εκ των οποίων τα 40 κιλά θα είναι το λάδι και τα υπόλοιπα 110 κιλά θα είναι η πίτα (δηλαδή το 11% της παραγωγής). Ο λόγος άνθρακα/άζωτο είναι  $50/3.8 = 13/1$  (ή αλλιώς C:N = 13:1). Οι περισσότερες αγροτικές καλλιέργειες έχουν αναλογία C:N = 40:1, ενώ το άχυρο της βρώμης έχει C:N = 80:1, το τριφύλλι έχει C:N = 13:1 και ο χούμος έχει C:N = 10:1. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι τα υπολείμματα του σπόρου της αγριοαγκινάρας έχουν τόσο καλή επίδραση στο έδαφος, όσο έχει και η καλλιέργεια του τριφυλλίου,



βελτιώνοντας κατά πολύ την οργανική ουσία του εδάφους. Συνήθως τα υπολείμματα βρίσκουν εφαρμογή ως οργανικά λιπάσματα σε θερμοκήπια και σε κήπους

Επειδή η καλλιέργεια είναι πολυετής, η προετοιμασία και η σπορά του αγρού θα γίνει μια φορά στα επτά έως δώδεκα χρόνια. Παρόλα αυτά απαιτείται προσοχή και φροντίδα, καθώς λάθη κατά την προετοιμασία και τη σπορά είναι μη αναστρέψιμα και μπορούν να μειώσουν την παραγωγικότητα και τη διάρκεια ζωής της καλλιέργειας (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

Η αγριαγκινάρα πρέπει να σπέρνεται από τα μέσα Σεπτεμβρίου έως τα μέσα Νοεμβρίου, πριν η θερμοκρασία πέσει σε χαμηλά επίπεδα (τουλάχιστον < 6-8°C). Εναλλακτικά πρέπει να σπέρνεται τον Μάρτιο-Απρίλιο, αλλά σε αυτή την περίπτωση το φυτό δεν θα συγκομισθεί το καλοκαίρι (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).

### 1.9 Παραγωγές αγριαγκινάρας

Το 2007-2008 πραγματοποιήθηκε πείραμα, σε 3 περιοχές της Ελλάδας, στο Κιλκίς, την Καρδίτσα και το Αγρίνιο για δύο χρόνια, το οποίο παρέχει τις αγρονομικές βάσεις δεδομένων όσον αφορά την απόδοση και την παραγωγή βιομάζας τριών καλλιεργειών, αγριαγκινάρας, σόργου και ηλίανθου. Τα αποτελέσματα, έδειξαν πολύ καλές αποδόσεις αγριαγκινάρας στην Καρδίτσα με παραγωγή ξηρής βιομάζας έως και 35 t/ha.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι αποδόσεις σε χλωρό βάρος, ξηρό καθώς και η παραγωγή σπόρου. Παρουσιάστηκαν στατιστικά μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις περιοχές. Όπως φαίνεται οι μεγαλύτερες αποδόσεις ληφθήκαν στην Καρδίτσα. Οι υψηλές αποδόσεις μπορεί να οφείλονται σε: α) Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος β) υψηλή γονιμότητα του εδάφους σε αντίθεση με το Κιλκίς εξαιτίας της μέτριας πίεσης νερού, ενώ στο Αγρίνιο η παραγωγή περιορίστηκε εξαιτίας της έλλειψης φωσφόρου.

*Παραγωγές αγριαγκινάρας σε 3 περιοχές της Ελλάδας (Danalatos and Archondoulis 2009)*

Περιοχή	Ύψος Εκατοστά	Ολικό γλωρό βάρος (τ/εκτάριο)	Ολικό ξηρό βάρος (τ/εκτάριο)
Κιλκίς	121,7	14,7	13.6
Καρδίτσα	293,3	47,8	35.1
Αργίριο	54.4	5.9	5.2

**1.10 Σκοπός της μελέτης**

Κύριος σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να είναι να διερευνήσει την επίδραση της αζωτούχου λίπανσης σε αρδευόμενο αγρό στην παραγωγή σπόρου και βιομάζας στο Βελεστίνο Μαγνησίας το 2009.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η παραγωγή σπόρου αγριαγκινάρας δεν έχει μελετηθεί σε βάθος, καθώς επίσης ότι ο διαχωρισμός του σπόρου από τη κεφαλή είναι πολύ δύσκολη εργασία στην παρούσα μελέτη καθορίζουμε επίσης συσχετίσεις μεταξύ βάρους σπόρου/κεφαλής προκειμένου η περιεκτικότητα των κεφαλιών σε σπόρο να υπολογίζεται από απλές αλλομετρικές συναρτήσεις.

## **2. Υλικά και μέθοδοι**

### **2.1 Πειραματικό σχέδιο**

Για τους σκοπούς της μελέτης έγινε πείραμα αγρού στο Πειραματικό Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Το πειραματικό σχέδιο είναι διχαζομένων τεμαχίων (split-plot) σε έξι επαναλήψεις (blocks), συνολικά 30 πειραματικά τεμάχια.. Ο κυριος παραγοντας ήταν η αζωτούχος λίπανση (N) σε 5 επίπεδα:

- Επίπεδο N1: 0 kg N/στρ
- Επίπεδο N2: 6 kg N/στρ.
- Επίπεδο N3: 12 kg N/στρ
- Επίπεδο N4: 18 kg N/στρ.
- Επίπεδο N5: 24 kg N/στρ

Κάθε πειραματικό τεμάχιο έχει διαστάσεις 4m x 9 m δηλαδή εμβαδόν 40 m<sup>2</sup>, επομένως η συνολική έκταση του πειράματος είναι 40 m<sup>2</sup> x 60 = 2400 m<sup>2</sup> μαζί με τους διαδρόμους (πλάτους 2 m) m<sup>2</sup>. Το πειραματικό σχέδιο παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

***Cynara cardunculus* Experiment (Velesino 2008/2009)**

☐ = dry Experiment , ☐ = wet Experiment

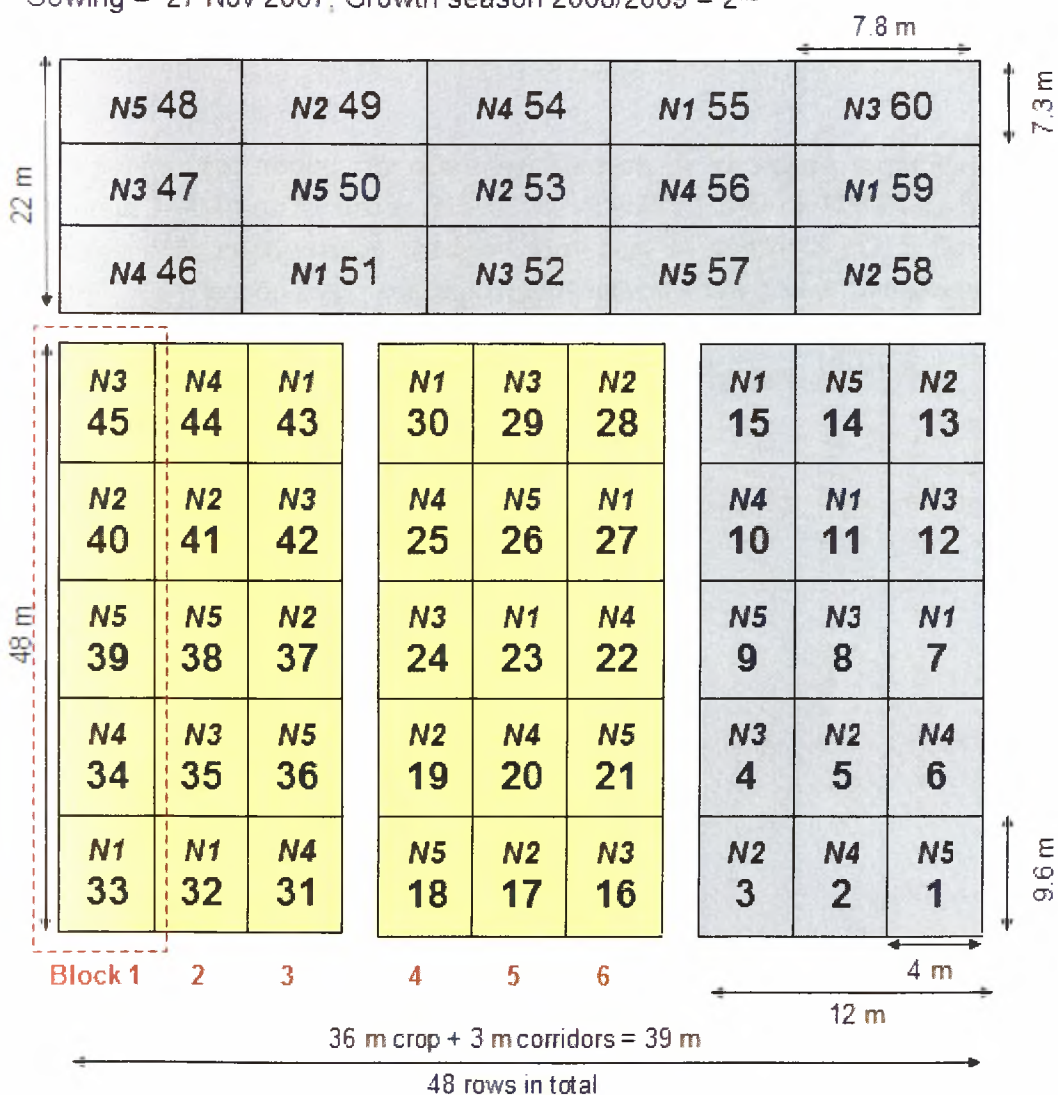
Combined Split-Plot Experiment in 6 blocks:

