



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΤ & Δ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

**ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΕΞΑΕΤΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΓΡΙΑΣ ΑΓΚΙΝΑΡΑΣ
ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕΙΩΜΕΝΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ**

**Cardoon productivity under reduced inputs during the sixth year of
cultivation**



**Πτυχιακή διατριβή
Ζαχαρούλα Γοτουχίδου
Ιωάννα-Μαρία Λεμονιτσάκη**

Επιβλέπων καθηγητής
Δρ. Βασιλάκογλου Ιωάννης

Λάρισα 2016

[0]

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		Σελίδα
1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1	ΓΕΝΙΚΑ	3
1.2	ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ	4
1.3	ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	4
1.4	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	7
1.5	ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ	8
1.6	ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	11
1.7	ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	13
2	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	15
2.1	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
2.1.1	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	15
2.1.2	ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	16
2.1.3	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	17
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	19
2.2.1	ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	19
2.2.2	ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΓΡΙΑΣ ΑΓΚΙΝΑΡΑΣ	20
2.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	24
3	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	25
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	27

Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Ιωάννη Βασιλάκογλου, ιδιαίτερα για την καθοδήγηση και την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωσή της.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η βιομάζα θεωρείται σήμερα μία από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, λόγω των πολλαπλών οφελών που παρουσιάζει, τόσο στους τρόπους παραγωγής της, όσο και στο εύρος των εφαρμογών στις οποίες είναι δυνατό να αξιοποιηθεί. Η περιβαλλοντική επιβάρυνση και τα συνεχώς αυξανόμενα προβλήματα που δημιουργούνται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων έχουν οδηγήσει στην ανάγκη εύρεσης νέων εναλλακτικών καυσίμων και τρόπων παραγωγής ενέργειας. Τα νέα αυτά καύσιμα (ονομάζονται βιο-καύσιμα) είναι ικανά να συντελέσουν στην πλήρη απεξάρτηση από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα και τα τελευταία χρόνια υποστηρίζονται σε όλες τις επίσημες ευρωπαϊκές οδηγίες που αφορούν την ενεργειακή πολιτική (Commission of the European Communities, 2006). Μάλιστα, κατόπιν έρευνας και υπολογισμών, έχει βρεθεί πως τα αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και άνθρακος έχουν ελαττωθεί σημαντικά και επαρκούν μόνο για τα επόμενα 60-100 χρόνια.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες αποτελούν ίσως τη σημαντικότερη μορφή βιομάζας, διότι, εκτός από τα οφέλη που παρουσιάζει στον ενεργειακό – περιβαλλοντικό τομέα, εμφανίζει κίνητρα για ανάπτυξη στον τομέα της αγροτικής πολιτικής και στην οικονομία των τοπικών κοινωνιών. Οι νέες αυτές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν φθηνότερα καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας, αλλά και πιθανώς μεγαλύτερα κέρδη για το γεωργό, συγκριτικά με τις παραδοσιακές καλλιέργειες.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, αξιολογείται η παραγωγικότητα της άγριας αγκινάρας (*Cynara cardunculus* L.), που είναι ένα ποώδες, πολυετές φυτό, γνωστό από την αρχαιότητα. Μάλιστα, η εμφάνιση των φυτών του γένους *Cynara* χρονολογείται ήδη από την περίοδο της Πλειστοκαίνου Περιόδου, γύρω στο 70.000 π.Χ., όπου ένα άγνωστο είδος άγριου φυτού αγκινάρας εξαπλώθηκε από τη νότια περιοχή της λεκάνης της Μεσογείου μέχρι τη Σαχάρα (Pignone and Sonnante, 2009). Σήμερα, υπάρχουν προσαρμοσμένες καλλιεργούμενες ποικιλίες άγριας αγκινάρας στην Καλιφόρνια, το Μεξικό, την Αυστραλία, τη Βραζιλία, την Αργεντινή, τη Χιλή, την Ουρουγουάη και τη νότια Ευρώπη (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008). Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τη μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια, όπως η καύση, η

πυρόλυση και η αεριοποίηση. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριών δεκαετιών η άγρια αγκινάρα έχει ερευνηθεί εντατικά, λόγω του ότι η φυτική του μάζα χρησιμοποιείται για ζωοτροφή, οι σπόροι για παραγωγή βρώσιμου ελαίου και οι μίσχοι είναι κατάλληλοι για παρασκευή φύλλων χαρτιού, διότι διαθέτουν υψηλή αντοχή (Pasqualino, 2006). Η πιθανή ικανότητα του φυτού να εκμεταλλεύεται ξηρά και άγονα εδάφη, που σε άλλη περίπτωση θα παρέμεναν ανεκμετάλλευτα, χωρίς μάλιστα ιδιαίτερες απαιτήσεις σε εισροές, το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικό για καλλιέργεια. Η διάρκεια ζωής της φυτείας είναι 7-10 έτη και η παραγωγή ξηρής βιομάζας, αναλόγως της πυκνότητας φύτευσης στον αγρό έχει ένα εύρος μεταξύ 1,7-3,2 τόνους ανά στρέμμα (Panoutsou, 2007).

1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η άγρια αγκινάρα έχει προέλευση την περιοχή της Μεσογείου και παρουσιάζει τα τυπικά βοτανικά χαρακτηριστικά της οικογένειας *Asteraceae*. Ανήκει στην τάξη *Asterales*, στο γένος *Cynara* και στο είδος *C. cardunculus* που περιλαμβάνει δύο καλλιεργούμενα είδη την αγκινάρα (*Cynara scolymus*, σφαιρική αγκινάρα) και την άγρια αγκινάρα (*Cynara cardunculus*). Τα είδη αυτά περιλαμβάνουν δύο βοτανικές ποικιλίες, την *Cynara cardunculus* L. var. *altilis* DC. (καλλιεργούμενη αγκινάρα) και την *Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris* Lam. (άγρια αγκινάρα), η οποία θεωρείται ο άγριος πρόγονος της σφαιρικής αγκινάρας (Curt et al., 2002; Raccuia and Melilli, 2007).

1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η άγρια αγκινάρα είναι πολυετές φυτό, προσαρμοσμένο στο υψηλών θερμοκρασιών και ξηρό μεσογειακό κλίμα και έχει τη δυνατότητα να εκμεταλλεύεται τις βροχοπτώσεις και να δίνει πολύ μεγάλες αποδόσεις, ακόμη και χωρίς άρδευση. Προτιμά τα ελαφρά, αμμοπηλώδη ή ασβεστώδη εδάφη, διότι αυτά έχουν μεγάλη ικανότητα συγκράτησης του νερού σε μεγάλο βάθος. Επιπλέον, λόγω του εύρωστου ριζικού συστήματος που διαθέτει, αναπτύσσεται κάτω από ξερικές συνθήκες και προστατεύει από τη διάβρωση επικλινή και άγονα εδάφη. Η άγρια αγκινάρα είναι ένα πολυετές φυτό που σχηματίζει ρόδακα, καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο για τις μεγάλες σαρκώδεις κεφαλές του και τη βιομάζα του, είναι βαθύρριζο και μπορεί να

καλλιεργηθεί ή απαντάται ως αυτοφυές. Είναι σταυρογονιμοποιούμενο και αναπαράγεται με σπόρους, οι περισσότεροι από τους οποίους φυτρώνουν κοντά στο μητρικό φυτό (Αγριοδήμος, 2013).

