

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



**«Η επίδραση της λίπανσης στην αύξηση και την παραγωγικότητα
σπόρου και βιομάζας αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο
Βελεστίνο Μαγνησίας»**

Μπατζογιάννης Δημήτριος

Πτυχιακή Διατριβή που υποβλήθηκε στο τμήμα Γεωπονίας Φυτικής
Παράγωγης & Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για τη λήψη πτυχίου του
γεωπόνου.

Βόλος 2011



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

Αριθ. Εισ.: 10151/1
Ημερ. Εισ.: 22-11-2011
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2011
ΜΠΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μπατζογιάννης Δημητριος

**«Η επίδραση της λίπανσης στην αύξηση και την παραγωγικότητα
σπόρου και βιομάζας αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο
Βελεστίνο Μαγνησίας»**

Εξεταστική Επιτροπή

- Δαναλάτος Ν. Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Δημήρκου Α. Καθηγήτρια
- Μπαρτζιάλης Δ. π/δ 407/80

Βόλος 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Ν. Δαναλάτο για τις πολύτιμες συμβουλές, τη συνεχή καθοδήγηση κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, για τη βοήθεια που μου παρείχε μέχρι την ολοκλήρωση της Πτυχιακής μου Διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια κα. Ανθούλα Δημήρκου και τον Δημήτριο Μπαρτζιάλη για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Αρχοντούλη Σωτήρη για την πολύτιμη βοήθεια καθόλη τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά και κατά τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή αναφέρεται στην αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*). Μελετάτε η επίδραση της λίπανσης στην παραγωγή σπόρου και βιομάζας, σε ποτισμένο 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	σελ
1.1 Ιστορική εξέλιξη και ονοματολογία.....	4
1.2 Ταξινόμηση.....	4
1.3 Μορφολογία.....	5
1.4 Φαινολογία.....	7
1.5 Βιο-ενεργειακές καλλιέργειες.....	9
1.6 Παραγωγή- Κύκλος Φυτού.....	14
1.6.1 Βιο-ενεργειακές καλλιέργειες.....	15
1.6.2 Φως.....	16
1.6.3 Νερό.....	17
1.6.4 Έδαφος.....	18
1.7 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	18
1.7.1 Εποχή σποράς.....	18
1.7.2 Προετοιμασία σποράς.....	20
1.7.3 Αμειψισπορά.....	20
1.7.4 Ζιζανιοκτονία.....	21
1.7.5 Εχθροί και ασθένειες.....	21
1.7.6 Λίπανση.....	21
1.7.7 Άρδευση.....	22
1.7.8 Συγκομιδή.....	23
1.8 Χρήσεις.....	24
1.8.1 Στερεό καύσιμο.....	24
1.8.2 Υγρό καύσιμο (βιοντίζελ).....	25
1.8.3 Ζωοτροφή.....	27
1.8.4 Παραγωγή χαρτιού.....	27
1.8.5 Φαρμακευτικές ιδιότητες.....	27
1.8.6 Οργανικό λίπασμα.....	28
1.9 Παραγωγές αγριαγκινάρας.....	28
1.10 Σκοπός της μελέτης.....	29
2. Υλικά και μέθοδοι.....	30
2.1 Πειραματικό σχέδιο.....	30
3. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	39
3.1 Κλιματικές συνθήκες.....	39
3.2 Σχέση βάρους σπόρων – βάρους κεφαλής.....	39
3.3 Σχέση αριθμού σπόρων-βάρους κεφαλιού.....	40
3.4 Ολικό χλωρό βάρος (τόνους/εκτάριο).....	42
3.5 Ολικό ξηρό βάρος (τόνους/εκτάριο).....	42
3.6 Ολικό ξηρό βάρος κεφαλιών (τόνους/εκτάριο).....	43
3.7 Ολικό ξηρό βάρος σπόρου (κιλά/στρέμμα.....	44
3.8 Ολικό ξηρό βάρος βλαστών (τόνους/εκτάριο).....	45
3.9 Δείκτης συγκομιδής ΗΙ (λόγος βάρους σπόρων/ολικό βάρος).....	46
3.10 Αριθμός μεγάλων κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο).....	47
3.11 Αριθμός μεσαίων κεφαλών (τετραγωνικό μέτρο).....	48
3.12 Αριθμός μικρών κεφαλών (τετραγωνικό μέτρο).....	48
3.13 Συνολικός αριθμός κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο).....	49
3.14 Ύψος φυτού (εκατοστά).....	50
3.15 Μέσο βάρος κεφαλής.....	51
4. Συμπεράσματα.....	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	54
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	57

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.

1.2 Ταξινόμηση

Η αγριοαγκινάρα (*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 αγριοαγκινάρα 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 φυτό 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 ζωνρό 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 οποίων 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⁻²), συντελώντας στην αύξηση του συνολικού ρυθμού φωτοσύνθεσης του φυτού (50 kgCO₂ha⁻¹h⁻¹) 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/μ²) 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-χρυσωτό, 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 φυτά τελικά θα σβήσουν από τον ανταγωνισμό με τα άλλα 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 Περιγραφή

[0] Φύτρωμα 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).

[1] Δημιουργία των πρώτων φύλλων. Το στάδιο αυτό ολοκληρώνεται με την εμφάνιση 6–9 έμισχων, βαθιά διαιρεμένων φύλλων

[2] Σχηματισμός πλευρικών βλαστών / αδέλφωμα

[3] 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).

[4] 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).

[5] 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.

[6] 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.

[7] 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).

[8] 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).

[9] 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 απορρίμματα) 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 κύριου 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 (*Eucaliptus globules Labill*, *Eucaliptus 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 1^η θέση στην παραγωγή βιοαιθανόλης, ενώ η Γερμανία την 1^η 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 Archontoulí 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 φύτεμα 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 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 g N m⁻² (Archontoulis, et al, 2008). Στους 25^oC (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 εκμεταλλευόμενη άριστα τις βροχοπτώσεις. Σε αυτό συντελεί η κλειστή φυλλοστοιβάδα, 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/μ². 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.

$$\text{ΑΠΣ} = \frac{\text{φυτά} / \mu^2 \times \text{βάρος } 1000 \text{ σπόρων} \times 10}{\text{βλασπική ικανότητα} \times \text{φυτρωτική ικανότητα} \\ \text{σπόρου} \quad \text{σπόρου στον αγρό}}$$

$$\text{Παράδειγμα} = \frac{5.3 \text{ φυτά} / \mu^2 \times 40 \times 10}{\text{B.I. } 95\% \times \text{Φ.I. } 80\%} = 0.27 \text{ κιλά/στρ}$$

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 φύτρωμα 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 παραχθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και μια σειρά επεμβάσεων για την προετοιμασία της σποροκλίνης με δισκοσβάρια 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 (*Pyrausta nautalis* 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 αγριαγκινάρα, 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 αγριαγκινάρας, 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 κλά ξ.ο. φύλλων/στρ) στο φαινολογικό στάδιο από το 1 έως 4 (δες πίνακα 1), τα οποία τα εναποθέτει στο έδαφος («χούμος»). 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 κλά 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 ζωτροφή (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 αγριοαγκινάρας 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) ζωτροφή, (β) βιοντίζελ, (γ) στερεό καύσιμο. Στην περίπτωση της ζωτροφής, 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/m³ σε αντίθεση με 200–350 κιλά/m³ 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:

[βήμα 1] συγκομιδή του σπόρου με χρήση αλωνιστικής μηχανής,

[βήμα 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),

[βήμα 3] συγκέντρωση βιομάζας σε γραμμικούς σωρούς, κοινώς «λαμί» ή «κοσίστρα» με τη χρήση παρελκόμενων ειδικών μηχανημάτων (τα οποία ονομάζονται «ελικόπτερο» ή «μαργαρίτα») και

[βήμα 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/m³) 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 μπρικότες) 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	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.