2 Irrigations x 5 Nitrogen levels x 6 blocks = 60 plots

Plots 16-45 = irrigated and plots 1-15 and 46-60 = rainfed plots

N-application date = 28 Apr 2009 at rates 0, 60, 120, 180 and 240 kg N/ha

Sowing = 27 Nov 2007; Growth season 2008/2009 = 2<sup>nd</sup>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Το γράφημα αφορά την καλλιέργεια της αγριαγκινάρας την περίοδο 2008/2009 στο Βελεστίνο σε ποτισμένο και απότιστο αγρό. Η μελέτη αυτής της εργασιάς αφορά το αρδευόμενο τμήμα αυτού του αγρού. Το πειραματικό σχέδιο του αρδευόμενου αγρού παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

Συγκεκριμένα η καλλιέργεια σπάρθηκε το Νοέμβριο του 2007, και η καλλιεργητική περίοδος του 2008/2009 αφορά το 2ο έτος, το πειραματικό σχέδιο είναι split-plot σε 6 επαναλήψεις ( $5 \times 6 = 30$  πειραματικά τεμάχια), για το αρδευόμενο τμήμα, όπου η εφαρμογή της άρδευσης πραγματοποιήθηκε από τις 20/5 έως τις 15/6, συνολική ποσότητα νερού 140mm, η δε καλλιέργεια βρίσκονταν στο στάδιο ανάπτυξης BBCH 57–69.

Ο παράγοντας αφορά την αζωτούχο λίπανση με τη μορφή νιτρικής αμμωνίας (σκεύασμα 34-0-0) σε 5 επίπεδα ( $N1=0$ ,  $N2=6$ ,  $N3=12$ ,  $N4=18$ ,  $N5=24$  kg N/στρεμ.). Η έκταση κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν περί τα  $4 \times 9.7 = 40$  m<sup>2</sup>, η δε συνολική έκταση του πειράματος συμπεριλαμβανομένου και των διαδρόμων ήταν  $27 \times 48 =$  στρεμ. Η εφαρμογή αζώτου πραγματοποιήθηκε 28 Απριλίου 2009, όταν το φυτό ήταν στο στάδιο ανάπτυξης BBCH 51 (Archontoulis et al., 2010).

### Έδαφος

Το έδαφος όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα κατατάσσεται ταξινομικά στα Xerochrept και συγκεκριμένα στις υποομάδες Typic και Calcic Xerochrept (Μήτσιος κ.α., 2000) και χαρακτηρίζεται από μέσης έως λεπτόκοικης μηχανικής σύστασης και εμφανίζεται με υφή που είναι: πηλώδης, αμμοαργιλοπηλώδης, αργιλοπηλώδης έως αργιλώδης. Η περιεκτικότητα των ανθρακικών αλάτων μειώνεται με το βάθος και στα επιφανειακά τμήματα όπου και το ριζόστρωμα των φυτών, βρίσκεται σε ποσοστά που δεν προκαλούν προβλήματα στην καλλιέργεια. Η κατάσταση υδρομορφίας είναι άριστη (Μήτσιος κ.α., 2000).

Το έδαφος είναι επίπεδο οριζόντιο, χωρίς προβλήματα διάβρωσης, αλλά με κάποιο κίνδυνο απόθεσης νέων υλικών σε συνθήκες έντονων και πλημμυρικών βροχοπτώσεων. Ο βαθμός οξύτητας είναι αλκαλικός, αλλά κάτω των ορίων επικινδυνότητας για απόθεση αλάτων και δημιουργία παθογένειας. Το έδαφος είναι εφοδιασμένο με θρεπτικά στοιχεία σε ικανοποιητικά μέχρι μέτρια επίπεδα (Μήτσιος κ.α., 2000). Λεπτομερειακά στοιχεία παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Υποομάδα : Typic Xerochrept

±

Βάθος ς (cm)	Οργ. ουσία <u>gr/100</u> <u>gr</u> εδάφους .	<u>CaCO</u> 3 %	p H	K me/10 0 <u>gr.</u> <u>εδάφ.</u>	Na me/10 0 <u>gr.</u> <u>εδάφ.</u>	Ca me/10 0 <u>gr.</u> <u>εδάφ.</u>	Mg me/10 0 <u>gr.</u> <u>εδάφ.</u>	IAK me/10 0 <u>gr.</u> <u>εδάφ.</u>
0-32	1,3	9	7,7	1,15	0,07	23,32	3,06	27,60
32-63	0,63	12,3	7,9	1,10	0,18	18,5	4,93	24,7
63-88	0,6	9,4	8,0	1,21	0,19	15,57	3,73	20,7
88- 131	0,56	11,2	8,1	1,55	0,24	17,98	5,43	25,2
131- 162	1,07	9,2	8,1	2,30	0,20	14,77	8,03	25,3

\*IAK= ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

Βάθος (cm)	Fe <u>ppm</u>	Cu <u>ppm</u>	Zn <u>ppm</u>	Mn <u>ppm</u>
0-32	3,00	2,40	1,44	8,40
32-63	2,00	1,58	0,52	2,60

\* Fe.Cu.Zn.Mn γνωστοιχεία

Υποομάδα : Calcic Xerochrept

Βάθος (cm)	Οργ. ουσία gr/100 gr εδάφους	CaCO <sub>3</sub> %	pH	K me/100 gr. εδαφ.	Na me/100 gr. εδαφ.	Ca me/100 gr. εδαφ.	Mg me/100 gr. εδαφ.	ΙΑΚ me/100 gr. εδαφ.
0-30		3,1	7,9	0,15	0,17	23,27	3,71	27,30
30-53	1,5	6,1	8	0,16	0,19	21,06	4,84	26,25
53-70	1,17	14,1	8,1	0,29	0,26	23,12	7,83	31,50
70-99	1,1	19,3	7,9	0,26	0,24	25,04	8,66	34,20
99-126	0,93	10,3	8,	0,23	0,39	27,43	9,45	37,50

\*ΙΑΚ= ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

Βάθος (cm)	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm
0-30	3,40	1,32	0,78	7,40
30-53	4,00	1,36	0,58	4,80

\* Fe.Cu.Zn.Mn ιγνοστοιχεία



Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (3/8/09), όπου το φυτό βρισκόταν στο στάδιο της συγκομιδής (BBCH 95), 60 πειραματικά τεμάχια, έκτασης 1 m<sup>2</sup> το καθένα, συγκομίστηκαν. Αρχικά κάθε δείγμα (3-6 φυτά/δείγμα) διαχωρίστηκε σε βλαστούς (συνυπολογιζόμενους και τους βραχίονες) και σε κεφάλια (όργανα καρποφορίας) και ζυγίστηκαν στον αγρό αμέσως. Ο αριθμός των φυτών/δείγμα και το ύψος των φυτών μετρήθηκε. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ξεροί μίσχοι και τα ξερά φύλλα δεν υπολογίστηκαν κατά την επεξεργασία, διότι ήταν ξερά και τρίβονταν. Κατόπιν τα υλικά τοποθετήθηκαν σε σακούλες και μεταφέρθηκαν σε ένα στεγνό χώρο για ξήρανση 1-2 εβδομάδες. Μετά την ξήρανση, οι βλαστοί και τα κεφάλια ξαναζυγίστηκαν για να καθορίσουν τα ξερά βάρη. Στην περίπτωση των κεφαλιών δεν μετρήθηκε ολικό βάρος αλλά ζυγίστηκαν τα κεφάλια ένα προς ένα και το τελικό άθροισμα καθόρισε το ολικό ξηρό βάρος των κεφαλιών ανά δείγμα, δηλαδή ανά m<sup>2</sup>.



Εικόνα 1. Κεφαλές αγριαγκινάρας προς διαχωρισμό σπόρου.

Στη συνέχεια 3 τυχαία κεφάλια (μικρό, μεσαίο, μεγάλο) ανά δείγμα επιλέχθηκε για περαιτέρω επεξεργασία. Τα επιλεγμένα κεφάλια (3\*60=180) ξαναζυγίστηκαν και η διάμετρος της βάσης τους μετρήθηκε. Στη συνέχεια ακολούθησε η εξαγωγή των

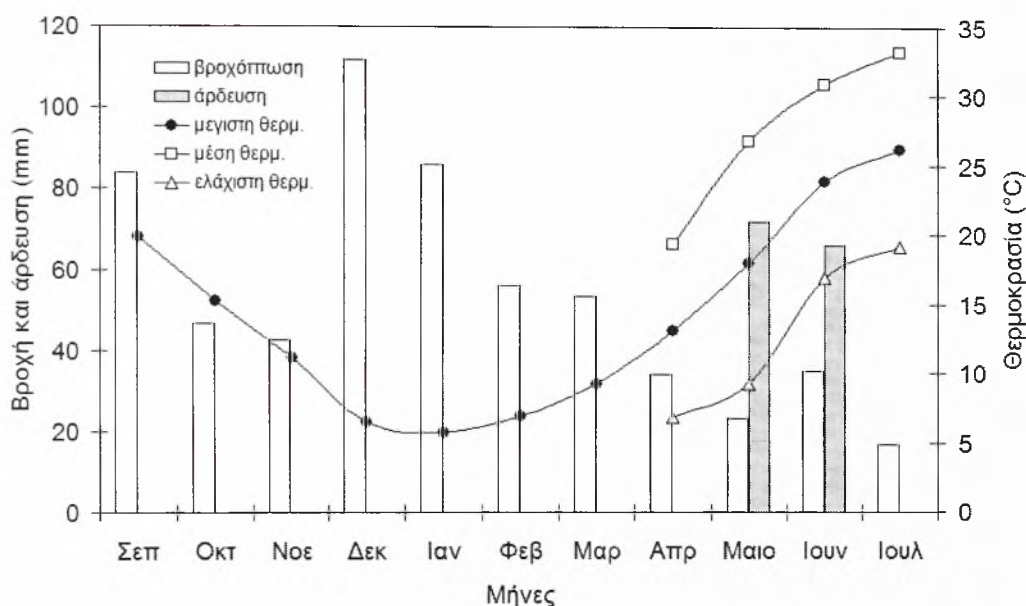
σπόρων από κάθε κεφάλι. Οι σπόροι μετρήθηκαν για να καθορίσουν τον αριθμό των σπόρων που περιέχονται σε κάθε κεφάλι και ζυγίστηκαν για να καθορίσουν το βάρος των σπόρων ανά κεφάλι.