Ο βλαστικός κύκλος του φυτού αρχίζει όταν ξεκινήσει η εμφάνιση των κοτυληδόνων και η βλάστηση του σπόρου ολοκληρώνεται με τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Στη συνέχεια, σχηματίζονται τέσσερα άμισχα ελλειπτικά φύλλα, τα οποία στη συνέχεια επιμηκύνονται, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζονται οι μίσχοι και ακολουθεί η διαίρεσή τους. Στη συνέχεια της αύξησης, καθώς παράγονται και άλλα φύλλα, δημιουργείται ο ρόδακας. Τα νεαρά φύλλα του ρόδακα εμφανίζουν περιφερειακά αγκάθια, τα οποία θα απομακρυνθούν από τη ροζέτα, όταν το φυτό καλύψει πλήρως το έδαφος. Τα αγκάθια αυτά αποτελούν μηχανισμό του φυτού για την προστασία του από εχθρούς και τα αποβάλλει όταν μπει στην βλαστική του περίοδο και έχει φτάσει σε ύψος περίπου του ενός μέτρου. Οι μίσχοι των φύλλων είναι πρασινοκίτρινοι, έχουν μικρά αγκάθια, συγκεντρώνουν ιδιαίτερα μεγάλη ποσότητα νερού στους ιστούς και αρχίζουν να επιμηκύνονται την άνοιξη. Με την αύξηση της θερμοκρασίας και της ηλιοφάνειας την άνοιξη δημιουργείται το στέλεχος. Στην συνέχεια, ακολουθεί η εμφάνιση του βλαστού στα 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 τα άμισχα, βαθιά διαιρεμένα, εναλλασσόμενα φύλλα (Ιωάννης, 2014).

Η ολοκλήρωση της διαδικασίας της αύξησης του ύψους του βλαστού τερματίζεται με την εμφάνιση της πρώτης βασικής ταξιανθίας (κεφαλής) μεταξύ Ιουνίου και Ιουλίου. Έπειτα ακολουθεί η δημιουργία βραχιόνων, το ύψος των οποίων κυμαίνεται ανάμεσα σε 0,5 μέτρα και 1,2 μέτρα. Το συνολικό ύψος που μπορεί να φτάσει το φυτό ανέρχεται έως τα 3,5 μέτρα. Στο ανώτερο μέρος κάθε βραχίονα εμφανίζεται μια ταξιανθία ενώ κατά μήκος των βραχιόνων σχηματίζονται μικρά διαιρεμένα, αγκαθωτά, παχιά φύλλα. Αυτά τα φύλλα χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις σε άζωτο στο εσωτερικό των ιστών τους. Το μέγεθος αυτό είναι της τάξεως των 3,0 με 3,6 γραμμαρίων αζώτου (N) ανά m², γεγονός που συντελεί στην αύξηση του συνολικού ρυθμού φωτοσύνθεσης του φυτού, καθώς και στην αύξηση της φωτοσυνθετικής του επιφάνειας. Ο συνολικός αριθμός των ταξιανθιών αποτελεί συνάρτηση της πυκνότητας σποράς, των εδαφικών

και κλιματικών συνθηκών, αλλά και της ποικιλίας. Σε περιπτώσεις με αραιές πυκνότητες για π.χ. 1 φυτό ανά m², το οποίο μπορεί να δημιουργήσει μέχρι και 50 ανθοκεφαλές διαφόρων διαμετρημάτων. Παρόλα αυτά το σύννηθες είναι ο σχηματισμός 10-15 ανθοκεφαλών ανά φυτό. Οι ανθοκεφαλές αυτές είναι συγκεντρωμένες σε μια μεγάλη ταξιανθία σφαιρικού σχήματος. Το χρώμα τους είναι πράσινο, ίδιο με αυτό της κοινής αγκινάρας, αλλά σε αντίθεση με αυτές, είναι βρώσιμες μονάχα σε πρώιμο στάδιο. Όταν πλησιάζει η ολοκλήρωση του σχηματισμού και των τελευταίων ανθοκεφαλών, ταυτόχρονα αρχίζει η ανθοφορία της αγριαγκινάρας με την εμφάνιση στημόνων οι οποίοι έχουν χαρακτηριστικό μοβ χρώμα και βρίσκονται στην κορυφή κάθε ταξιανθίας. Όταν τελειώσει η ανθοφορία, οι κεφαλές έχουν πάρει το τελικό τους μέγεθος και ακολουθεί η ωρίμανση, η οποία χαρακτηρίζεται από την αλλαγή του χρώματος των κεφαλών από το πράσινο σε χρυσαφί-κίτρινο και πραγματοποιείται από την κορυφή προς τη βάση (Κώστας, 2014). Ωστόσο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το υπέργειο μέρος του φυτού ξηραίνεται και το υπόγειο μέρος πέφτει σε λήθαργο, έως ότου να ξεκινήσει ένας νέος κύκλος, κατά τον οποίο το φύλλο βλαστάνει απευθείας από τις ρίζες, λόγω των βροχοπτώσεων του φθινοπώρου (Αγριοδήμος, 2013).

Ο βλαστός του φυτού έχει κεντρική εντεριώνη, περίπου 45% του συνολικού όγκου και 10% του βάρους του βλαστού. Η εντεριώνη αποτελείται από μικρά παρεγχυματικά κύτταρα. Ο φλοιός αποτελείται από πολυάριθμες ινώδεις αγγειακές δέσμες. Οι ίνες έχουν κατά μέσον όρο 1,3 mm πλάτος, 18,8 mm μήκος και 4,8 mm πάχος. Ολόκληροι οι μίσχοι έχουν 7,7% τέφρα, 14,6% εκχυλισματικές ουσίες, 17% λιγνίνη, 53% πολυσακχαρίτες (κυρίως κυτταρίνη και ξυλάνες) και 18% υγρασία. Η εντεριώνη έχει περισσότερη λιγνίνη (20,3%) από ό,τι το υπόλοιπο τμήμα του βλαστού (13,6%) (Αγριοδήμος, 2013).

Το κεφάλιο (κεφαλή) είναι ένα σύνολο ανθών, διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο που το σύνολο δίνει την εντύπωση ενός μεγάλου άνθους. Οι βλαστοί (στελέχη) της άγριας αγκινάρας συνήθως φτάνουν το 1,5με 1,9 m ύψος και δευτερεύοντες βλαστοί εκφύονται στο ανώτερο μέρος του στελέχους (Αγριοδήμος, 2013). Το μεγάλο ριζικό σύστημά της είναι πασσαλώδες και επιτρέπει να λαμβάνει νερό και θρεπτικά συστατικά από εδαφικά στρώματα σε μεγάλο βάθος. Οι ρίζες μπορούν να φθάσουν σε

βάθος περίπου 7 μέτρων και να συναντήσουν υπόγειους υδατικούς ταμιευτήρες (Pasqualino, 2006). Το πλάτος των ριζών της έχει δυνατότητα να φθάσει ακόμα και τα δυο μέτρα. Επιπλέον, ως χειμερινή καλλιέργεια δεν έχει ανάγκη από υψηλές εισροές νερού, εφόσον επιτυγχάνει τις μέγιστες παραγωγές βιομάζας αξιοποιώντας τις βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα. Λόγω αυτού του γεγονότος και του εκτεταμένου ριζικού συστήματος, προσφέρει προστασία από τη διάβρωση σε επικλινή εδάφη (Panoutsou, 2007). Για το λόγο αυτό, μπορούν να αξιοποιηθούν λιπάσματα από προηγούμενες καλλιέργειες. Η αποίκηση νέων οικοσυστημάτων και η ροή γονιδίων μεταξύ πληθυσμών, συμβαίνει κυρίως μέσω της διασποράς των σπόρων από πτηνά και από τον άνεμο (Pasqualino, 2006). Ο σπόρος της άγριας αγκινάρας έχει χρώμα σκούρο πράσινο-καφέ και το βάρος του σπόρου εξαρτάται από το μέγεθος του. Κυμαίνεται από 20 έως 50 γραμμάρια για 1.000 σπόρους, με μέσο όρο τα 35-40 γραμμάρια (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008).