Διάμετρος κεφαλής (cm)	Βάρος ανθοκεφαλής (g)	Βάρος σπόρων (g)	Βάρος σπόρου / ανθοκεφαλή (g)	Βάρος 1000 σπόριων (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 σε χαρτο πολτό 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 «synarin» και «silymarin». Από την «synarin» 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 αγριαγκινάρας έχουν τόση καλή επίδραση στο έδαφος, όσο έχει και η καλλιέργεια του τριφυλλιού, 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 δυο 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 χλωρό βάρος (τ/εκτάριο)	Ολικό ξηρό βάρος (τ/εκτάριο)
Κιλκίς	121,7	14,7	13.6
Καρδίτσα	293,3	47,8	35.1
Αργίνιο	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 τέμαχια.. 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 m², επομένως η συνολική έκταση του πειράματος είναι 40 m² x 60 = 2400 m² μαζί με τους διαδρόμους (πλάτους 2 m) m². Το πειραματικό σχέδιο παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

Cynara cardunculus Experiment (Velesino 2008/2009)

■ = dry Experiment , ■ = wet Experiment

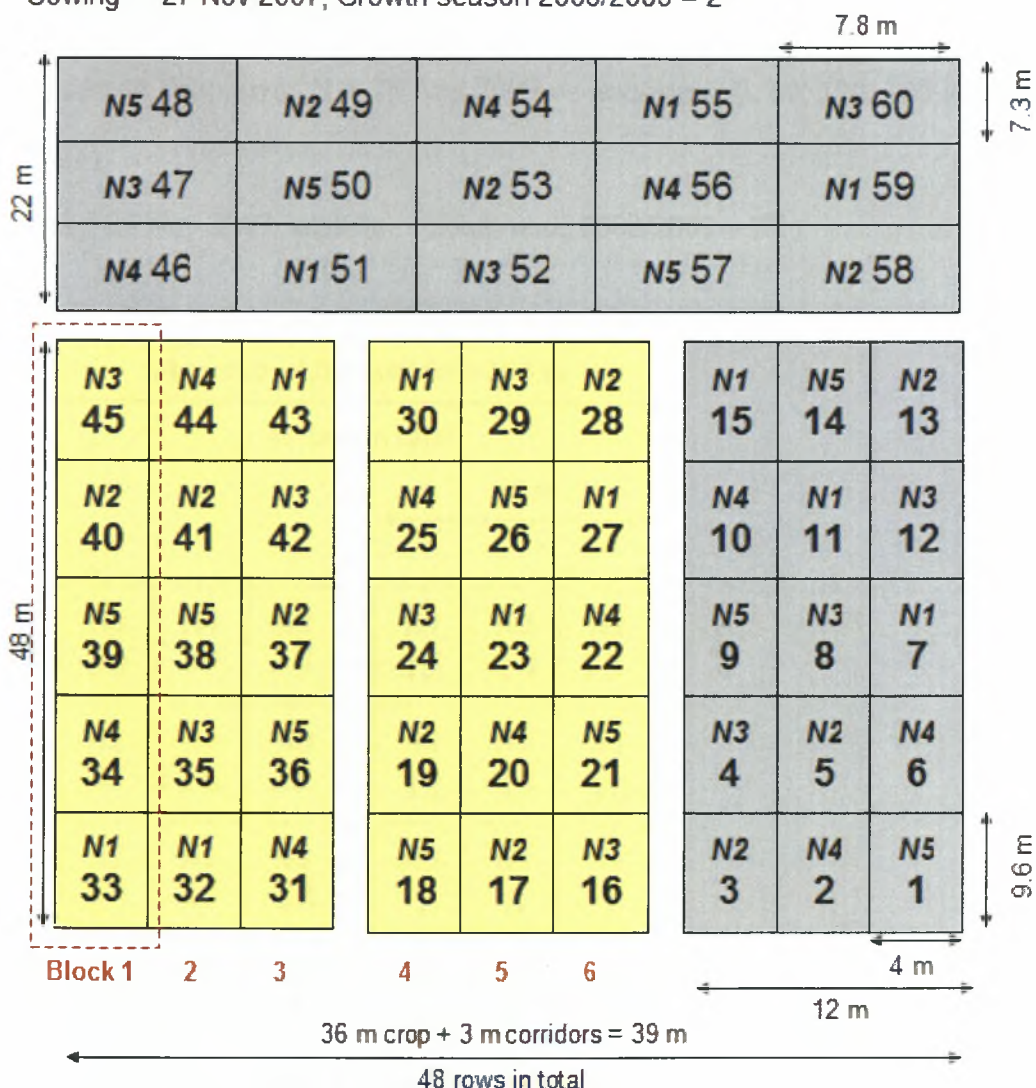
Combined Split-Plot Experiment in 6 blocks:

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 = 2nd



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

Cynara cardunculus πείραμα (Βελεστίνο 2008/2009)

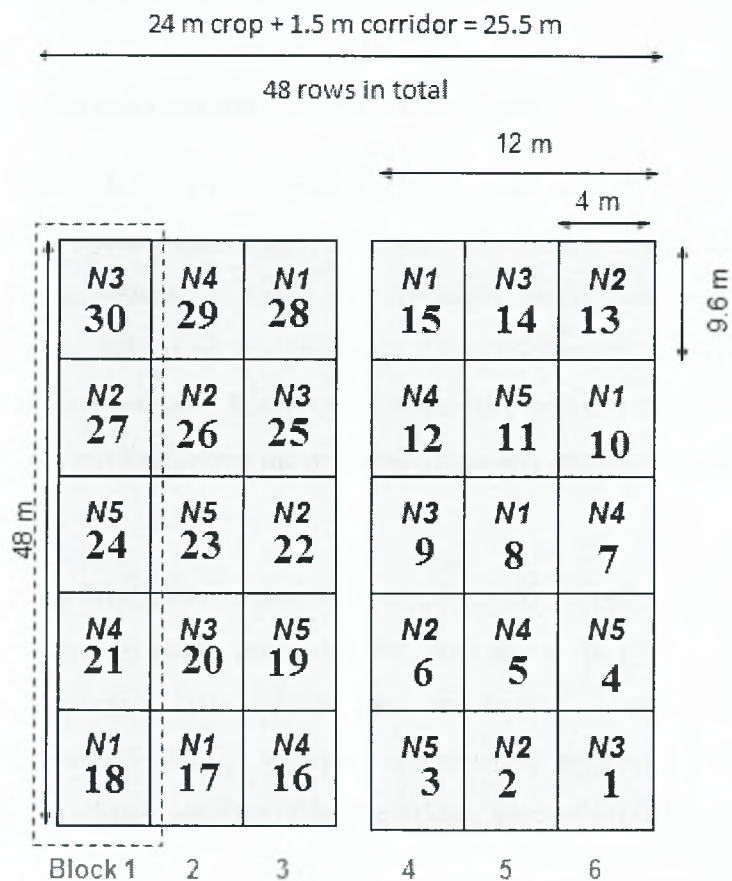
Συνδυασμός Split-Plot πειράματος σε 6 επαναλήψεις:

Αρδευση * 5 επίπεδα N * 6 επαναλήψεις = 30 τεμάχια

Τεμάχιο 1 – 30 = αρδευόμενο

Ημερομηνία εφαρμογής N = 28 Απρ 2009 σε ποσότητες 0, 60, 120, 180 and 240 kg N/ha

Σπορά = 27 Nov 2007, περίοδος καλλιέργειας 2008/2009 = 2nd



Συγκεκριμένα η καλλιέργεια σπάρθηκε το Νοέμβριο του 2007, και η καλλιεργητική περίοδος του 2008/2009 αφορά το 2^ο 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 $4 \times 9.7 = 40$ m², 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).