Μετέπειτα και προκειμένου α καθορίσουμε την παραγωγή του σπόρου σε μονάδα έκτασης (δηλαδή kg/στρεμ) και όχι σε κάθε κεφάλι χωριστά ( gr σπόρου/κεφάλι) η καλύτερη συσχέτιση που προέκυψε από συνάρτηση βάρους κεφαλής σε σχέση με το βάρος των σπόρων και η διάμετρος κεφαλής σε σχέση με το βάρος των σπόρων χρησιμοποιήθηκε για να υπολογίσει την περιεκτικότητα σε σπόρο κάθε κεφαλιού χωριστά και μετέπειτα αθροίστηκε για να δώσει την ολική παραγωγή σπόρου ανά μονάδα έκτασης.

### 3. Αποτελέσματα και Συζήτηση

#### 3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

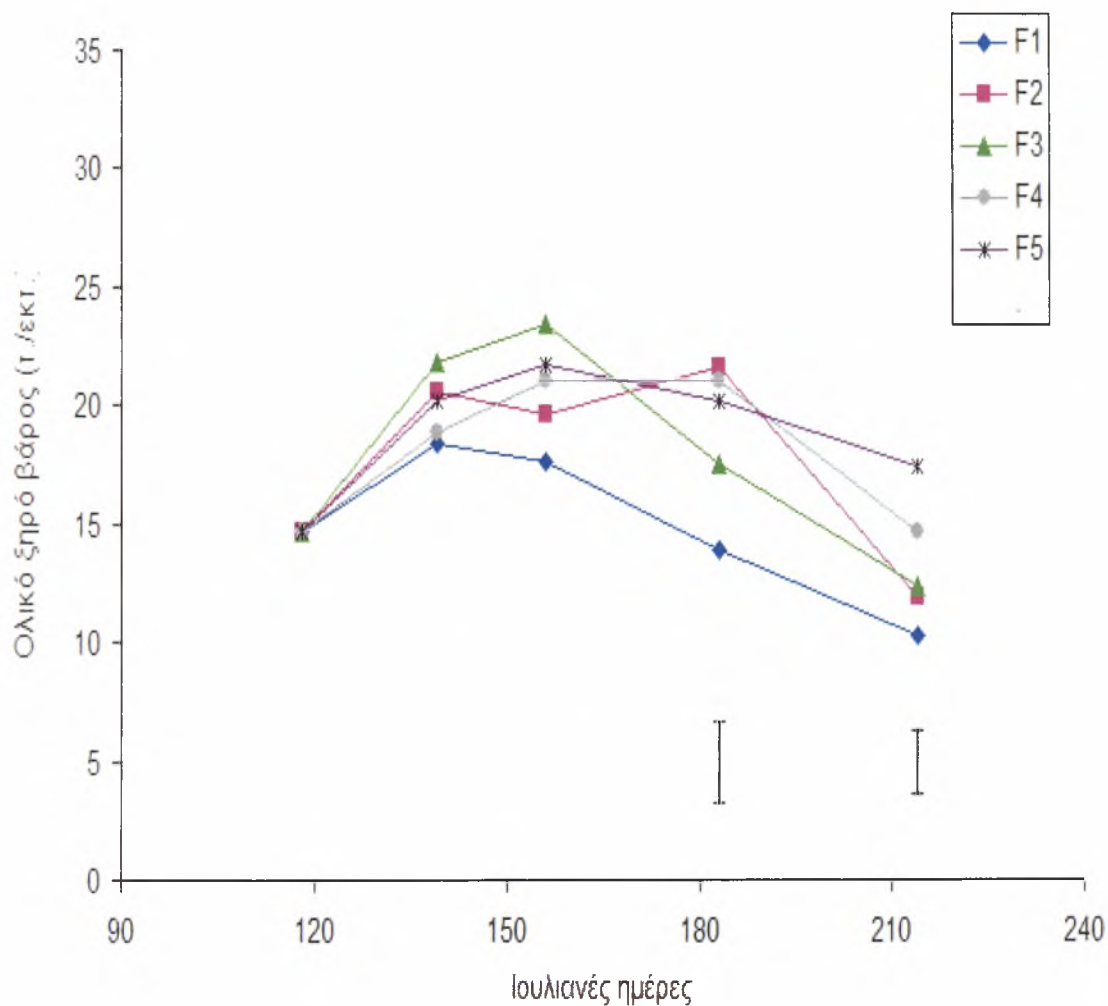
Ωριαία μετεωρολογικά δεδομένα πάρθηκαν από αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό που ήταν εγκατεστημένος στην περιοχή του αγροκτήματος και αφορούν: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση, ταχύτητα ανέμου και ηλιοφάνεια.



Σ.χ.1 Στο παραπάνω σχήμα παρατηρούμε όλα τα καιρικά φαινόμενα που έλαβαν μέρος στον αγρό κατά τη διάρκεια ενός έτους.

### 3.2 Στατιστική ανάλυση

Μετά την συλλογή των πειραματικών δεδομένων, έγινε στατιστική ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με την χρήση του στατιστικού πακέτου GENSTAT (Version 7) ακολουθώντας διπαραγοντικό σχέδιο ανάλυσης (split-plot).



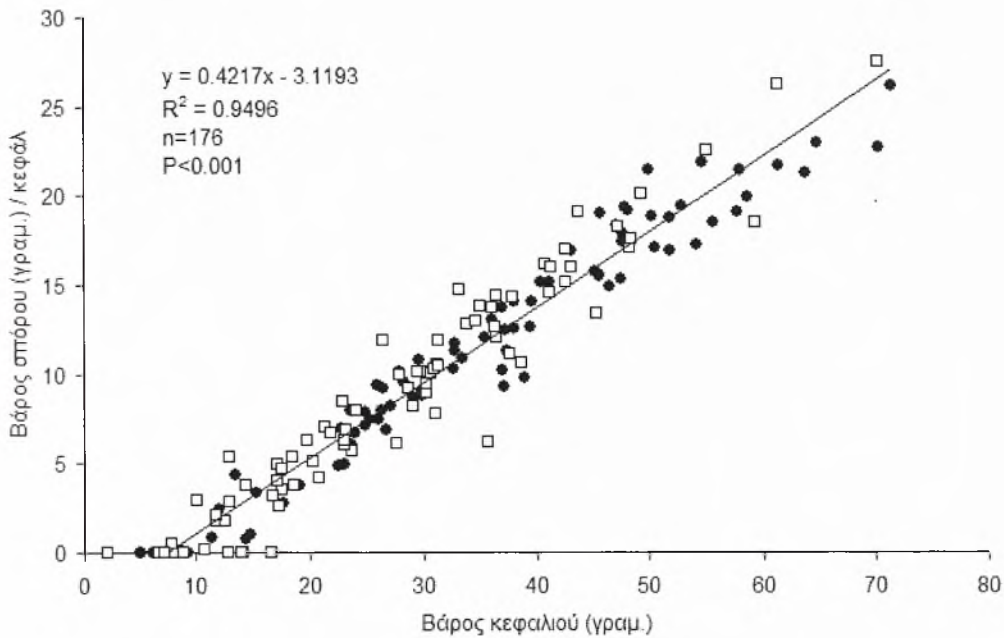
Σ.χ.2 Αύξηση βιομάζας της αγκινάρας κατά την πάροδο του χρόνου σε σχέση με τους 5 διαφορετικούς τύπους λιπάσματος που εφαρμόστηκαν σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.3 Κλιματικές συνθήκες

Το κλίμα της Ελλάδας είναι τυπικό Μεσογειακό κλίμα με ψυχρούς και υγρούς χειμώνες και πολύ ξηρά και θερμά καλοκαίρια. Η Θεσσαλία, η οποία αποτελεί το γεωγραφικό τόπο του πειράματός μας, χαρακτηρίζεται από πιο ηπειρωτικά κλιματικά χαρακτηριστικά, με ψυχρότερους χειμώνες και θερμότερα καλοκαίρια.