1.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Για την εγκατάσταση της καλλιέργειας ακολουθούνται τα εξής βήματα: αρχικά γίνεται όργωμα (Σεπτέμβριο ή Οκτώβριο για μη αρδευόμενους αγρούς), ώστε να υπάρξει ενσωμάτωση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας στο έδαφος. Στη συνέχεια, ακολουθεί ψιλοχωμάτισμα του εδάφους (συνήθως με φρέζα), ώστε να

καταστεί η σποροκλίνη κατάλληλη να δεχθεί το σπόρο. Η σπορά γίνεται με πνευματικές μηχανές σε αποστάσεις 0,75 m μεταξύ των γραμμών και 0,17 m επί της γραμμής σποράς. Οι αποστάσεις όμως αυτές μπορούν να μεταβληθούν, ανάλογα με την επιθυμητή πυκνότητα. Η ποσότητα σπόρου είναι 400 g/στρέμμα, που αντιστοιχεί περίπου στα 8000 φυτά/στρέμμα. Η καλλιέργεια είναι δυνατόν να επιβιώσει χωρίς άρδευση, ακόμη και στους ξηρούς μήνες, ωστόσο αν υπάρχει η δυνατότητα μπορούμε να έχουμε βελτιωμένη απόδοση με 2-3 αρδεύσεις, ανάλογα με την περιοχή, κατά τους μήνες Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο (Γιαννούλης, 2003).

Η συγκομιδή της υπέργειας βιομάζας γίνεται το καλοκαίρι (Αύγουστο-Σεπτέμβριο), μόλις αυτή ξηραθεί, αλλά πάντα πριν τη διάρρηξη της κεφαλής και την απομάκρυνση από αυτή των σπόρων. Διακρίνονται δύο τρόποι συγκομιδής, ανάλογα με το αν συγκομίζεται ο σπόρος ξεχωριστά από την υπόλοιπη βιομάζα, ή αν συγκομίζεται όλο το φυτό μαζί. Τα βήματα που ακολουθούνται στην κάθε περίπτωση είναι τα εξής:

- Συγκομιδή του σπόρου ξεχωριστά
 - Συγκομιδή με θεριζοαλωνιστική
 - Διαχωρισμός
 - Δεματοποίηση

- Συγκομιδή όλου του φυτού μαζί
 - Συγκομιδή με θεριζοαλωνιστική
 - Δεματοποίηση

Στη δεύτερη περίπτωση η εργασία μπορεί να εκτελεσθεί απευθείας αν είναι διαθέσιμος ένας αυτοκινούμενος δεματοποιητής. Διαφορετικά, πρώτα κόβεται η βιομάζα με θεριστική μηχανή και στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της δεματοποίησης (Σκούρας, 2003).

1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ

Η χρήση της αγκινάρας είναι γνωστή από το παρελθόν στη μαγειρική, ωστόσο και η άγρια αγκινάρα μπορεί εξίσου να συμπεριληφθεί στη διατροφή του ανθρώπου, αν τα φύλλα της βρίσκονται σε νεαρό στάδιο, ώστε να μην είναι πικρά. Συχνότερα

προτιμώνται οι τρυφεροί βλαστοί, τα φύλλα και οι ανθοκεφαλές, οι οποίες συλλέγονται κατά την άνοιξη, προτού ανθίσουν. Ακόμα, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για εμπλουτισμό αρώματος σε ορισμένα αλκοολούχα ποτά, κατά την παρασκευή τους (Fotis et al., 1999).

Η άγρια αγκινάρα έχει πολλές εφαρμογές ως προς τη χρήση της. Πρωτίστως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τροφή για τα ζώα. Τα πράσινα φύλλα και οι μίσχοι της, λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, μπορούν να αποτελέσουν ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι του σιτηρεσίου των αιγοπροβάτων (Ιωάννης, 2014). Στην περίπτωση που η συγκομιδή πραγματοποιηθεί το χειμώνα, τότε η παραγωγή βιομάζας θα είναι μειωμένη στο τέλος του καλοκαιριού, καθώς θα υπάρχει λιγότερος χρόνος για αναβλάστηση και ανάπτυξη. Σύμφωνα με τους Cajaville et al. (1999), η περίπτωση συγκομιδής τον Ιούνιο είναι πιο ενδεδειγμένη. Μάλιστα, αναφέρουν ότι η χορτονομή, σε αυτή την περίπτωση, ήταν άριστης ποιότητας, καθώς παρουσίαζε πολύ υψηλή πεπτικότητα της οργανικής ύλης (86 %), ενώ η μέθοδος της ενσίρωσης αποδείχθηκε ως η καταλληλότερη για τη διατήρησή της για μεγάλη χρονική περίοδο. Πάντως η υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες του σπόρου έδειξε ότι μπορεί να περιορίσει την πρόσληψη τροφής. Έχει υψηλά ποσοστά πρωτεϊνών (13-15 %) και ινωδών ουσιών επί της ξηρής ουσίας (13 %), υψηλό συντελεστή πεπτικότητας (78-86 %), υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο, υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτών σακχάρων (27%), τιμές pH χαμηλότερες από 4,3, αμμωνιακό άζωτο χαμηλότερο από 0,27% της ξηρής ουσίας, καθώς και γαλακτικού οξέος (9-17 %) και για το λόγο αυτό έχει μεγάλη θρεπτική αξία ως ζωοτροφή (Fernandez et al., 2006).

Προσέτι, η περιεκτικότητα της άγριας αγκινάρας σε χαρτοπολτό είναι κοντά σε αυτή του ευκαλύπτου, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή χαρτιού ανά τον κόσμο. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η άγρια αγκινάρα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη (46–59%), ημικυτταρίνη (25%) και λιγνίτη (7–13%). Οι βλαστοί της έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες και μετά την εξαγωγή της εντεριώνης που περιέχουν (σε ποσοστό 45% του όγκου τους), είναι κατάλληλοι για παραγωγή χαρτοπολτού. Οι ενεργειακές απαιτήσεις για την εξαγωγή των ινών είναι χαμηλές και με πολύ υψηλή απόδοση (44-47%) (Ιωάννης, 2014).

Εντούτοις, η πιο διαδεδομένη χρήση της άγριας αγκινάρας είναι για την παραγωγή ελαίου και βιοκαυσίμων ή βιομάζας, που έχει μελετηθεί κυρίως κατά την τελευταία δεκαετία, κατά την οποία έχει αυξηθεί η ανάγκη εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για παραγωγή θερμικής ενέργειας. Οι σπόροι της αποτελούν ενδιαφέρουσα πηγή παραγωγής ελαίου, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύουν υψηλό ποσοστό της συνολικής συγκομισμένης ξηρής βιομάζας (13,2%), και είναι περίπου 264 kg/στέμμα και οι οποίοι είναι ελαιούχοι με περιεκτικότητα κατά μέσο όρο 25% σε λάδι, ενώ έχουν καταμετρηθεί ποσοστά έως 33% (στην Ελλάδα). Το προφίλ λιπαρών οξέων του ελαίου της άγριας αγκινάρας είναι όμοιο με αυτό του ηλιέλαιου: 11% παλμιτικό, 4% στεαρικό, 25% ολεϊκό, 60% λινολεϊκό. Το λάδι εύκολα εξάγεται με ψυχρή συμπίεση (20-25 °C). Με αυτό τον τρόπο παραλαβής η σύνθεση του ελαίου δεν αλλάζει και έτσι μπορεί έτσι να χρησιμοποιηθεί και για τη διατροφικές του ανθρώπου (Ιωάννης, 2014).

Πολλοί είναι οι ερευνητές που ασχολήθηκαν με την παραγωγή βιοντίζελ από λάδι άγριας αγκινάρας, μέσω μετεστεροποίησης, είτε με αιθανόλη, είτε με μεθανόλη, παρουσία καταλύτη. Εφόσον το τελικό προϊόν της άγριας αγκινάρας αποτελείται από δύο ενεργειακές πρώτες ύλες, δηλαδή λιγνο-κυτταρική βιομάζα και ελαιούχους σπόρους, μπορούμε να σχεδιάσουμε μια διπλή χρήση: μία για την παραγωγή θερμικής ενέργειας από βιομάζα και μία για την παραγωγή βιοντίζελ. Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί το κόστος του λαδιού να είναι χαμηλότερο, σε σχέση με άλλες καλλιέργειες, οι οποίες είναι εξ' ολοκλήρου ελαιοπαραγωγικές, όπως η ελαιοκράμβη και ο ηλιάνθος (Ιωάννης, 2014).