- **Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων**

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκαν κοπές φυτών οι οποίες ξεκίνησαν από την ημέρα εφαρμογής της λιπάνσεως. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 κοπές των στελεχών των φυτών στις (28/4, 15/5, 2/6, 5/7 και η τελική στις 3/8) κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας σε κάθε πειραματικό τεμάχιο κόβαμε τα φυτά που βρισκόταν επάνω στη γραμμή σποράς σε μήκος 1.33m, στο διάστημα αυτό ανάλογα με την πυκνότητα της σποράς κοβόντουσαν κατά μέσο ορό 3-6 φυτά.

Η επιλογή των σημείων κοπής γινόταν τυχαία, γινόταν περίπου 15-20 και 30 (στην τελική κοπή, μια για κάθε plot) κοπές σε όλο το πειραματικό αγρό. Κάθε ημέρα κοπής μετρήθηκαν τα παρακάτω μορφολογικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά όπως: αριθμός φυτών ύψος φυτών, αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια, χλωρό και ξηρό βάρος φύλλων, μίσχων, στελεχών, αριθμός κεφαλιών.

Σε κάθε δειγματοληψία το νωπό βάρος κάθε δείγματος ζυγίζονταν απευθείας στον αγρό. Ύστερα επιλέγονταν ένα υπόδειγμα, από κάθε ομάδα φυτών. Το κάθε υπόδειγμα μεταφέρονταν με χαρτοσακούλα αφού πρώτα είχε διαχωριστεί στα διάφορα φυτικά μέρη, και τοποθετούνταν στον κλίβανο ξήρανσης για 2-4 ημέρες. Η εργασία του διαχωρισμού των υποδειγμάτων και η διαχώρησή τους στα διάφορα

τμήματά τους γίνονταν στο εργαστήριο του βελεστινου, ενώ η τοποθέτησή του στον κλίβανο γίνονταν στο εργαστήριο γεωργίας του Π.Θ. Κατόπιν τα ξερά δείγματα ζυγίζονταν με ζυγό ακριβείας.

Στα φύλλα πριν την τοποθέτησή τους στον κλίβανο για ξήρανση γινόταν μέτρηση της φυλλικής τους επιφάνειας. Η φυλλική επιφάνεια (πράσινα φύλλα) μετρήθηκε χρησιμοποιώντας έναν αυτόματο φορητό μετρητή φυλλικής επιφάνειας LI-COR, μοντέλο LI-3000A. Κατόπιν υπολογίσαμε τα παρακάτω μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI), ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) και χαρακτηριστικά παραγωγικότητας ανά φυτικό τμήμα (φύλλα, στελέχη, κεφάλια, μίσχος).

Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (3/8/09), στην τελική κοπή όπου το φυτό βρισκόταν στο στάδιο της συγκομιδής (BBCH 95), 30 πειραματικά τεμάχια, έκτασης 1 m² 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 όπως και στις προηγούμενες κοπές. 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 m².



Εικόνα 1. Κεφαλές αγριαγκινάρας προς διαχωρισμό σπόρου.

Στη συνέχεια 3 τυχαία κεφάλια (μικρό, μεσαίο, μεγάλο) ανά δείγμα επιλέχθηκε για περαιτέρω επεξεργασία. Τα επιλεγμένα κεφάλια ($3 \times 30 = 90$) 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.

- **Έδαφος**

Το έδαφος όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα κατατάσσεται ταξινομικά στα Xerochrept και συγκεκριμένα στις υποομάδες Tyric και Calcic Xerochrept (Μήτσιος κ.α., 2000) και χαρακτηρίζεται από μέσης έως λεπτόκοκκης 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 (cm)	Οργ. ουσία gr/100 gr εδάφους.	CaCO ₃ %	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.
0-32	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

*ΙΑΚ= ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

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

* Fe,Cu,Zn,Mn ιχνοστοιχεία

Υποομάδα : **Calcic Xerochrept**

Βάθος	Οργ.	CaCO₃	pH	K	Na	Ca	Mg	ΙΑΚ
(cm)	ουσία	%		me/100	me/100	me/100	me/100	me/100
	gr/100 gr			gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
	εδάφους.			εδαφ.	εδαφ.	εδαφ.	εδαφ.	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

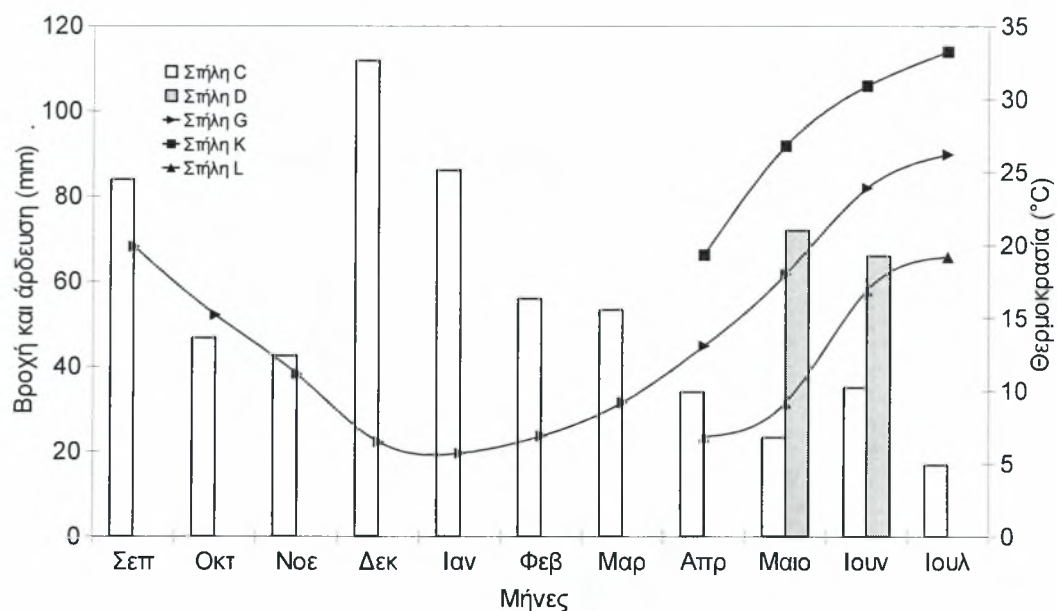
*ΙΑΚ= ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

Βάθος	Fe	Cu	Zn	Mn
(cm)	ppm	ppm	ppm	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 ιχνοστοιχεία

- **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.