### 3.4 Σχέση βάρους σπόρων – βάρους κεφαλής

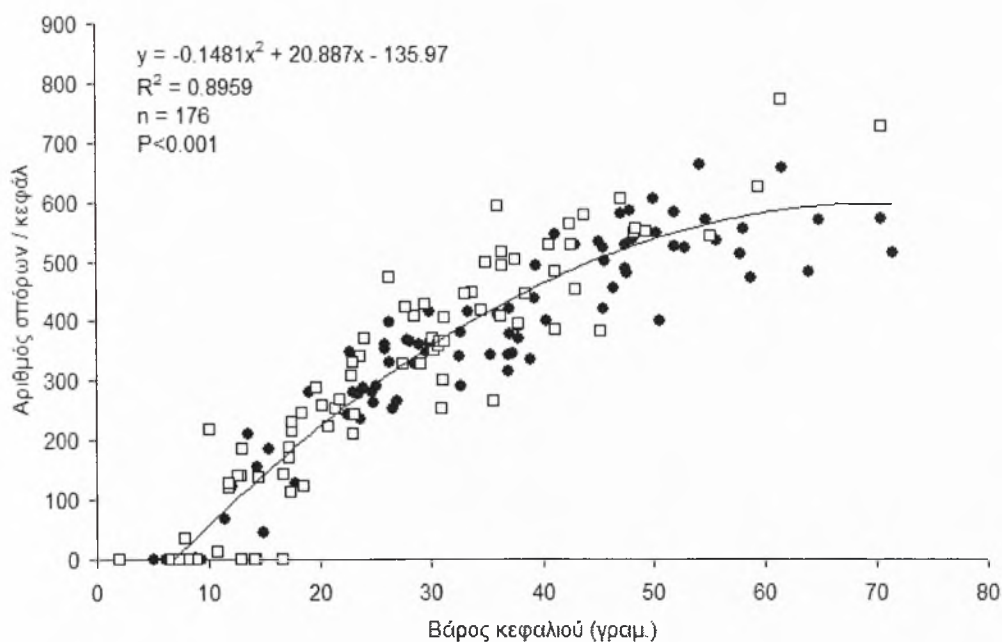
Στο ακόλουθο σχήμα παρατηρούμε την σχέση βάρους σπόρων σε συνάρτηση με το βάρος κεφαλής σε απότιστο αγρό σύμφωνα με τα μαύρα δεδομένα του πίνακα. Φαίνεται λοιπόν ότι ακολουθεί μια γραμμική συνάρτηση, όπου καταδεικνύει ότι το βάρος του σπόρου αυξάνεται αναλογικά με το βάρος του κεφαλιού. Το  $R^2$  υποδηλώνει το ότι η σχέση μας είναι ακριβής σε ποσοστό 95% περίπου. Σύμφωνα με την πτυχιακή διατριβή της Τσιτσιμπίκου στην οποία το ποσοστό επιτυχίας ήταν ομοίως αξιόλογο ( $R^2=96\%$ ) βλέπουμε ότι κυμαινόμαστε σε ικανοποιητικά επίπεδα. Επίσης κατά την έρευνα του Αρχοντούλη (Archontoulis .et al, 2009) όπου  $R^2 =96\%$  φαίνεται ότι το ποσοστό επιτυχίας είναι παρόμοιο της παραπάνω έρευνας. Πέραν ενός σημείου όσο αυξάνεται το βάρος της κεφαλής αυξάνεται και το βάρος του σπόρου με συντελεστή 42,17%. Το μέγιστο βάρος του σπόρου μια κεφαλής στο Βελεστίνο είναι περί τα 70 gr (100 gr είναι για τον Παλαμά) (Archontoulis .et al, 2008), η δε μέγιστη περιεκτικότητα σε σπόρο του μεγαλύτερου κεφαλιού είναι 26 gr (41 είναι για το Παλαμά). Αυτά τα δεδομένα είναι τα πρώτα που προκύπτουν για την περιοχή του Βελεστίνου καθώς οι προηγούμενες μελέτες (Σκούρας, 2003, Γιαννούλης, 2007) δεν μελέτησαν τα όργανα καρποφορίας αλλά επικεντρώθηκαν στην παραγωγή βιομάζας. Δεδομένου ότι η παραπάνω σπόρου μπορεί να περιγραφεί κατά 94% από το βάρος του σπόρου, εφαρμόσαμε αυτή τη σχέση σε κάθε κεφαλή που περιέχονταν σε κάθε δείγμα και το άθροισμα των υπολογισμών έδωσε την τελική παραγωγή σπόρου ανά δείγμα η αλλιώς ανά τετραγωνικό μέτρο η αλλιώς σε kg/στρ. Παρόμοιες μελέτες (Archontoulis .et al, 2008), (Τσιτσιμπίκου, 2009) δείχνουν όμοιες συναρτήσεις γεγονός που αυξάνει τα ευρήματα μας.



Σ.χ.3 Το παραπάνω διάγραμμα παρατηρώντας τα μαύρα δεδομένα μας δίνει πληροφορίες για το βάρος σπόρου σε συνάρτηση με το βάρος κεφαλιού σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο 2009.

### 3.5 Σχέση αριθμού σπόρων-βάρος κεφαλιού

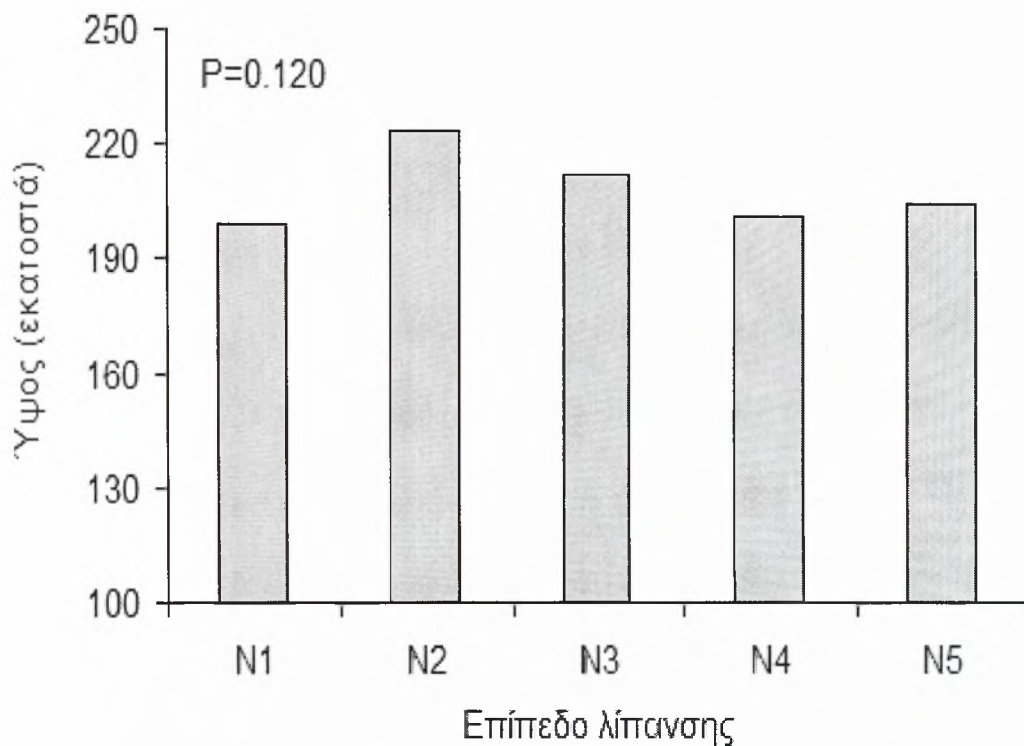
Συσχετίζοντας τον αριθμό του σπόρου με το βάρος της κεφαλής βρήκαμε μια μη γραμμική συνάρτηση. Η παραλλακτικότητα είναι μικρή και για τη σωστή περιγραφή της απαιτείται μη γραμμικό μοντέλο. Ένα σημαντικό εύρημα από αυτή την μελέτη είναι ότι ο μέγιστος αριθμός σπορών ανέρχεται στα 680 σπόρια ανά κεφάλι. Στον Παλαμά τα μεγάλα κεφαλιά μπορούν να περιέχουν έως και 800 σπόρους (Archontoulis ..et al, 2008).



Σ.χ.4 Το παραπάνω διάγραμμα παρατηρώντας τα μαύρα δεδομένα, μας δίνει πληροφορίες για τον αριθμό σπόρων αγριαγκινάρας που περιέχεται στην κεφαλή σε συνάρτηση του βάρους της, σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.6 Ύψος φυτού (εκατοστά)