Επίσης, η ξηρή βιομάζα, με ή χωρίς το σπόρο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για καύση για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού, είτε να μετατραπεί σε στερεά μορφοποιημένα βιοκαύσιμα για την παραγωγή στερεού καυσίμου (pellets) που μπορεί να αντικαταστήσει το πετρέλαιο. Έχει υπολογιστεί πως η επί της εκατό σύσταση της ξηρής βιομάζας της είναι: 25% φύλλα, 40% βλαστοί και στελέχη, 35% ανθοκεφαλές και πως τα 2 κιλά agripellets άγριας αγκινάρας ισοδυναμούν με 1 κιλό πετρέλαιο, ως προς την απόδοση θερμικής ενέργειας. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην παραγωγή του καυσίμου είναι κυρίως η περαιτέρω ξήρανσή του και συχνά η μεγάλη του περιεκτικότητα σε τέφρα (Dalianis et al., 1996; Fernandez, 1992).



Η άγρια αγκινάρα χρησιμοποιείται, επίσης, σε πολλές περιπτώσεις ως απλό καλλωπιστικό φυτό σε κήπους. Σε κάποιες χώρες (π.χ. Ισπανία) χρησιμοποιείται και για την παραγωγή τυριού. Επιπλέον, είναι ένα σημαντικό φυτό για την ιατρική, διότι περιέχει την ένωση κυναρίνη, η οποία μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργία των κύστεων του συκωτιού, να βοηθήσει την έκκριση χωνευτικών υγρών και να μειώσει τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα. Τέλος, τα φύλλα της αγριαγκινάρας είναι αντιρρευματικά, και βοηθούν στην πρόληψη της χοληστερόλης, της υπογλυκαιμίας, και της αρτηριοσκλήρυνσης, ενώ δρουν και ως αντιοξειδωτικά.



1.6 ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας της άγριας αγκινάρας θα συμβάλει στη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ασφαλείς και συμβατές με το περιβάλλον, καθώς η βιομάζα ως καύσιμο είναι ουδέτερη σε εκπομπές CO₂, καθώς η ποσότητα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση, ενώ από την άλλη πλευρά με την καύση βιομάζας σχεδόν μηδενίζεται η απελευθέρωση θείου (S) στην ατμόσφαιρα. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου και των όξινων βροχών, σύμφωνα με τις αποφάσεις των διεθνών συνόδων.

Πράγματι, κατά τη διαδικασία μετατροπής της βιομάζας σε 'πράσινη ενέργεια', όλα τα στοιχεία, εκτός του αζώτου, επιστρέφουν ως στάχτη στο έδαφος. Έτσι δημιουργείται ο, σχεδόν, κλειστός κύκλος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Η παγκόσμια έρευνα, η οποία ακόμη εξελίσσεται, έχει δείξει ότι το περιβάλλον δεν επιβαρύνεται από τις εκπομπές αερίων (CO, CO₂, SO_x, εκτός του NO_x) κατά την παραγωγή ενέργειας από τα βιοκαύσιμα, αλλά και κατά την παραγωγή της βιομάζας. Επιπλέον, οι περιβαλλοντικές εκροές των υπό μελέτη συστημάτων καλλιέργειών με άγρια αγκινάρα, για παραγωγή βιοενέργειας, είναι χαμηλότερες από αυτές των παραδοσιακών καλλιέργειών.

Μείωση της νιτρο-ρύπανσης

Η άγρια αγκινάρα χρειάζεται λιγότερο άζωτο, και σε πειράματα που διεξήχθησαν στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας επιτεύχθηκαν πολύ υψηλές αποδόσεις με λίπανση 0-5 μονάδες N ανά στρέμμα. Τα χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης συντελούν στη μείωση της νιτρο-ρύπανσης που γενικά απειλεί πολλές περιοχές της χώρας, ιδιαίτερα όπου καλλιεργούνται το βαμβάκι, τα ζαχαρότευτλα, ο καπνός και το σιτάρι (ΕΘΙΑΓΕ, 2000).

Μείωση χρήσης των γεωργικών φαρμάκων

Η μεγάλη ανταγωνιστική ικανότητα της άγριας αγκινάρας περιορίζει την ανάπτυξη των ζιζανίων (Vasilakoglou and Dhima, 2014). Προσέτι, είναι ανθεκτική και δεν προσβάλλεται από σοβαρούς παθογόνους μικροοργανισμούς και έντομα. Ως εκ

τούτου, η χρήση μυκητοκτόνων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων είναι περιορισμένη έως ανύπαρκτη.

Εξοικονόμηση υδατικών πόρων

Η άγρια αγκινάρα εκμεταλλεύεται άριστα τις χειμερινές βροχές και δίνει υψηλές αποδόσεις χωρίς άρδευση.

Διάβρωση & ερημοποίηση

Η άγρια αγκινάρα, μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου, αναπτύσσεται ταχύτατα και καλύπτει πλήρως το έδαφος, προστατεύοντάς το από την διάβρωση που είναι ιδιαίτερα απειλητική στα επικλινή εδάφη της ξηροθερμικής ζώνης της χώρας μας.

Αύξηση της εδαφικής γονιμότητας

Είναι σημαντική η συμβολή της καλλιέργειας στην αύξηση της γονιμότητας των εδαφών, με τον εμπλουτισμό τους με οργανική ουσία και τη δημιουργία καλής δομής, έτσι ώστε να δίνει μεγάλες αποδόσεις στις επόμενες καλλιέργειες.

Ενεργειακό ισοζύγιο

Σχετικά με τα βιοκάυσιμα (βιοαιθανόλη, βιοντίζελ), το ενεργειακό ισοζύγιο είναι κρίσιμο κριτήριο και αντικατοπτρίζει το ενεργειακό κέρδος που αποκομίζουμε από τα διάφορα είδη βιοκαυσίμων. Το ενεργειακό ισοζύγιο ολόκληρης της αλυσίδας παραγωγής περιλαμβάνει την καλλιεργητική διαδικασία, τη μεταφορά και αποθήκευση και τη διαδικασία μετατροπής της πρώτης ύλης σε ενεργειακό προϊόν (βιοκαύσιμο). Η ενεργειακή αποδοτικότητα (λόγος εκροών-εισροών ενέργειας) διαφοροποιείται, ανάλογα με το είδος του βιοκαυσίμου. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερη είναι η ενεργειακή αποδοτικότητα, τόσο μεγαλύτερο είναι το περιβαλλοντικό και ενεργειακό όφελος από ένα βιοκαύσιμο. Ειδικότερα για την άγρια αγκινάρα, παράγουμε 27 λίτρα ισοδύναμου πετρελαίου δαπανώντας 1 λίτρο πετρέλαιο, όταν στις υπόλοιπες περιπτώσεις το παραγόμενο καύσιμο ισοδυναμεί με 1,3 έως 8 λίτρα (Δαναλάτος, 2008).

1.7 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αξιολογήθηκε η παραγωγικότητα δύο ποικιλιών άγριας αγκινάρας (Bianco Anorio και C-12), κατά το έκτο έτος καλλιέργειάς της, σε αγρό του αγροκτήματος του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος. Μάλιστα, οι συγκεκριμένες ποικιλίες αξιολογούνται σε συνθήκες χαμηλών εισροών (λίπανση, αντιμετώπιση ζιζανίων, άρδευση) για παραγωγή βιο-ενέργειας και άλλων βιομηχανικών και γεωργικών προϊόντων στην Ελλάδα.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε στο Αγρόκτημα του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλίας κατά τον Οκτώβριο της καλλιεργητικής περιόδου 2009/10. Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2014/15 η φυτεία βρίσκονταν στο έκτο έτος καλλιέργειας. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους ήταν άμμος 50,9%, άργιλος 29,1%, ιλύς 20%, pH 7,5, οργανική ουσία 6%. Η προσπαρτική ανάλυση του εδάφους που διεξήχθη στα μέσα Σεπτεμβρίου έδειξε ότι η αρχική περιεκτικότητα σε νιτρικά ήταν 107 mg kg^{-1} . Ο πειραματικός αγρός ήταν μολυσμένος από αγριοβρώμη (*Avena sterilis* L.), άγριο σινάπι (*Sinapis arvensis* L.), παπαρούνα (*Papaver rhoeas* L.) και ζωχό (*Sonchus oleraceus* L.), όπως επιβεβαιώθηκε από οπτικές παρατηρήσεις που έγιναν κατά την προηγούμενη της εγκατάστασης καλλιεργητική περίοδο. Αυτά τα τέσσερα ζιζάνια είναι από τα πιο σημαντικά χειμερινά ζιζάνια της Ελλάδος (Damanakis, 1983). Το πείραμα διεξήχθη για 6 συνεχόμενες καλλιεργητικές περιόδους (2009/10, 2010/11, 2011/12, 2012/13, 2013/14 και 2014/15). Το κλίμα στην κεντρική Ελλάδα, όπου και πραγματοποιήθηκε το πείραμα, χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό με κρύους χειμώνες, θερμά καλοκαίρια και άνοιξη με λίγες βροχοπτώσεις.