Σχημα 1. Βροχή, άρδευση και θερμοκρασία κατά την περίοδο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

- **Στατιστική ανάλυση**

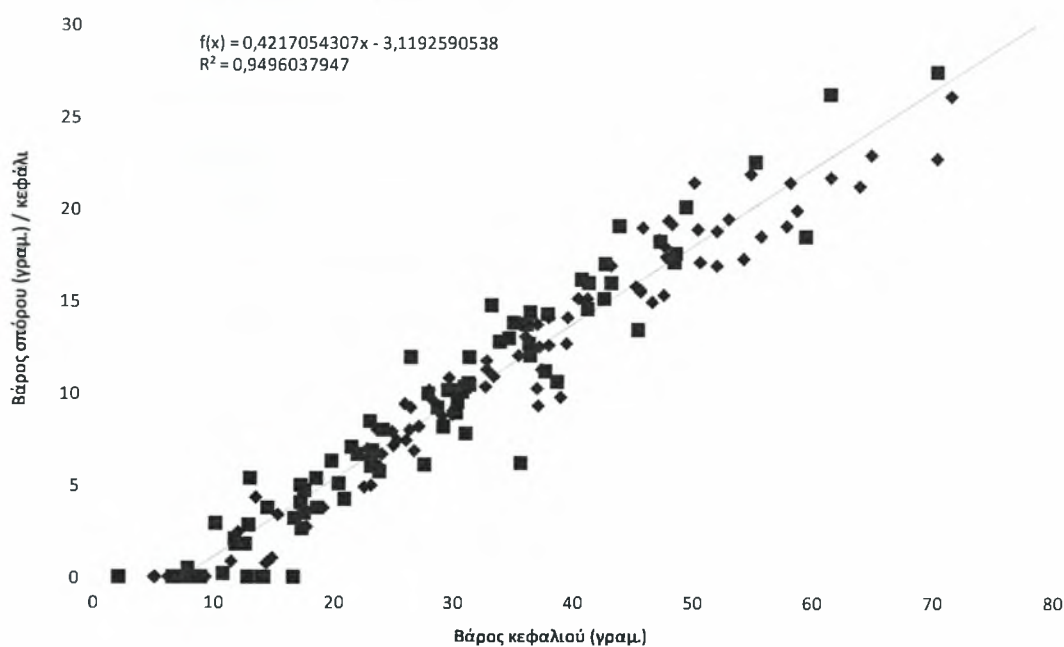
Μετά την συλλογή των πειραματικών δεδομένων, έγινε στατιστική ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) με την χρήση του στατιστικού πακέτου GENSTAT (Version 7)

3. Αποτελέσματα και Συζήτηση

3.1 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.

3.2 Σχέση βάρους σπόρων – βάρους κεφαλής

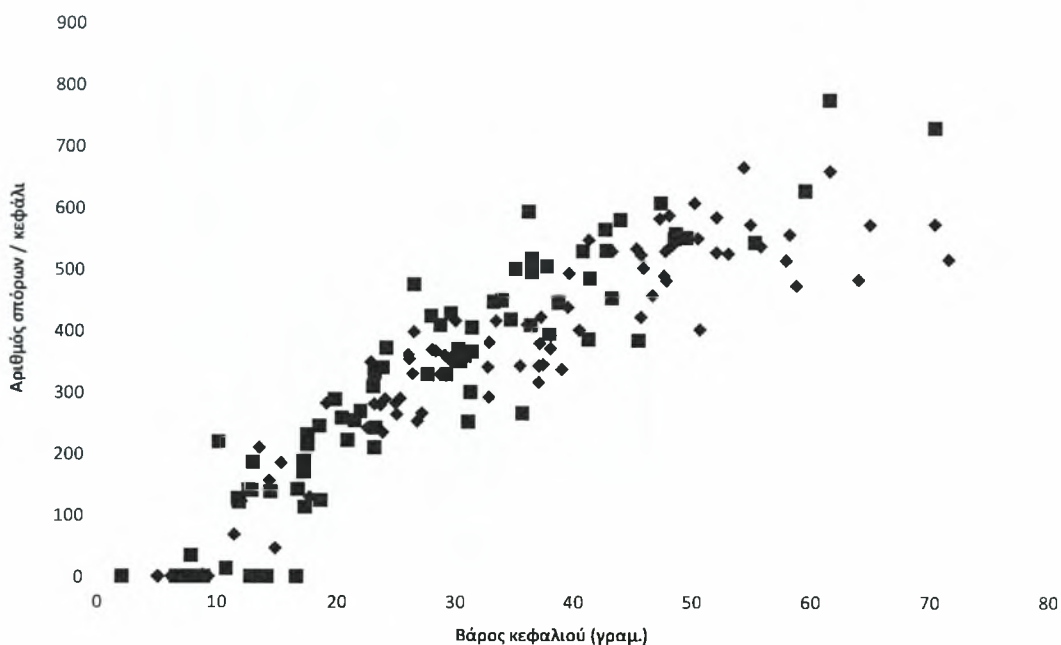


Σχήμα 2. Βάρος σπόρου αγριαγκινάρας που περιέχεται στην κεφαλή σε συνάρτηση του βάρους της, σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

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.

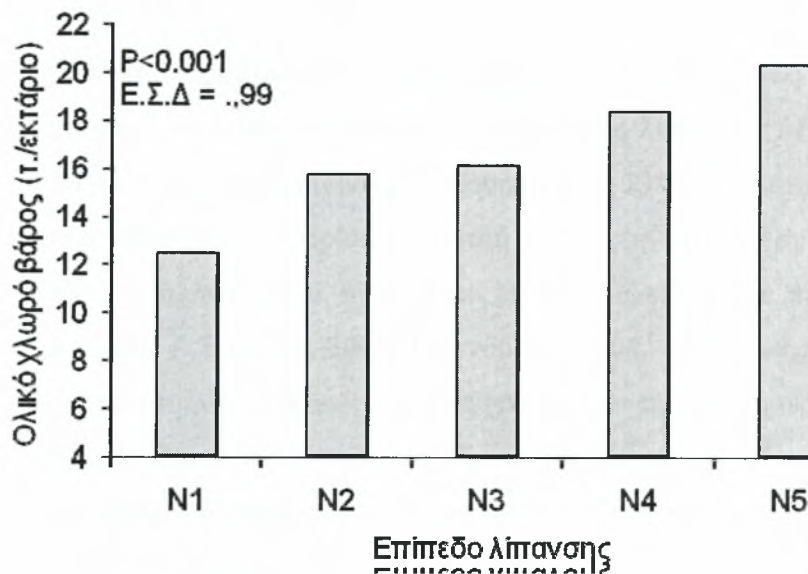
3.3 Σχέση αριθμού σπόρων-βάρος κεφαλιού



Σχήμα 3. Αριθμός σπόρων αγριαγκινάρας που περιέχεται στην κεφαλή σε συνάρτηση του βάρους της, σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

Συσχετίζοντας τον αριθμό του σπόρου με το βάρος της κεφαλής βρήκαμε μια μη-γραμμική συνάρτηση. Η παραλλακτικότητα είναι μεγάλη 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).