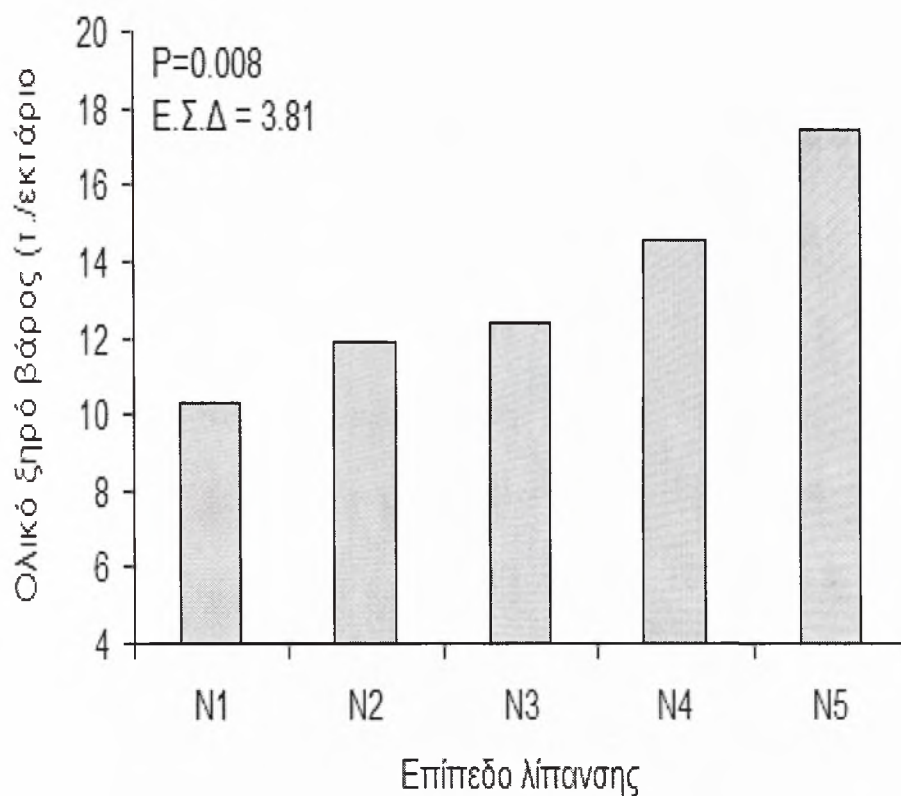
Παρατηρούμε το τελικό ύψος αγριαγκινάρας σε σχέση με την εφαρμογή αζώτου ( $v_1=, v_2=...$ )



Σ.χ.5 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό ύψος αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

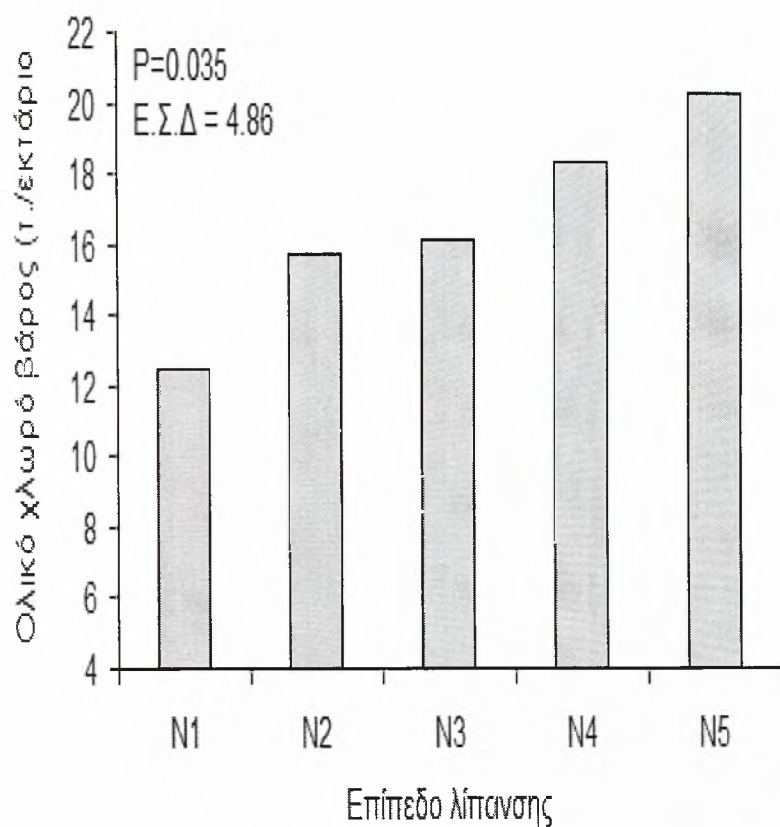


3.7 Ολικό ξηρό βάρος (τόνους/εκτάριο)



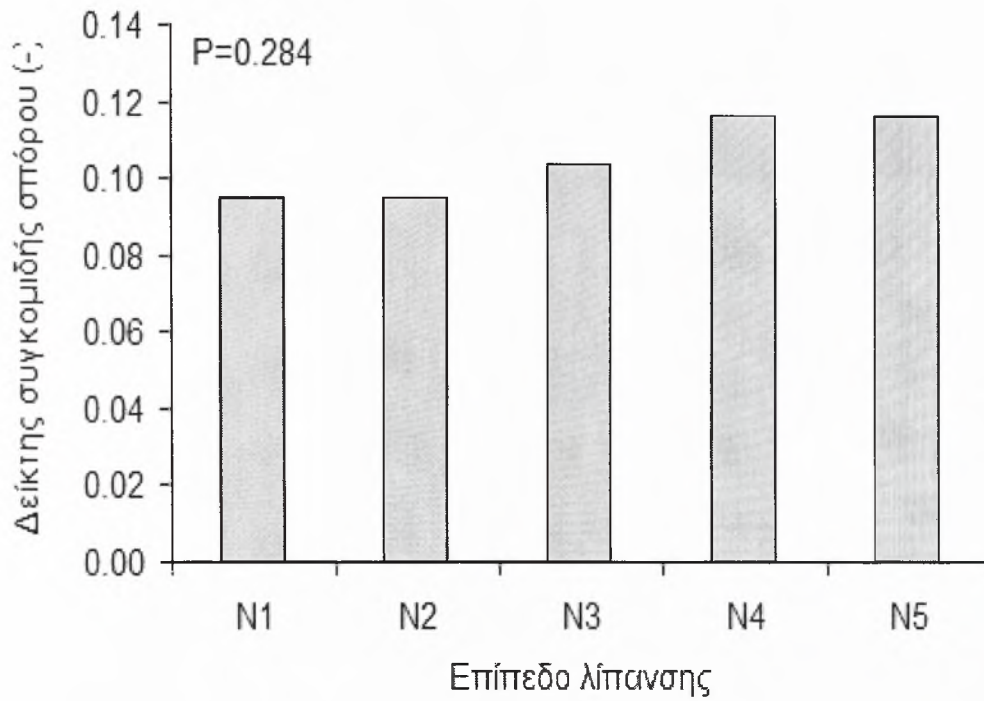
Σ.χ.6 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό ξηρό βάρος αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.8 Ολικό χλωρό βάρος (τόνους/εκτάριο)



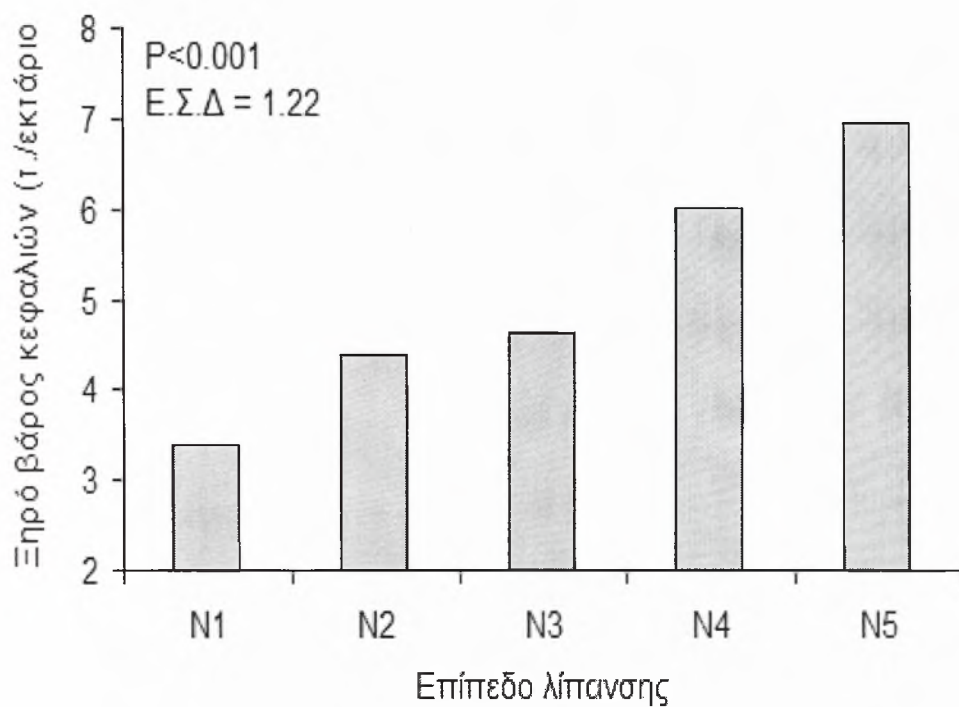
Σ.χ.7 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό χλωρό βάρος αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.9 Δείκτης συγκομιδής ΗΙ (λόγος βάρους σπόρων/ολικό βάρος)