2.1.1 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Κατά τη διάρκεια του πειράματος αξιολογήθηκαν δύο ποικιλίες άγριας αγκινάρας, η Bianco Anorio και η C-12, οι οποίες σπάρθηκαν με το χέρι σε αποστάσεις 75 cm μεταξύ των γραμμών και 17 cm μεταξύ των φυτών στη γραμμή, προκειμένου να επιτευχθεί μια, κατά προσέγγιση, πυκνότητα της τάξης των 7800 σπόρων/στρέμμα, η οποία ακολουθεί την συνήθη τακτική των Ελληνικών καλλιεργητών άγριας αγκινάρας. Αυτές οι δύο ποικιλίες εισήχθησαν στην Ελλάδα και ανήκουν στις περισσότερο καλλιεργούμενες ποικιλίες. Η σπορά έγινε με το χέρι στις 7 Νοεμβρίου του 2009. Δύο μέρες πριν τη σπορά διασπάρθηκαν και ενσωματώθηκαν στο έδαφος όλων των πειραματικών τεμαχίων 5 kg N και 2,5 kg P₂O₅, ως λίπασμα θειοφωσφορική αμμωνίας (20-10-0). Καμία άλλη λίπανση δεν εφαρμόστηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η προηγούμενη καλλιέργεια στον πειραματικό αγρό ήταν κριθάρι, το οποίο

συγκομίστηκε στα μέσα Ιουνίου. Το άχυρο του κριθαριού δέθηκε με μηχανή χορτοδεσίας και απομακρύνθηκε με αυτόν τον τρόπο από τον αγρό. Το έδαφος οργώθηκε μετά την συγκομιδή του κριθαριού και αφέθηκε σε αυτή την κατάσταση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Στα μέσα Οκτωβρίου έγινε ψιλοχωμάτισμα με δισκοσβάρνα για την προετοιμασία της σποροκλίνης που θα υποδεχόταν τους σπόρους της άγριας αγκινάρας, αλλά και για να ενσωματωθεί στο έδαφος το λίπασμα. Ταυτόχρονα με τη σπορά, εφαρμόστηκε 2 kg/στρέμμα κοκκώδες εντομοκτόνο chlorpyrifos, ώστε να αποφευχθούν προσβολές από έντομα εδάφους. Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε το πειραματικό σχέδιο των υπο-υποδιαιρεμένων ομάδων, με ένα πλήρες τυχαίοποιημένο σχέδιο με τέσσερις επαναλήψεις. Τα κύρια τεμάχια αποτελούσαν τα δύο επίπεδα άρδευσης (αρδευόμενα με 90 mm νερού και μη αρδευόμενα) με διαστάσεις τεμαχίου 13 x 7 m. Τα μισά κύρια τεμάχια αρδεύτηκαν τρεις φορές κάθε καλλιεργητική περίοδο με σύστημα στάγδην άρδευσης και συνολικό όγκο νερού 90 mm. Η στάγδην άρδευση εφαρμόστηκε σε σειρές που απείχαν μεταξύ τους 1,5 m, ενώ οι σταλάκτες απείχαν 0,5 m επάνω στο σωλήνα, ώστε να επιτευχθεί παροχή 5,7 mm νερού κάθε ώρα. Σε κάθε καλλιεργητική περίοδο η άρδευση ξεκινούσε στα τέλη Απριλίου. Κατά τη διάρκεια κάθε άρδευσης (περίπου κάθε μήνα), χρησιμοποιήθηκαν 30 mm νερού (5,2 ώρες διάρκεια άρδευσης). Όλα τα κύρια τεμάχια χωριζόταν με διάδρομο 3 m. Κάθε κύριο τεμάχιο ήταν χωρισμένο σε δύο υποτεμάχια 5 x 7 m, με 8 σειρές άγριας αγκινάρας το καθένα. Το κάθε υποτεμάχιο αντιστοιχούσε στις δύο ποικιλίες άγριας αγκινάρας (Bianco Anorio και C-12). Τα υποτεμάχια ήταν χωρισμένα μεταξύ τους με διάδρομο 3 m. Κάθε υποτεμάχιο ήταν κι αυτό διαιρεμένο σε υπο-υποτεμάχια έκτασης 5 x 3 m, που το καθένα είχε 4 σειρές άγριας αγκινάρας. Το ένα υπο-υποτεμάχιο ήταν απαλλαγμένο από τα ζιζάνια, τα οποία απομακρύνονταν με το χέρι κάθε μήνα από τα μέσα Δεκεμβρίου, ενώ το άλλο παρέμενε με τα ζιζάνια και δέχονταν τον ανταγωνισμό αυτών. Οι υπόλοιπες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως δολωματικές εφαρμογές για σαλιγκάρια που γίνονταν κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων ήταν κοινές για όλα τα υπο-υποτεμάχια.

2.1.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στις 18 Μαρτίου 2015 έγινε μέτρηση της πυκνότητας των ζιζανίων στα υπο-υποτεμάχια, σε έκταση 5 x 2,25 m, ανάμεσα στους τρεις εσωτερικούς διαδρόμους των μη σκαλισμένων υπο-υποτεμαχίων. Τα ζιζάνια που φυτρώνουν μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της άγριας αγκινάρας, παρατηρήθηκαν αυξημένα σε σχέση με τις προηγούμενες μετρήσεις των προηγούμενων καλλιεργητικών περιόδων.

Στα μέσα των μηνών Μάρτιου, Απριλίου, Μαΐου και Ιουνίου αξιολογήθηκε η συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα της άγριας αγκινάρας και η φωτοσυνθετική ικανότητα στο επίπεδο του φωτοσυστήματος II. Τα δεδομένα αυτά δεν παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

Κατά τη συγκομιδή, αξιολογήθηκε η συνολική ξηρή βιομάζα, ο αριθμός κεφαλών, η απόδοση σε σπόρο, η συγκέντρωση ελαίου των σπόρων, το βάρος των σπόρων καθώς και η απόδοση της βιομάζας σε θερμική απόδοση. Η συγκομιδή έγινε στις 10 Αυγούστου 2015 με το χέρι σε μία από τις κεντρικές σειρές μήκους 5 m κάθε υπο-υποτεμαχίου. Μετά τη συγκομιδή η εναπομείνουσα βιομάζα της αγριαγκινάρας και των ζιζανίων κόβονταν και απομακρύνονταν από τον αγρό. Αυτή η πρακτική αντανάκλα τις πρακτικές συγκομιδής στους αγρούς άγριας αγκινάρας των Ελλήνων αγροτών. Μετά την απομάκρυνση με τα χέρια των κεφαλών, τα δείγματα αποξηράνθηκαν πλήρως σε θερμοκήπιο, μέχρι ένα ομοιόμορφο επίπεδο υγρασίας και αλωνίστηκαν με αλωνιστική μηχανή. Οι σπόροι καθαρίστηκαν σε κόσκινα, ζυγίστηκαν και χωρίστηκαν σε επιμέρους δείγματα 200 g το καθένα και διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου, μέχρι να χρησιμοποιηθούν για προσδιορισμό των ελαίων του σπόρου. Η συγκέντρωση του ελαίου προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας αναλυτή υπέρυθρης ακτινοβολίας (NIR) (Model SpectraAlyzer, ZEUTEC OPTO-ELEKTRONIK GmbH, Rendsburg), ο οποίος ρυθμίστηκε για σπόρους άγριας αγκινάρας από δείγματα που αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των ακατέργαστων λιπαρών ουσιών (AOAC, 1990). Η απόδοση των ελαίων υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας την απόδοση των σπόρων με τη συγκέντρωση των ελαίων των σπόρων, τα οποία και τα δύο διορθώθηκαν σε υγρασία 8% (Vasilakoglou and Dhima, 2014).