3.4 Ολικό χλωρό βάρος (τόνους/εκτάριο)

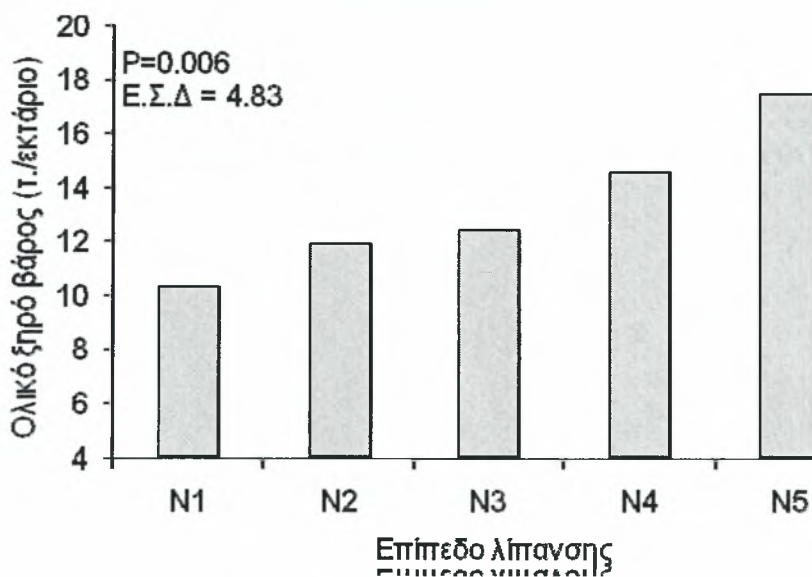


Σχήμα 4. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό χλωρό βάρος αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009

3.5 Ολικό ξηρό βάρος (τόνους/εκτάριο)

Η λίπανση είχε θετική επίδραση στην αύξηση της ξηρής βιομάζας. Η επίδραση της λίπανσης ήταν στατιστικώς σημαντική μόνον πέραν από τις 12 μονάδες λίπανσης.

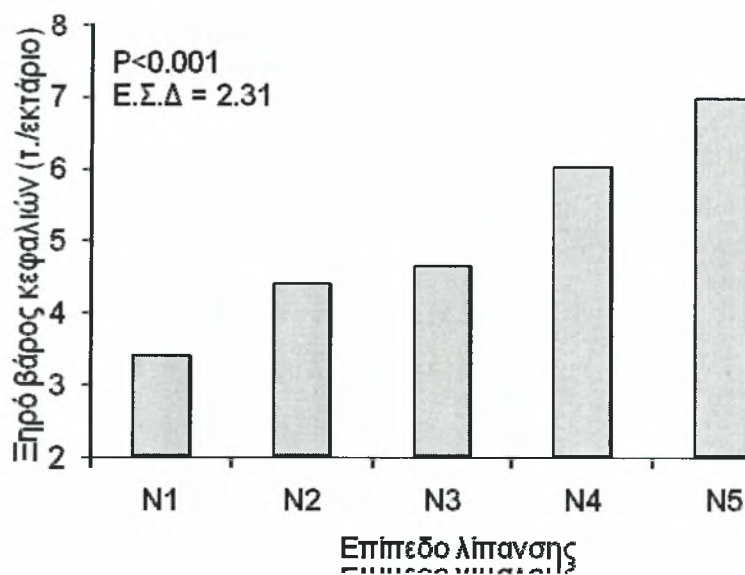
Παρακάτω παρουσιάζονται οι μέσοι όροι του ολικού ξηρού βάρους σε τόνους ανά εκτάριο, για καθε μια απο της 5 αζωτούχες λίπανσης. Με εφαρμογή άρδευσης τον Μάιο η παραγωγή βιομάζας αυξήθηκε κατά 23%. Η εφαρμογή αζώτου κατά το κρίσιμο στάδιο της ανθοφορίας του φυτού αύξησε την παραγωγή σπόρου από 11,7 σε 19,8 τ/εκτ η αλλιώς κατά 41%. Αυτό είναι σε αντίθεση με προηγούμενα πειράματα που έγιναν (Σκούρας, 2003, Γιαννούλης, 2004, Γιαννούλης, 2007) και προφανώς οφείλεται στο ,ότι οι δειγματοληψίες γίνανε πριν την τελική ωρίμανση του φυτού (π.χ αρχές Ιουλίου) όπου ο σπόρος δεν είχε ωρίμανση και επιπλέον στο γεγονός ότι το μελετώμενο εύρος αζώτου ήταν 0-10 μονάδες. Ως γνωστών ο σπόρος έχει 3% περιεκτικότητα σε άζωτο σε σχέση με το βλαστό που έχει 0,4% (Archontoulis ..et al, 2008).



Σχήμα 5. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό ξηρό βάρος αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.6 Ολικό ξηρό βάρος κεφαλιών (τόνους/εκτάριο)

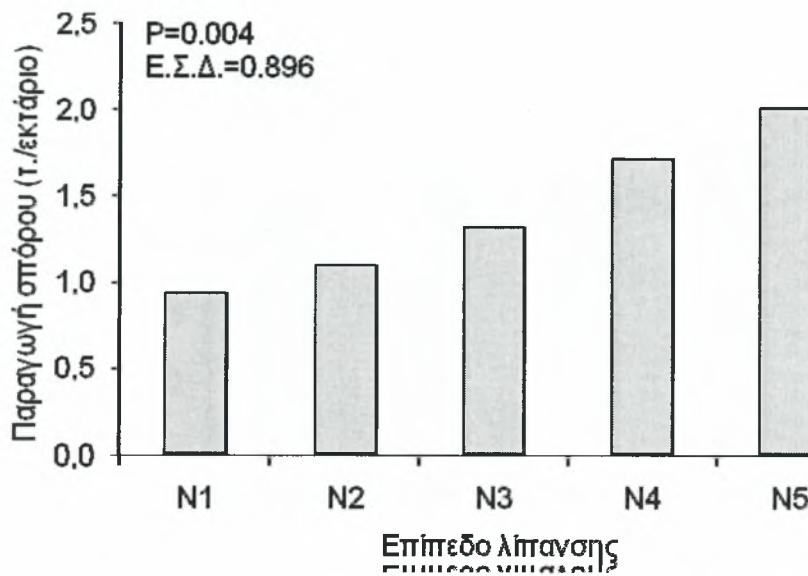
Η λίπανση είχε θετική επίδραση στην αύξηση του ολικού ξηρού βάρους κεφαλιών. Η επίδραση της λίπανσης ήταν στατιστικώς σημαντική μόνον πέραν από τις 6 μονάδες λίπανσης. Η εφαρμογή αζώτου κατά το κρίσιμο στάδιο της ανθοφορίας του φυτού αύξησε την παραγωγή σπόρου από 4.71 σε 8.89 τ/εκτ η αλλιώς κατά 47%.