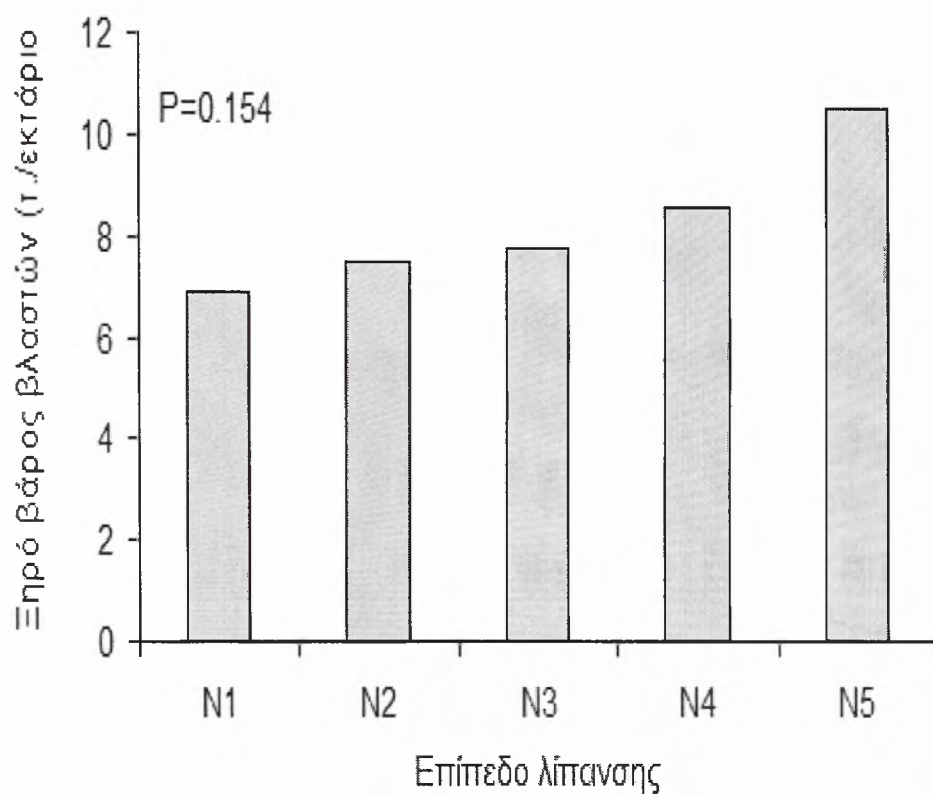
Σ.χ.8 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο δείκτη συγκομιδής αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.10 Ολικό ξηρό βάρος κεφαλιών (τόνους/εκτάριο)



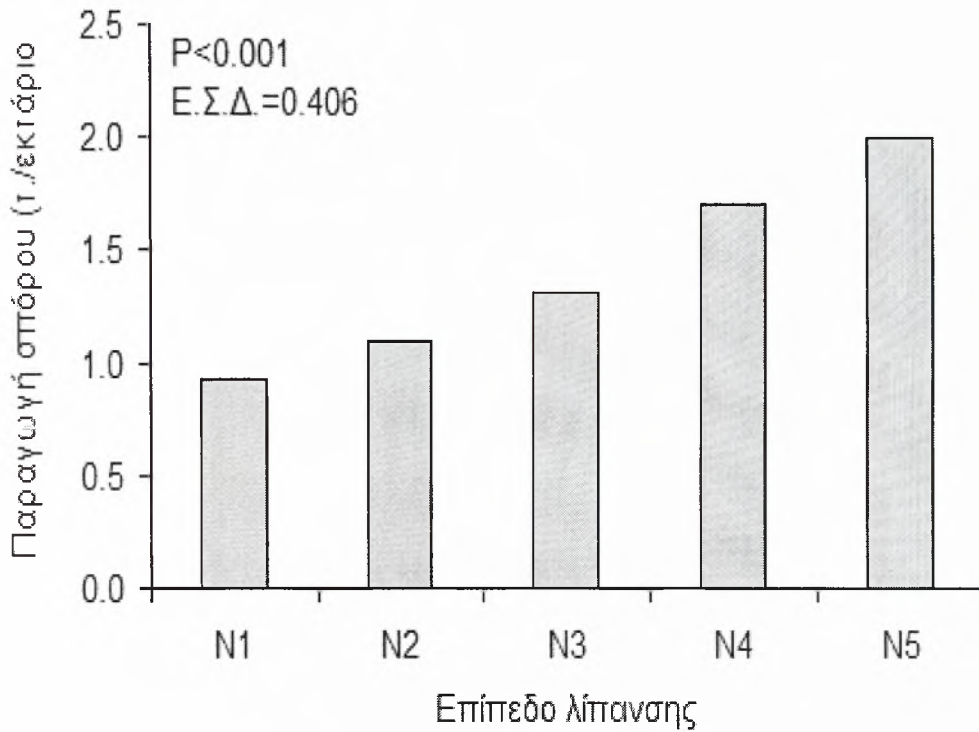
Σ.χ.9 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο ξηρό βάρος κεφαλιών αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.11 Ολικό ξηρό βάρος βλαστών (τόνους/εκτάριο)



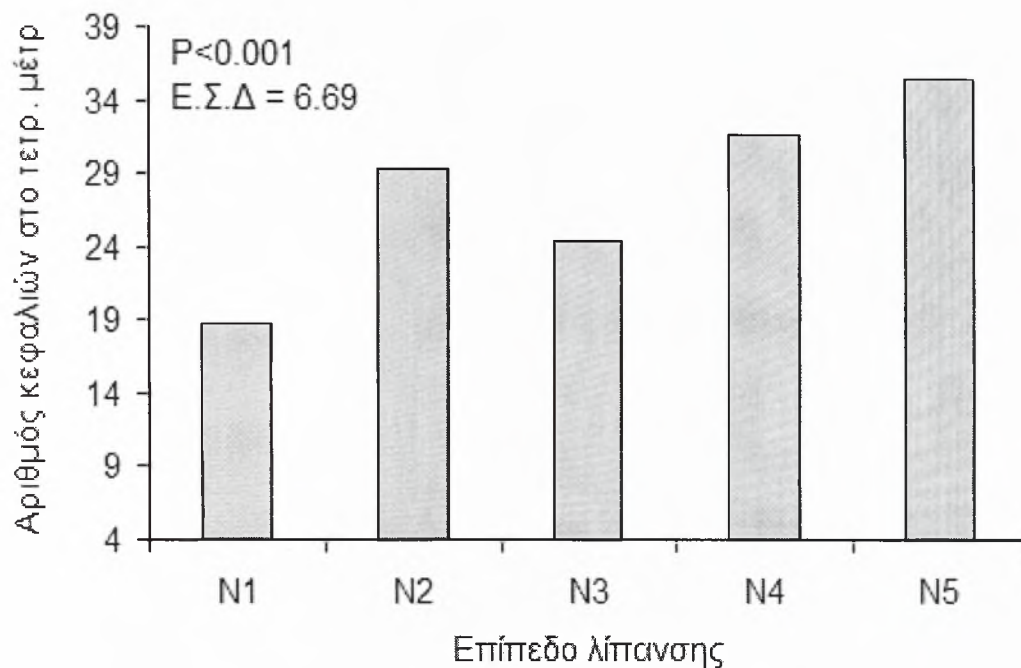
Σ.χ.10 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο ξηρό βάρος βλαστών αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.12 Ολική παραγωγή σπόρου (τόνους/εκτάριο)



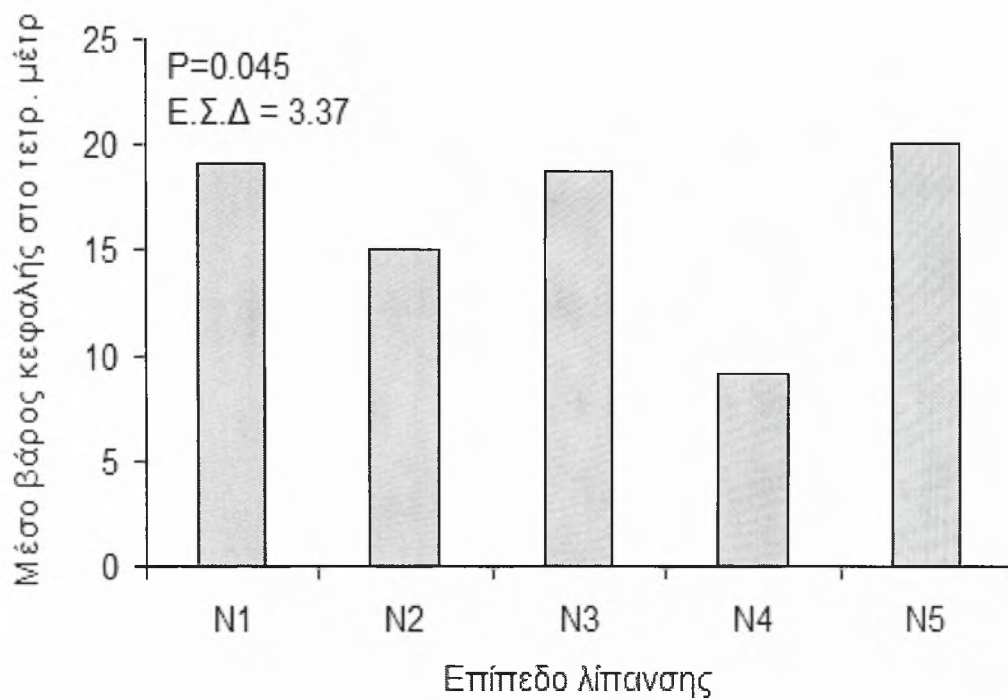
Σ.χ.11 Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην παραγωγή σπόρου αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.13 Συνολικός αριθμός κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο)



Σ.χ.12 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο συνολικό αριθμό κεφαλιών αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