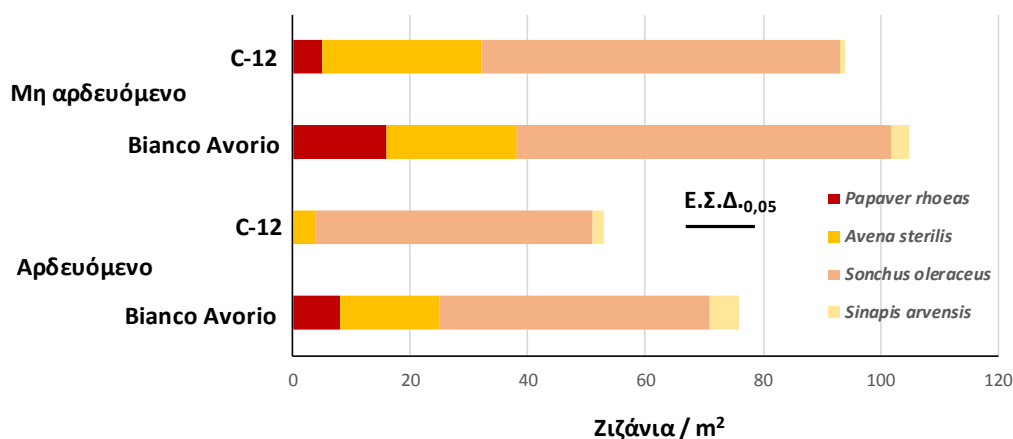
2.1.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Τα δεδομένα απόδοσης της άγρια αγκινάρας αναλύθηκαν στο χρόνο, χρησιμοποιώντας παραγοντική ανάλυση υπο-υποδιαμεμένων τεμαχίων (άρδευση x ποικιλία άγριας αγκινάρας x ανταγωνισμός ζιζανίων). Τα δεδομένα αριθμού φυτών των ζιζανίων αναλύθηκαν στο χρόνο, χρησιμοποιώντας παραγοντική ανάλυση υπο-διαμεμένων τεμαχίων (ποικιλία άγριας αγκινάρας x ανταγωνισμός ζιζανίων). Η ομοιογένεια των διακυμάνσεων ελέγχθηκε με το Bartlett's test. Όπου κρίθηκε απαραίτητο τα δεδομένα δέχθηκαν την κατάλληλη τροποποίηση. Ειδικότερα, ο αριθμός φυτών των ζιζανίων πριν την ANOVA μετατράπηκε σε $\sqrt{x+1}$, προκειμένου να μειωθεί η ανομοιογένεια των δεδομένων. Οι τιμές που παρουσιάζονται είναι αυτές που προέκυψαν από την επανατροποποίηση των δεδομένων. Το στατιστικό πρόγραμμα MSTAT (MSTAT-C, 1988) χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων. Το κριτήριο Tukey's Honestly Significant Difference test χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση στατιστικώς σημαντικών διαφορών σε επίπεδο σημαντικότητας $P = 0,05$.

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.2.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Γενικά, ο πληθυσμός των ζιζανίων σε όλα τα υπο-υποτεμάχια ήταν αυξημένος κατά το 2015, σε σύγκριση με τα προηγούμενα έτη (Αγριοδήμος, 2013; Vasilakoglou and Dhima, 2014). Τα κυριότερα ζιζάνια που παρατηρήθηκαν και αξιολογήθηκαν στα ασκάλιστα υπο-υποτεμάχια ήταν τα: *Papaver rhoeas* (παπαρούνα), *Avena sterilis* (αγριοβρώμη), *Sonchus oleraceus* (ετήσιος ζωχός) και *Sinapis arvensis* (άγριο σινάπι). Η ανάλυση των δεδομένων αριθμού ζιζανίων έδειξε ότι η παρουσία των ζιζανίων επηρεάστηκε από την άρδευση άρδευση ($P < 0,05$) και την ποικιλία άγριας αγκινάρας ($P < 0,05$). Συνεπώς, παρουσιάζεται η αλληλεπίδραση άρδευση x ποικιλία άγριας αγκινάρας (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Επίδραση της άρδευσης και της ποικιλίας άγριας αγκινάρας στον πληθυσμό τεσσάρων ζιζανίων στα ασκάλιστα υπο-υποτεμάχια κατά το έκτο έτος καλλιέργειας.

Ο αριθμός των τεσσάρων ζιζανίων στην ποικιλία C-12 ήταν μικρότερος από εκείνο στην ποικιλία Bianco Avorio. Μάλιστα, ο πληθυσμός των ζιζανίων ήταν μικρότερος στα πειραματικά υπο-υποτεμάχια που αρδεύονταν κατά την περίοδο αύξησης της

καλλιέργειας. Ο ετήσιος ζωχός ήταν το ζιζάνιο που παρατηρήθηκε στη μεγαλύτερη πυκνότητα, ακολουθούμενο από την αγριοβρώμη.

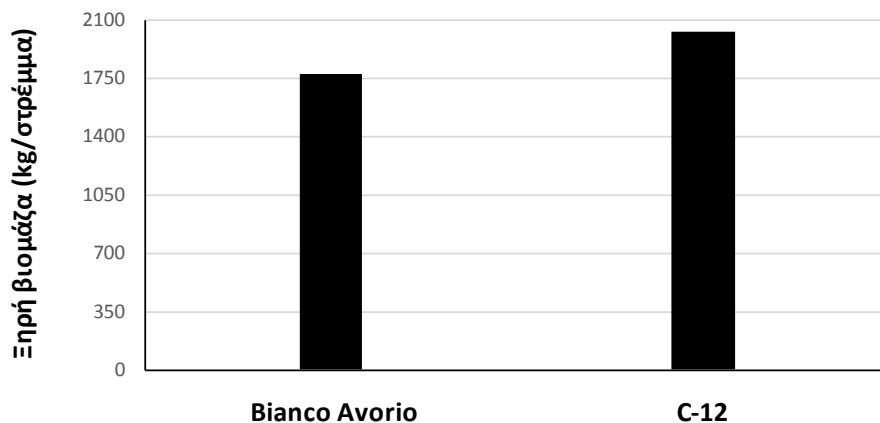
Μετά από έξι έτη καλλιέργειας παρατηρήθηκε ότι ο πληθυσμός των ζιζανίων αυξήθηκε, σε σύγκριση με τον πληθυσμό που καταγράφηκε στα τρία πρώτα έτη της καλλιέργειας (Vasilakoglou and Dhima, 2014). Το ζιζάνιο που φάνηκε να επικρατεί στα ασκάλιστα πειραματικά υπο-υποτεμάχια ήταν ο ετήσιος ζωχός, ζιζάνιο που ανήκει στην ίδια οικογένεια με την άγρια αγκινάρα. Στα αρδευόμενα υπο-υποτεμάχια, ο πληθυσμός των ζιζανίων ήταν μικρότερος, πιθανώς λόγω μεγαλύτερης ανάπτυξης των φυτών της καλλιέργειας και συνεπώς της μεγαλύτερης ανταγωνιστικής ικανότητας.