Σχήμα 6. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό ξηρό βάρος κεφαλιών της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.7 Ολικό ξηρό βάρος σπόρου (κιλά/στρέμμα)

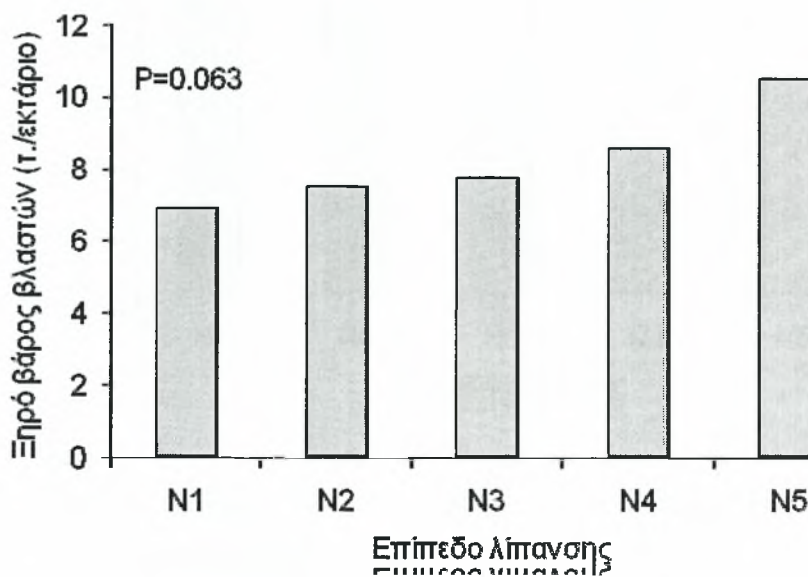
Η λίπανση είχε θετική επίδραση στην αύξηση της ξηρής βιομάζας σπόρου. Η επίδραση της λίπανσης ήταν στατιστικώς σημαντική μόνον πέραν από τις 6 μονάδες λίπανσης. Η εφαρμογή αζώτου αύξησε την παραγωγή σπόρου από 1,387 σε 2,693 τον/εκτ, ή αλλιώς κατά 48%



Σχήμα 7. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό ξηρό βάρος σπόρου της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.8 Ολικό ξηρό βάρος βλαστών (τόνους/εκτάριο)

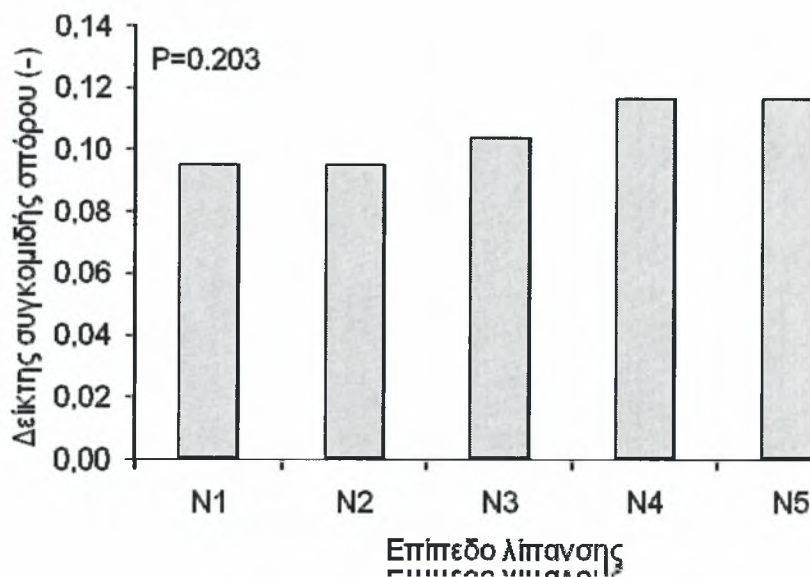
Η λίπανση είχε θετική επίδραση στην αύξηση της ξηρής βιομάζας βλαστών. Η επίδραση της λίπανσης ήταν στατιστικά σημαντική μόνον πέραν από τις 18 μονάδες λίπανσης. Η εφαρμογή του αζώτου αύξησε το ολικό ξηρό βάρος βλαστών από 7,07 σε 10,9 ή αλλιώς κατά 35%



Σχήμα 8. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο ολικό ξηρό βάρος βλαστών της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

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

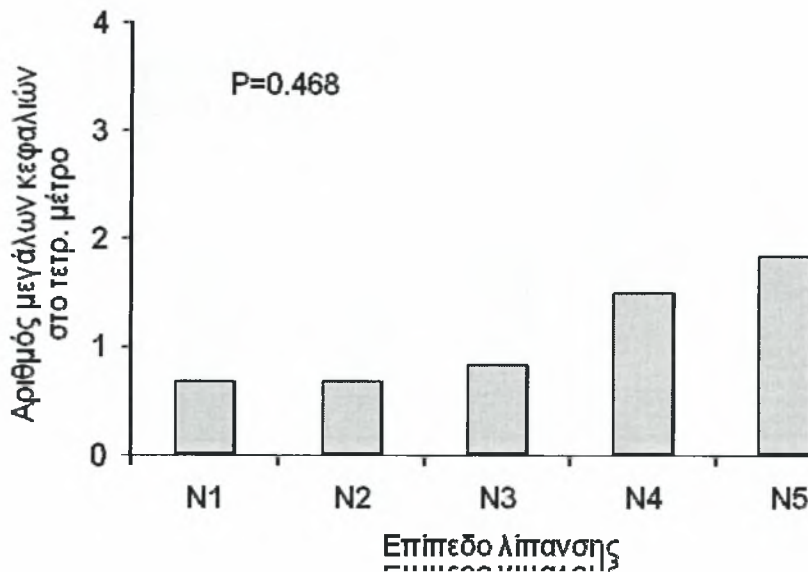
Η λίπανση δεν είχε θετική επίδραση στην αύξηση του δείκτη συγκομιδής.



Σχήμα 9. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο δείκτη συγκομιδής σπόρου αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.10 Αριθμός μεγάλων κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο).

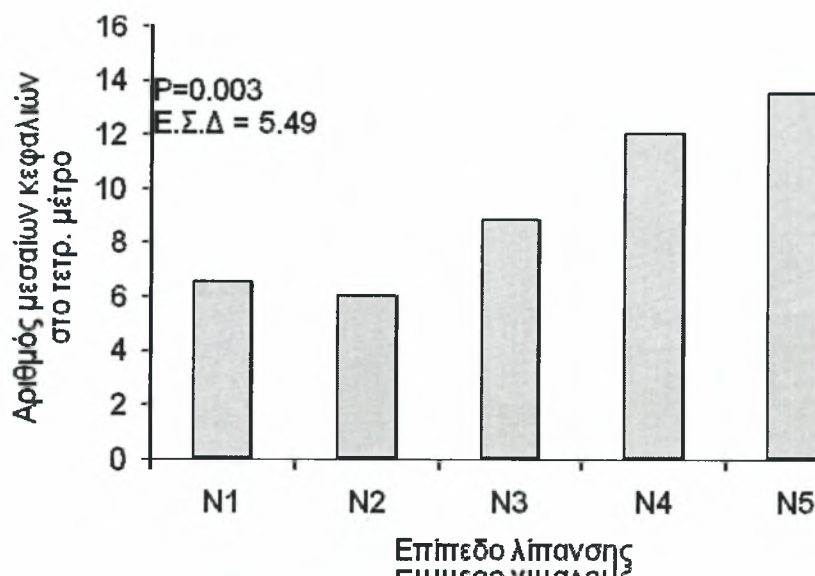
Η λίπανση δεν είχε θετική επίδραση στο συνολικό αριθμό μεγάλων κεφαλιών ($P=0.292$).