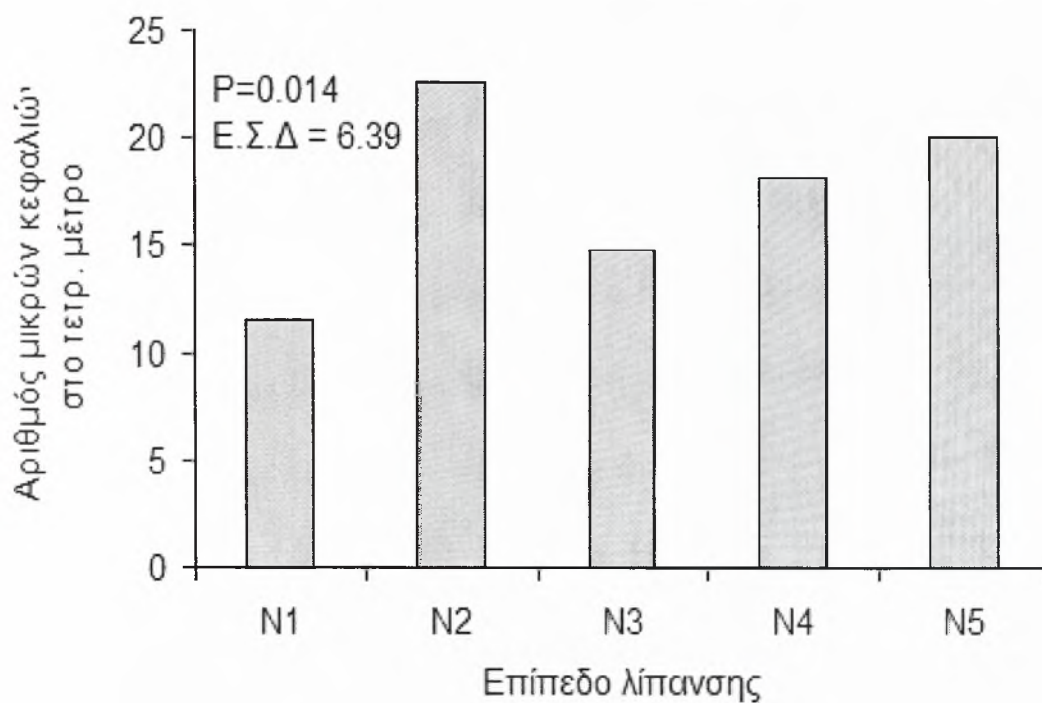
3.14 Μέσο βάρος κεφαλής



Σ.χ.13 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στο μέσο βάρος κεφαλής αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

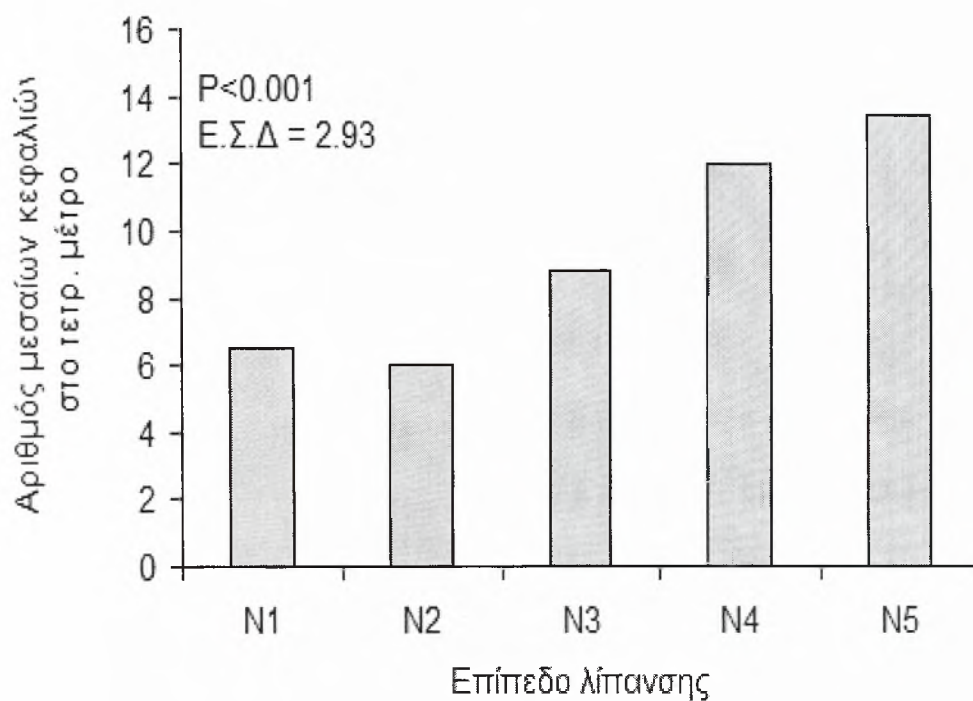


### 3.15 Αριθμός μικρών κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο)



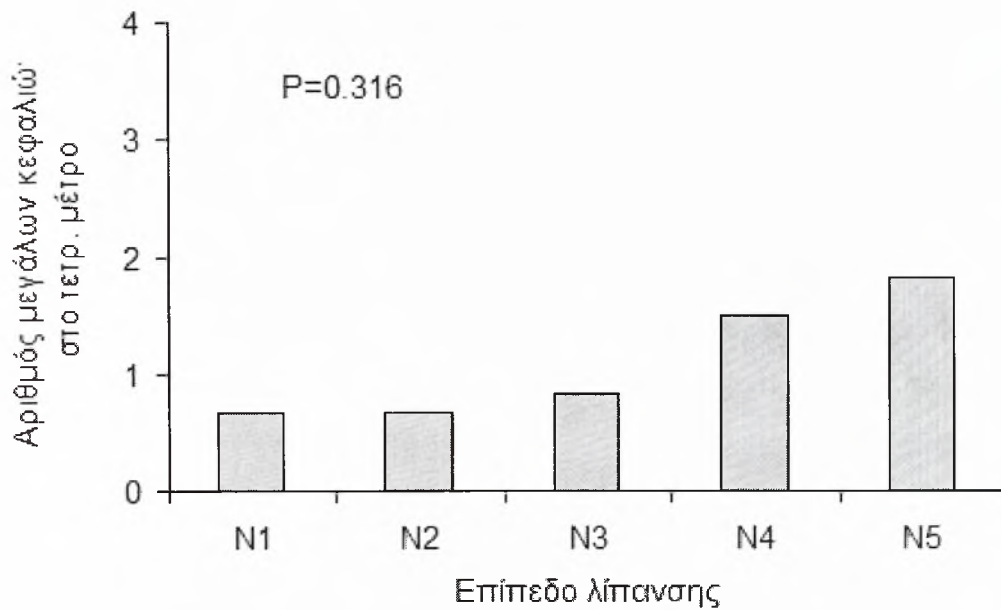
**Σ.χ.14** Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στον αριθμό μικρών κεφαλιών αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.16 Αριθμός μεσαίων κεφαλών (τετραγωνικό μέτρο)



Σ.χ.15 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στον αριθμό μεσαιών κεφαλών αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

### 3.17 Αριθμός μεγάλων κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο)



Σ.χ.18 Η επίδραση των 5 επίπεδων αζωτούχου λίπανσης στον αριθμό μεγάλων κεφαλιών αγριαγκινάρας σε απότιστο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

#### 4. Συμπεράσματα

Η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) είναι ένα σημαντικό φυτό βιοενέργειας, ιδιαίτερα υποσχόμενο στις Ελληνικές συνθήκες. Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει πρωτογενή δεδομένα που ελήφθησαν από τον πειραματικό αγρό με αγριαγκινάρα στην περιοχή του Βελεστίνου και αφορά την παραγωγικότητα της αγριαγκινάρας κάτω από διαφορετικά επίπεδα λίπανσης σε απότιστο αγρό.

- Όσο αυξάνεται το βάρος της κεφαλής αυξάνεται και το βάρος του σπόρου με συντελεστή 42,17%. Το μέγιστο βάρος του σπόρου μια κεφαλής στο Βελεστίνο είναι περί τα 70 gr η δε μέγιστη σε περιεκτικότητα σε σπόρο του μεγαλύτερου κεφαλιού είναι 26 gr
- Όσο αφορά το ολικό ξηρό βάρος, η εφαρμογή αζώτου αύξησε την παραγωγή σπόρου κατά 41% από το 0 έως τις 24 μονάδες, ενώ από 0 έως 12 μονάδες η αύξηση ήταν ελάχιστη.
- Ο μέγιστος αριθμός σπόρων ανά κεφαλή είναι στα 680 σπόρια, ενώ σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στον Παλαμά περί τα 800 σπόρια/κεφαλή.
- Το ειδικό βάρος του σπόρου κυμαίνεται από 17 έως 47 mg/σπόρος για το Βελεστίνο, μέσο όρο περί το 28mg.
- Συσχετίζοντας το λόγο βάρος σπόρου/κεφαλής (=δείκτης συγκομιδής στο επίπεδο της κεφαλής) με το βάρος της κεφαλής, βρήκαμε ότι ο λόγος είναι περί το 15% για τα μικρά κεφάλια (<20 gr), περί το 30% για τα μεσαία κεφάλια (20-40 gr) και περί το 38% για τα μεγάλα κεφάλια (>40 gr). Αυτό σημαίνει ότι είναι προτιμότερο να έχουμε μεγάλα κεφάλια, η αλλιώς λίγα μεγάλα κεφάλια παρά πολλά και μικρά.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

1. Archontoulis SV, Danalatos NG, Struik PC, Vos J, Yin X, 2008. Agronomy of *Cynara cardunculus* growing in an aquic soil in central Greece. Proceedings of the International conference on Agricultural Engineering, Crete, Greece, p. 1–15.
2. Archontoulis SV, Danalatos NG, Yin Y, Struik PC, 2008. Leaf photosynthesis, and respiration of *Cynara cardunculus*. Proceedings of the 16<sup>th</sup> European Biomass Conference, Valencia, Spain, p. 636–639.
3. Archontoulis SV, Danalatos NG, Struik PC, 2009. Determination of *Cynara cardunculus* seed yield and harvest index. Proceedings of the 17<sup>th</sup> European biomass conferences, Hamburg, Germany, p. 557– 561.
4. Archontoulis SV, Struik PC, Vos J, Danalatos NG, 2010. Phenological growth stages of *Cynara cardunculus*: Codification and description according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, 156, 253–270.
5. Born J., 2007. Biofuels. Are they the solution?, *National Geographic*, Central Issue, October 2007.
6. Danalatos NG, 2008. Changing Roles: Cultivating Perennial Weeds vs. Conventional Crops for Bio-energy Production. The Case of *Cynara cardunculus*. Proceedings of the (CTSI) Clean Technology & Sustainable Industries Conference, Boston, M.A, USA, 1–4 pp.