Η μέση πυκνότητα των ζιζανίων ήταν 18 φυτά στη C-12 και 23 φυτά στην Bianco Anorio. Το γεγονός αυτό δηλώνει ότι η ποικιλία C-12 ήταν περισσότερο ανταγωνιστική εναντίον των ζιζανίων από ό,τι η Bianco Anorio. Αυτή η μεγαλύτερη ανταγωνιστική ικανότητα μπορεί να αποδοθεί εν μέρει στην ελαφρώς γρηγορότερη ολοκλήρωση της ροζέτας (όπως παρατηρήθηκε κατά τους οπτικούς ελέγχους) της C-12 (White and Holt, 2005; Zimdahl, 2004).

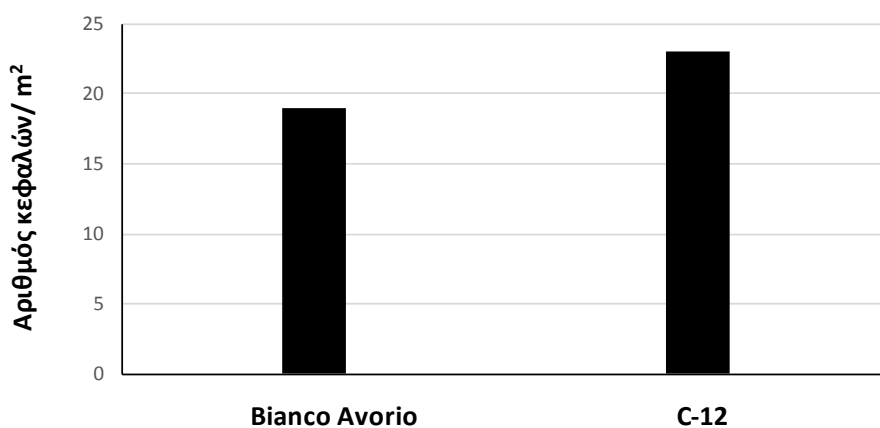
2.2.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΓΡΙΑΣ ΑΓΚΙΝΑΡΑΣ

Η ανάλυση δεδομένων (ANOVA) των συστατικών απόδοσης της άγριας αγκινάρας έδειξε ότι αυτά (συστατικά απόδοσης) επηρεάστηκαν σημαντικά μόνο από την ποικιλία, ενώ δεν ήταν σημαντική η επίδραση της παρουσίας των ζιζανίων ή της άρδευσης που πραγματοποιήθηκε τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο. Συνεπώς, στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζεται μόνο η επίδραση της ποικιλίας άγριας αγκινάρας.

Η ποικιλία C-12 είχε έχει μεγαλύτερη απόδοση σε ξηρή βιομάζα, μεγαλύτερο αριθμό κεφαλών, μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση σε έλαιο (Σχήματα 2, 3, 4 και 5). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο βάρος 1000 σπόρων, μεταξύ των δύο ποικιλιών (Σχήμα 6).

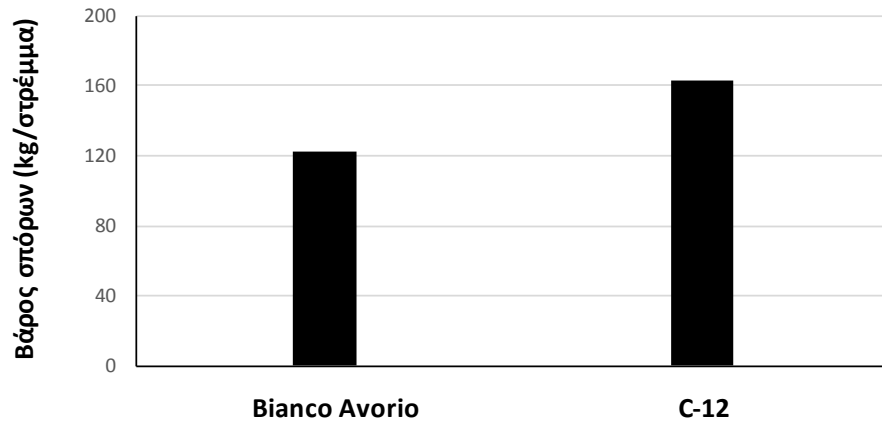


Σχήμα 2. Επίδραση της ποικιλίας άγριας αγκινάρας στην απόδοση σε ξηρή βιομάζα κατά το έκτο έτος καλλιέργειας.

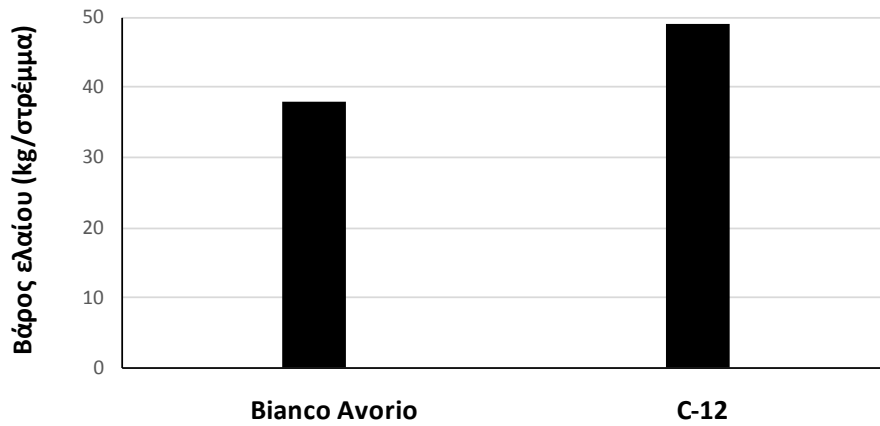


Σχήμα 2. Επίδραση της ποικιλίας άγριας αγκινάρας στον αριθμό κεφαλών κατά το έκτο έτος καλλιέργειας.

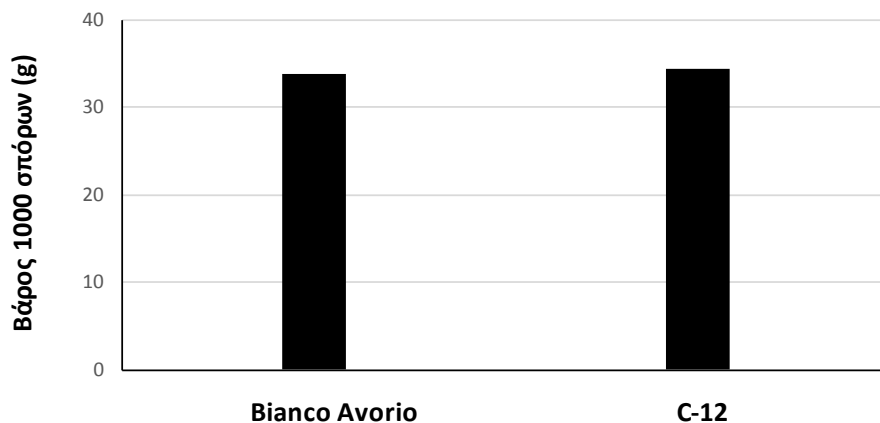
Συγκριτικά με τα προηγούμενα έτη καλλιέργειας (Αγριοδημος, 2013; Vasilakoglou and Dhima, 2014) η απόδοση της άγριας αγκινάρας παρουσίασε σημαντική μείωση, λόγω μείωσης όλων των συστατικών απόδοσης (συνολικό ξηρό βάρος, αριθμός κεφαλών, ποσότητα σπόρων και ελαίου). Το γεγονός αυτό πιθανώς οφείλεται στις μειωμένες εισροές σε λίπανση και άρδευση, αλλά και στη σταδιακή μείωση της ικανότητας των κεφαλών να παράγουν νέους βλαστούς.



Σχήμα 4. Επίδραση της ποικιλίας άγριας αγκινάρας στο βάρος των σπόρων κατά το έκτο έτος καλλιέργειας.