Σχήμα 10. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στον αριθμό μεγάλων κεφαλιών της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.11 Αριθμός μεσαίων κεφαλών (τετραγωνικό μέτρο)

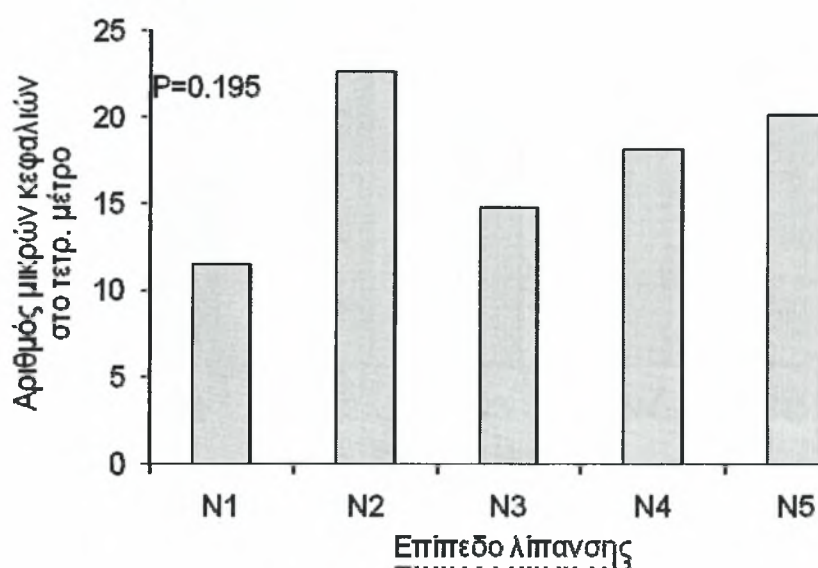
Η επίδραση της λίπανσης ήταν στατιστικώς σημαντική μόνον πέραν από τις 12 μονάδες λίπανσης. Η παραγωγή βιομάζας και σπόρων αυξάνονται κατά 48%.



Σχήμα 11. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στον αριθμό μεσαίων κεφαλιών της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.12 Αριθμός μικρών κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο)

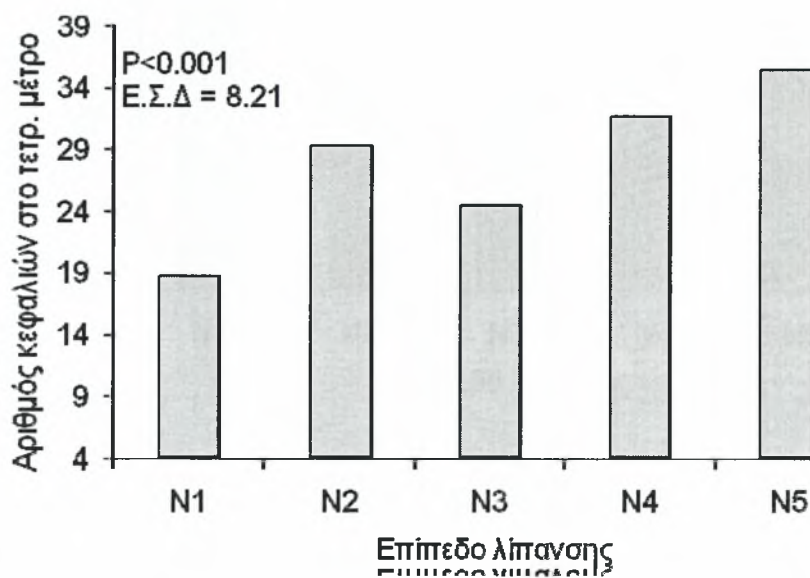
Η λίπανση είχε θετική επίδραση στην αύξηση του αριθμού μεγάλων κεφαλιών ($P=0.008$). Η επίδραση της λίπανσης ήταν στατιστικώς σημαντική μόνον πέραν από τις 6 μονάδες λίπανσης. Η εφαρμογή αζώτου αύξησε τον αριθμό μικρών κεφαλιών κατά 38%.



Σχήμα 12. Η επίδραση της άρδευσης των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στον αριθμό μικρών κεφαλιών της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.13 Συνολικός αριθμός κεφαλιών (τετραγωνικό μέτρο)

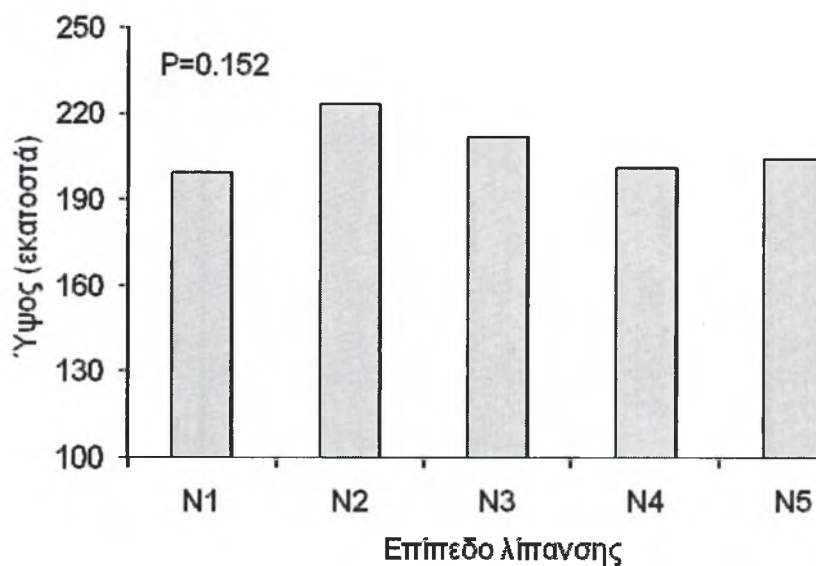
Η παραγωγή βιομάζας αυξάνεται κατά 23%. Ομοίως η λίπανση είχε θετική επίδραση στο συνολικό αριθμό κεφαλιών. Η επίδραση της λίπανσης ήταν στατιστικώς σημαντική μόνον πέραν από τις 6 μονάδες λίπανσης.. Η παραγωγή σπόρου αυξάνεται από 22.75 σε 40 τον/εκτ, ή αλλιώς κατά 43%.



Σχήμα 13. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο συνολικό αριθμό κεφαλιών της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

3.14 Ύψος φυτού (εκατοστά)

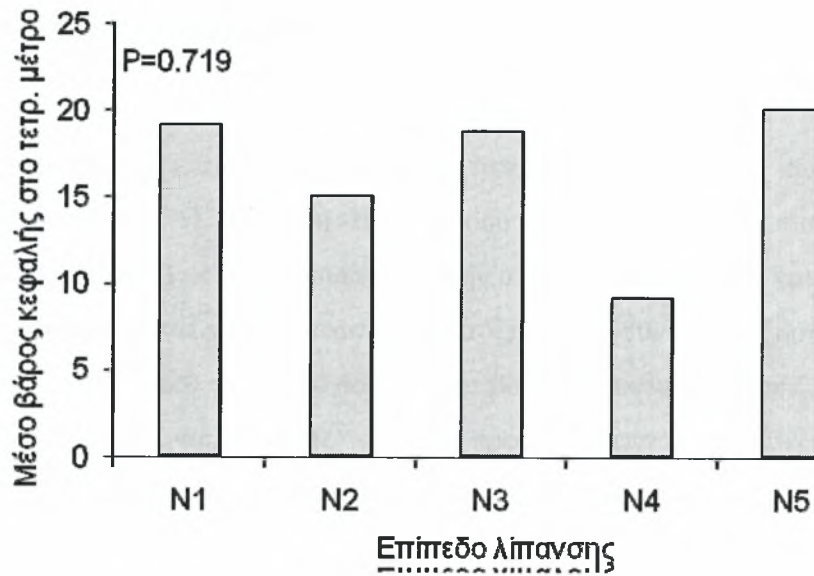
Η λίπανση ($P=0.265$) δεν επηρέασαν στατιστικώς σημαντικά το ύψος του φυτού.



Σχήμα 14. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο ύψος φυτών αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρο στο Βελεστίνο το 2009.