7. Danalatos NG, Archontoulis SV, Giannoulis K, Rozakis S, 2006. Miscanthus and Cardoon as alternative crops for solid fuel production in central Greece. International Conference, on Information Systems, Sustainable Agriculture, Agro-environment and Food technology, to be held in Volos, Greece, September 20–23, pp. 387–397.
8. Danalatos NG, Archontoulis SV, Mitsios I, 2007. Potential growth and biomass productivity of Miscanthus x giganteus as affected by plant density and N-fertilization in central Greece. *J. Biomass and Bioenergy* 31, 145–152.
9. EUR 21350, 2005. European Commission report – BIOMASS – Green energy for Europe. Luxembourg, ISBN 92–894–8466–7, pp. 46.
10. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2008. Crop Prospects and Food Situation. Number 1, February 2008. (<http://www.fao.org/docrep/010/ah881e/ah881e04.htm>)
11. Howartha, R. W., Bringezub, S., Martinellic L.A., Santoroa, R., Messemnd D., Sala, O.E., 2009. Introduction: Biofuels and the Environment in the 21st Century. In: *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) International Biofuels Project Rapid Assessment, 22-25 September 2008, Gummersbach, Germany*. R.W. Howarth and S. Bringezu, editors.
12. Jurginger M, Faaij A, Rosillo-Calle F, Wood J. 2006. The growing role of biofuels – opportunities, challenges and pitfalls. *International Sugar Journal* 108: 618–629.
13. Karp, A., and Shield, I., 2008. Bioenergy from plants and the sustainable yield challenge. *New Phytologist*, 179: 15–32.
14. Mardikis M, Nikolaou A, Djouras N, Panoutsou C, 2004. Agricultural biomass in Greece: Current and future trends. In *Biomass and agriculture: sustainability, market and policies*. OECD, Publication service, September, Paris, pp. 363–376.

15. REN21. 2008. Renewables 2007 - Global Status Report. REN21 Secretariat, Paris and Worldwatch Institute, Washington, DC
16. Sims REH, Hastings A, Schlamadinger B, Taylor G, Smith P. 2006. Energy crops: current status and future prospects. *Global Change Biology* 12: 2054–2076.

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. Γιαννούλης Κυριάκος, 2003. Πτυχιακή Διατριβή: Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από διαφορετικές πυκνότητες πληθυσμού και αζωτούχου λίπανσης στην Κ.Ελλάδα.
2. Δαναλάτος Ν. και Αρχοντούλης Σ., 2008. Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων, αγριαγκινάρας, ηλίανθου και σόργου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
3. Σκούρας Παναγιώτης, 2003. Πτυχιακή Διατριβή: Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από διαφορετικές συνθήκες πυκνότητας πληθυσμού και λίπανσης στη Θεσσαλία την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002.
4. Τσιτσιμπίκου Νίκη 2009. Θέμα πτυχιακής διατριβής: Μορφολογικά χαρακτηριστικά της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*).

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

**Στατιστική**

**Teliki kopi-ΣΑΒΑΣ ξηρικό**

Variate: Dwhead = ksiro baros kefalwn se t/ha

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	14.567	2.913	2.83	
B.*Units* stratum					
F	4	47.972	11.993	11.65	<.001
Residual	20	20.594	1.030		
Total	29	83.134			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: Dwhead

Grand mean 5.08

F	1	2	3	4	5
	3.39	4.40	4.64	6.02	6.97



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	0.414

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	0.586

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	1.222

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Variate: Dwseed = ξηρο βάρος σπορών σε τόνους / εκταριο

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	1.2630	0.2526	2.22	
B.*Units* stratum					
F	4	4.6864	1.1716	10.28	<.001
Residual	20	2.2790	0.1139		
Total	29	8.2283			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: Dwseed

Grand mean 1.409

F	1	2	3	4	5
	0.932	1.092	1.310	1.708	2.004

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	0.1378

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	0.1949

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	0.4065

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: Dwstalk = ξηρο βάρος βλαστών σε τ/εκταριο

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	8.831	1.766	0.28	
B.*Units* stratum					
F	4	46.652	11.663	1.88	0.154
Residual	20	124.290	6.214		
Total	29	179.773			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: Dwstalk

Grand mean 8.25

F	1	2	3	4	5
	6.92	7.50	7.77	8.57	10.51

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.018

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	1.439

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	3.002

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Variate: Dwttotal = ολικό ξηρο βάρος τ/εκταριο

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	25.51	5.10	0.51	
B.*Units* stratum					
F	4	185.30	46.33	4.61	0.008
Residual	20	200.79	10.04		
Total	29	411.61			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 5            -1.85    s.e. 0.92

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: Dwttotal

Grand mean 13.34

F	1	2	3	4	5
	10.31	11.89	12.41	14.59	17.48

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.294

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	1.829

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	3.816

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: Fwtotal = ολικό χλωρο βάρος σε τ/εκταριο

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	84.04	16.81	1.03	
B.*Units* stratum					
F	4	208.38	52.10	3.20	0.035
Residual	20	325.86	16.29		
Total	29	618.28			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: Fwtotal

Grand mean 16.60

F	1	2	3	4	5
	12.48	15.73	16.13	18.35	20.31



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.648

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	2.330

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	4.861

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: HI = δείκτης συγκομιδής (κιλά/κιλά)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	0.0038664	0.0007733	1.52	
B.*Units* stratum					
F	4	0.0027654	0.0006913	1.36	0.284
Residual	20	0.0101814	0.0005091		
Total	29	0.0168131			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: HI

Grand mean 0.1053

F	1	2	3	4	5
	0.0951	0.0951	0.1036	0.1165	0.1164

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	0.00921

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	0.01303

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	0.02717

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: heads = αριθμος κεφαλιων στο μ2.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	549.07	109.81	3.36	
B.*Units* stratum					
F	4	1024.87	256.22	7.84	<.001
Residual	20	653.93	32.70		
Total	29	2227.87			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 1      \*units\* 1                      -9.6    s.e. 4.7

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: heads

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Grand mean 27.9

F	1	2	3	4	5
	18.7	29.3	24.5	31.7	35.5

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	2.33

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	3.30

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

l.s.d. 6.89

135.....  
 .....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: height = υψος σε εκατοστά

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	1204.2	240.8	0.86	
B.*Units* stratum					
F	4	2355.0	588.7	2.09	0.120
Residual	20	5625.0	281.2		
Total	29	9184.2			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 2	*units* 5	-33.3	s.e. 13.7
B 3	*units* 4	31.0	s.e. 13.7

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: height

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Grand mean 207.8

F	1	2	3	4	5
	199.2	223.3	211.7	200.8	204.2

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	6.85

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	9.68

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	20.20

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Variate: large = αριθμός μεγάλων κεφαλιών στο μ<sup>2</sup>

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	2.700	0.540	0.40	
B.*Units* stratum					
F	4	6.867	1.717	1.27	0.316
Residual	20	27.133	1.357		
Total	29	36.700			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: large

Grand mean 1.10

F	1	2	3	4	5
	0.67	0.67	0.83	1.50	1.83

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*



Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	0.476

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	0.672

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	1.403

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Variate: mean = μέσο βάρος κεφαλιών σε γραμμάρια/μ<sup>2</sup>

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	50.333	10.067	1.28	
B.*Units* stratum					
F	4	92.768	23.192	2.95	0.045
Residual	20	157.055	7.853		
Total	29	300.156			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: mean

Grand mean 18.45

F	1	2	3	4	5
	19.13	15.04	18.77	19.18	20.11

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table F

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.144

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	1.618

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	3.375

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
 ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Variate: medium = αριθμός μεσέων κεφαλιών στο μ2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	79.367	15.873	2.68	
B.*Units* stratum					
F	4	263.133	65.783	11.11	<.001
Residual	20	118.467	5.923		
Total	29	460.967			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: medium

Grand mean 9.37

F	1	2	3	4	5
	6.50	6.00	8.83	12.00	13.50

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table F  
 rep. 6

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

d.f. 20  
e.s.e. 0.994

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table F  
rep. 6  
d.f. 20  
s.e.d. 1.405

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table F  
rep. 6  
d.f. 20  
l.s.d. 2.931

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Variate: small = αριθμός μικρών κεφαλιών στο μ<sup>2</sup>.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	464.27	92.85	3.30	
B.*Units* stratum					
F	4	464.13	116.03	4.12	0.014
Residual	20	563.07	28.15		
Total	29	1491.47			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 1	*units* 1	-8.80	s.e. 4.33
B 3	*units* 5	10.77	s.e. 4.33

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: small

Grand mean 17.47

F	1	2	3	4	5
	11.50	22.67	14.83	18.17	20.17

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	2.166

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	3.063

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	6.390

## Φωτογραφίες









ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000111681