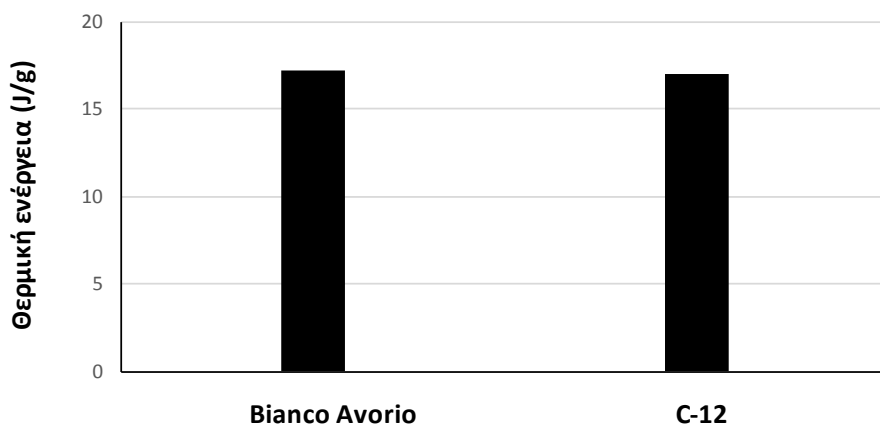


Σχήμα 5. Επίδραση της ποικιλίας άγριας αγκινάρας στην απόδοση σε έλαιο των σπόρων κατά το έκτο έτος καλλιέργειας.



Σχήμα 6. Επίδραση της ποικιλίας άγριας αγκινάρας στο βάρος 1000 σπόρων κατά το έκτο έτος καλλιέργειας.

Η θερμική απόδοση κατά την καύση της βιομάζας δε διέφερε σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών (Σχήμα 7) και δεν επηρεάστηκε από την παρουσία των ζιζανίων ή την άρδευση.



Σχήμα 7. Επίδραση της ποικιλίας άγριας αγκινάρας στη θερμική απόδοση κατά την καύση της βιομάζας κατά το έκτο έτος καλλιέργειας.

2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Τα μέχρι σήμερα δεδομένα επιτρέπουν την εξαγωγή των κάτωθι συμπερασμάτων:
- Η καλλιέργεια της άγριας αγκινάρας εγκαταστάθηκε με επιτυχία στο Αγρόκτημα της Λάρισας, λόγω των ευνοϊκών βροχοπτώσεων και θερμοκρασίας που επικρατούσαν κατά τον Οκτώβριο και Νοέμβριο του 2009.
- Πιθανώς αυτός είναι και ο λόγος που οι δύο καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή ανταγωνιστική ικανότητα εναντίον των ζιζανίων.
- Οι αποδόσεις των δύο ποικιλιών παρουσίασαν μείωση κατά το 2015 (έκτο έτος καλλιέργειας), πιθανώς λόγω μείωσης της ικανότητας των κεφαλών να παράγουν νέους βλαστούς, αλλά και της σταδιακής μείωσης της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους.
- Η ποικιλία C-12 φαίνεται να είναι καταλληλότερη για την περιοχή της Θεσσαλίας, από ό,τι η Bianco Anorio.
- Η άρδευση ελάχιστα συμβάλλει στην αύξηση της απόδοσης της άγριας αγκινάρας.
- Η άγρια αγκινάρα έχει περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά πλεονεκτήματα και παρουσιάζει ενδιαφέρον για ενεργειακούς σκοπούς.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Fat (crude) or ether extract in animal feed (920.39). Official methods of analysis. 15th ed. Washington, DC: AOAC.
- Cajarville, C., J Gonzalez, JL Repetto, CA Rodriguez, A Martinez. 1999. Nutritive value of green forage and crop by-products of *Cynara Cardunculus*. Annales de Zootechnie 48:353-365.
- Commission of the European Communities. 2006. An EU Strategy for Biofuels, SEC 142. Brussels: Communication from the Commission [cited 2012 Aug 30]. Available to: http://ec.europa.eu/energy/res/biomass_action_plan/doc/2006_02_08_comm_eu_strategy_en.pdf.
- Curt, MD, G Sanchez and J Fernandez. 2002. The potential of *Cynara cardunculus* L. for seed oil production in a perennial cultivation system. Biomass and Bioenergy 23:33-46.
- Dalianis, C, C Panoutsou and N Dercas. 1996. Spanish thistle artichoke *C. cardunculus* L., under Greek conditions. In: Chartier, P, GL Ferrero, UM Henius (Eds.). Biomass for energy and environment. Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference, 24-27 June, Copenhagen, Denmark. Elsevier Science, Oxford. 663-668 p.
- Damanakis ME. 1983. Weed species in wheat fields of Greece - 1982, 1983 survey. Zizaniology 1:85-90.
- Fernandez, J. 1992. Production and utilization of *C. cardunculus* L. biomass for energy, paper-pulp and food industry. In: Grassi, G, A Colina, H Zibetta (Eds.). Biomass for energy, industry and environment. Proceedings of the 6th E.C. Conference, 22-26 April, Athens, Greece. Elsevier Science, London. 312-316 p.
- Fernandez, J, MD Curt and PL Aguado. 2006. Industrial applications of *Cynara cardunculus* L. for energy and other uses. Industrial Crop Products 24:222-229.
- Foti, S, G Mauromicale, SA Racchia, B Fallico, F Fanella and E Maccarone. 1999. Possible alternative utilization of *Cynara* spp. I. Biomass, grain yield and chemical composition of grain. Industrial Crops Products 10:219-228.

- MSTAT-C. 1988. A microcomputer program for the design, management, and analysis of agronomic research experiments. East Lansing: Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University.
- Panoutsou, C. 2007. Socio-economic impacts of energy crops for heat generation in Northern Greece. *Energy Policy* 35:6046-6059.
- Pasqualino, JC. 2006. *Cynara cardunculus* as an alternative crop for biodiesel production. Thesis directed by Dr. Joan Salvado. Department of Chemical Engineering Universitat Rovira Virgii, Taragona, Spain.
- Pignone, D and G Sonnante. 2009. Il carciofo e il cardo. Collana Coltura & Cultura, Italy.
- Raccuia, S and MG Melilli 2007. Biomass and grain oil yields in *Cynara cardunculus* L. genotypes grown in Mediterranean environment. *Field Crops Research* 101:187-197.
- Vasilakoglou, I and K Dhima. 2014. Potential of two cardoon varieties to produced biomass and oil under reduced irrigation and weed control inputs. *Biomass and Bioenergy* 63:177-186.
- White, VA and JS Holt. 2005. Competition of artichoke thistle (*Cynara cardunculus*) with native and exotic grassland species. *Weed Science* 53:826-833.
- Zimdahl, RL. 2004. *Weed-Crop Competition. A Review*, 2nd ed. Iowa, USA: Blackwell Publishing.
- Αγριοδήμος, Χ. 2013. Αξιολόγηση επίδρασης της άρδευσης και της παρουσίας ζιζανίων στην απόδοση δύο ποικιλιών άγριας αγκινάρας. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Λάρισα. Σελ. 24.
- Γιαννούλης, Κ. 2003. Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από διαφορετικές πυκνότητες πληθυσμού και N-ουχου λίπανσης στην κ. Ελλάδα. Πτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής Και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Σελ. 16.
- Δαναλάτος, Ν και Σ Αρχοντούλης. 2008. Οδηγός Καλλιεργητικών φροντίδων Αγριαγκινάρας, Ηλίανθου, Σόργου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Δαναλάτος, Γ. 2008. Άρθρο του καθηγητή Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Ν. Δαναλάτου (http://bioenergynews.blogspot.gr/2008/05/blog-post_18.html).

Ιωάννης, ΕΚ. 2014. Οφέλη και πρόθεση των γεωργών του Νομού Καβάλας για καλλιέργεια αγριαγκινάρας για ενεργειακούς σκοπούς. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας Και Ανάπτυξης. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη και Διαχείριση του Αγροτικού Χώρου. Σελ. 47 -50.

Σκούρας, Π. 2003. Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από διαφορετικές συνθήκες πυκνότητες πληθυσμού και λίπανσης στη Θεσσαλία την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002. Πτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Σελ 13.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