3.15 Μέσο βάρος κεφαλής

Η λίπανση ($P>0.05$) δεν είχε θετική επίδραση στην αύξηση του μέσου βάρους κεφαλής.



Σχήμα 15. Η επίδραση των 5 επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στο μέσο βάρος κεφαλής της αγριαγκινάρας σε ποτισμένο αγρό στο Βελεστίνο το 2009.

4. Συμπεράσματα

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 αρδευομενο αγρο

Επιγραμματικά τα πιο ουσιαστικά συμπεράσματα από την μελέτη είναι τα παρακάτω:

- Η λίπανση έχει σημαντική επίδραση στο συνολικό αριθμό των κεφαλιών αγριαγκινάρας. Η άρδευση την περίοδο του σχηματισμού των κεφαλιών (Μάιος-Ιούνιος) επιδρά ουσιαστικά στην αύξηση του αριθμού και του βάρους των κεφαλιών και κατ'επέκταση στην αύξηση της συνολικής ξηρής βιομάζας. Αυτό είναι λογικό αν αναλογιστούμε το βαθύ και εκτεταμένο ριζικό σύστημα της αγριαγκινάρας, γεγονός που της προσδίδει μεγάλο πλεονέκτημα όσον αφορά την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών από βαθιά εδαφικά στρώματα.
- Στα μεσαία κεφάλια και η επίδραση της λίπανσης είναι σημαντική.
- Στα μεγάλα κεφάλια η επίδραση της λίπανσης δεν είναι σημαντική.
- Ο δείκτης συγκομιδής HI (λόγος βάρους σπόρων/ολικό βάρος) δεν επηρεάζεται από τη λίπανση.
- Το ολικό ξηρό βάρος βλαστών δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Αυτό οφείλεται στο ότι ο βλαστός ολοκληρώνει την αύξηση του σε βάρος περί τα μέσα Ιουνίου.
- 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
- Όσον 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. Επίσης με την εφαρμογή άρδευσης κατά το Μάιο, η παραγωγή βιομάζας αυξήθηκε κατά 23%.

- Συσχετίζοντας το λόγο βάρους 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 γρ), περί το 30% για τα μεσαία κεφάλια (20-40 γρ) και περί το 38% για τα μεγάλα κεφάλια (>40 γρ). 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 16th 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 17th 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., Messemd 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*).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στατιστική

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

Variate:

GenStat Release 7.1 (PC/Windows) 20 February 2010 20:22:23

Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition

GenStat Procedure Library Release PL15

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	21.699	4.340	1.14	
B.*Units* stratum					
F	4	113.640	28.410	7.46	<.001
Residual	20	76.206	3.810		
Total	29	211.545			

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

Variate: Dwhead

Grand mean 8.89

F	1	2	3	4	5
	6.04	7.30	9.33	11.00	10.80

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	0.797

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	1.127

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	2.351

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

Variate: Dwseed

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	2.6180	0.5236	0.95	
B.*Units* stratum					
F	4	12.0289	3.0072	5.43	0.004
Residual	20	11.0663	0.5533		
Total	29	25.7132			

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

Variate: Dwseed

Grand mean 2.79

F	1	2	3	4	5
	1.84	2.28	2.99	3.46	3.38

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	0.304

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	0.429

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	0.896

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

Variate: Dwstalk

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
---------------------	------	------	------	------	-------

B stratum	5	27.124	5.425	0.82	
B.*Units* stratum					
F	4	70.354	17.589	2.66	0.063
Residual	20	132.381	6.619		
Total	29	229.860			

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

Variate: Dwstalk

Grand mean 8.55

F	1	2	3	4	5
	7.21	7.19	8.13	8.86	11.34

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.050

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	1.485

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	3.098

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

Variate: Dwttotal

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	80.94	16.19	1.01	
B.*Units* stratum					
F	4	325.42	81.36	5.06	0.006
Residual	20	321.80	16.09		
Total	29	728.16			

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

Variate: Dwttotal

Grand mean 17.44

F	1	2	3	4	5
	13.25	14.48	17.46	19.86	22.14

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.638

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	2.316

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	4.831

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

Variate: HI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	0.0020821	0.0004164	0.66	
B.*Units* stratum					
F	4	0.0041228	0.0010307	1.64	0.203
Residual	20	0.0125444	0.0006272		
Total	29	0.0187492			

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

Variate: HI

Grand mean 0.1598

F	1	2	3	4	5
	0.1438	0.1575	0.1709	0.1752	0.1516

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20

e.s.e. 0.01022

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	0.01446

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	0.03016

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

Variate: heads

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	328.00	65.60	1.41	
B.*Units* stratum					
F	4	1587.87	396.97	8.54	<.001
Residual	20	929.33	46.47		

Total 29 2845.20

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

Variate: heads

Grand mean 36.4

F	1	2	3	4	5
	26.8	30.2	35.8	44.7	44.5

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	2.78

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	3.94

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

Table	F
-------	---

rep. 6
d.f. 20
l.s.d. 8.21

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

Variate: height

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	2290.3	458.1	1.26	
B.*Units* stratum					
F	4	2739.7	684.9	1.89	0.152
Residual	20	7264.7	363.2		
Total	29	12294.7			

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

Variate: height

Grand mean 210.7

F	1	2	3	4	5
	200.0	206.2	203.0	223.3	220.8

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	7.78

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	11.00

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	22.95

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

Variate: large

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	54.70	10.94	0.96	
B.*Units* stratum					
F	4	42.20	10.55	0.93	0.468
Residual	20	227.80	11.39		
Total	29	324.70			

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

Variate: large

Grand mean 4.10

F	1	2	3	4	5
	2.50	3.17	5.17	5.67	4.00

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.378

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	1.949

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	4.065

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

Variate: mean

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	48.24	9.65	0.51	

B.*Units* stratum

F	4	39.94	9.98	0.52	0.719
Residual	20	380.36	19.02		
Total	29	468.54			

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

Variate: mean

Grand mean 24.56

F	1	2	3	4	5
	22.81	24.51	26.32	25.08	24.07

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.780

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	2.518

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	5.252

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

Variate: medium

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	69.87	13.97	0.67	
B.*Units* stratum					
F	4	494.20	123.55	5.94	0.003
Residual	20	415.80	20.79		
Total	29	979.87			

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

Variate: medium

Grand mean 18.07

F	1	2	3	4	5
	12.83	14.33	18.33	21.17	23.67

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	1.861

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	2.632

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	5.491

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

Variate: small

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	103.77	20.75	0.70	
B.*Units* stratum					
F	4	199.53	49.88	1.67	0.195
Residual	20	596.07	29.80		
Total	29	899.37			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

B 4 *units* 1 13.40 s.e. 4.46

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

Variate: small

Grand mean 14.23

F	1	2	3	4	5
	11.50	12.67	12.33	17.83	16.83

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	2.229

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	3.152

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	6.575

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

Variate: Fwttotal

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
B stratum	5	212.15	42.43	1.72	

B.*Units* stratum

F	4	852.44	213.11	8.61	<.001
Residual	20	494.75	24.74		
Total	29	1559.34			

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

Variate: Fwttotal

Grand mean 23.42

F	1	2	3	4	5
	17.32	19.71	21.48	26.29	32.32

*** Standard errors of means ***

Table	F
rep.	6
d.f.	20
e.s.e.	2.030

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
s.e.d.	2.872

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

Table	F
rep.	6
d.f.	20
l.s.d.	5.990

Φωτογραφίες











ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000108490