



**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**« ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΓΡΙΟΑΓΚΙΝΑΡΑΣ
ΚΑΙ ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ »**



**ΟΝΟΜΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ
ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ
ΠΑΝΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ, 2011**

Αφιερώνεται σ' όλους

εκείνους τους εκπαιδευτικούς

που προσπαθούν.....

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
SUMMARY	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.1. Ενεργειακές καλλιέργειες	6
1.2. Είδη ενεργειακών καλλιεργειών	8
1.3. Πιθανές χρήσεις - διεργασίες μετατροπής σε βιοκαύσιμα.....	8
1.4. Χαρακτηριστικά ιδανικής ενεργειακής καλλιέργειας.....	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΦΡΟΝΤΙΔΩΝ ΑΓΡΙΟΑΓΚΙΝΑΡΑΣ

2.1. Ιστορική εξέλιξη και ονοματολογία.....	12
2.2. Βοτανική ταξινόμηση.....	12
2.3. Μορφολογία	12
2.4. Φαινολογία	18
2.5. Οικολογία	20
2.5.1. Θερμοκρασία.....	20
2.5.2. Φως.....	22
2.5.3. Έδαφος	22
2.5.4. Νερό	23
2.6. Καλλιεργητικές φροντίδες	23
2.6.1. Εποχή σποράς.....	23
2.6.2. Βάθος σποράς.....	23
2.6.3. Πυκνότητα φυτών	24

2.6.4. Προετοιμασία σποράς.....	24
2.6.5. Αμειψισπορά	25
2.6.6. Ζιζανιοκτονία	25
2.6.7. Εχθροί και ασθένειες.....	26
2.6.8. Λίπανση.....	26
2.6.9. Άρδευση	27
2.6.10. Συγκομιδή	28
2.7. Πιθανές χρήσεις και αποδόσεις.....	31
2.7.1. Στερεό καύσιμο (πελλέτες ή μπρικέτες)	31
2.7.2. Υγρό καύσιμο (βιοντίζελ)	33
2.7.3. Ζωοτροφή.....	34
2.7.4. Παραγωγή χαρτιού	35
2.7.5. Φαρμακευτικές ιδιότητες	35
2.7.6. Οργανικό λίπασμα.....	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΦΡΟΝΤΙΔΩΝ ΗΛΙΑΝΘΟΥ

3.1. Ιστορική εξέλιξη	37
3.2. Βοτανική ταξινόμηση.....	37
3.3. Μορφολογία	37
3.4. Φαινολογία	39
3.5. Οικολογία.....	43
3.5.1. Θερμοκρασία.....	43
3.5.2. Φως.....	44
3.5.3. Νερό	44
3.5.4. Έδαφος	45
3.6. Καλλιεργητικές φροντίδες	46
3.6.1. Εποχή σποράς.....	46
3.6.2. Βάθος σποράς.....	47
3.6.3. Πυκνότητα φυτών	47
3.6.4. Προετοιμασία σποράς.....	49
3.6.5. Αμειψισπορά	49

3.6.6. Ζιζανιοκτονία	50
3.6.7. Εχθροί και ασθένειες.....	50
3.6.8. Λίπανση.....	52
3.6.9. Αρδευση.....	53
3.6.10. Συγκομιδή	54
3.7. Πιθανές χρήσεις και αποδόσεις.....	56
3.7.1. Παραγωγή χαρτιού.....	56
3.7.2. Στερεό καύσιμο.....	56
3.7.3. Ζωοτροφή.....	56
3.7.4. Αποδόσεις σε σπόρο	56
3.7.5. Λάδι ηλίανθου - Χαρακτηριστικά βιοντίζελ.....	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΑΠΟ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ – ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ & ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

4.1. Περίληψη αγρονομικών παραμέτρων	60
4.2. Σύγκριση καλλιεργειών – Υπάρχουσα κατάσταση.....	62
4.2.1. Εκτάσεις ενεργειακών καλλιεργειών το 2009.....	66
4.3. Προοπτικές	66
4.3.1. Οικονομική αποτίμηση	67
4.3.2. Βασικές κατευθύνσεις ενός βραχυμεσοπρόθεσμου σχεδίου δράσης για την προώθηση της ενεργειακής γεωργίας στην Ελλάδα	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	72
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	
A. Εικόνες	80
B. Πίνακες.....	82
Γ. Σχήματα	83

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ολοκληρώνεται ένας κύκλος σπουδών στο Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, για την επιτυχή έκβαση του οποίου αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω πολλούς. Αρχικά, να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου που με διευκόλυναν στο σπουδαίο ταξίδι της μάθησης. Ιδιαίτερα όμως οφείλω να ευχαριστήσω την κα. Σ. Σμέρλα, τον κ. Κ. Νηφάκο, τον κ. Δ.Π. Πετρόπουλο, τον κ. Α. Αλεξόπουλο, τον κ. Α. Δημητρακόπουλο, την κα. Α. Κορίκη, τον κ. Χ. Μουρούτογλου, την κα. Χ. Παυλικάκη, τον κ. Ι. Λιοντήρη, την κα. Ε. Καραναστάση, την κα. Φ. Γιαννακοπούλου, την κα. Α. Κρίκα καθώς και τον κ. Κ. Κωνσταντόπουλο.

Τον επιβλέποντα στη πτυχιακή εργασία κ. Βασίλειο Πανή, για την άψογη συνεργασία μας, για την πολύτιμη καθοδήγησή του, τη διαρκή ανατροφοδότηση και την αμέριστη, γενναιόδωρη και πολύπλευρη συμπαράστασή του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Τέλος, το ταξίδι αυτό ολοκληρώθηκε με τη συμπαράσταση της οικογένειάς μου και την ευχαριστώ για την κατανόηση και υπομονή που επέδειξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Νοέμβριος 2011

Δρακόπουλος Παναγιώτης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι φυτά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή στερεών και υγρών βιοκαυσίμων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά οφέλη της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας αλλά και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού αγροτικού τομέα, οι καλλιέργειες αυτές αντιπροσωπεύουν μια ελκυστική λύση, τόσο για την παραγωγή ενέργειας και υγρών βιοκαυσίμων, όσο και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού χώρου, την ενίσχυση της απασχόλησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

Η παρούσα πτυχιακή, μέσα από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, στοχεύει κατά κύριο λόγο στην αναλυτική παρουσίαση δυο ενεργειακών καλλιεργειών, της αγριοαγκινάρας και του ηλίανθου, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ενεργειακή γεωργία, στα διαφορετικά είδη ενεργειακών καλλιεργειών, στα χαρακτηριστικά μιας ιδανικής ενεργειακής καλλιέργειας καθώς και στα κριτήρια για την τελική επιλογή της κατάλληλης ενεργειακής καλλιέργειας σε μια περιοχή.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί έναν οδηγό καλλιεργητικών φροντίδων, που περιλαμβάνει αναλυτική περιγραφή της καλλιέργειας της αγριοαγκινάρας, αναλύοντας τα μορφολογικά και φαινολογικά χαρακτηριστικά, τις οικολογικές απαιτήσεις, καθώς και τις καλλιεργητικές φροντίδες από την προετοιμασία του αγρού και τη σπορά έως τη συγκομιδή και διάθεση του προϊόντος.

Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει αναλυτική περιγραφή της καλλιέργειας του ηλίανθου, αναλύοντας τα μορφολογικά και φαινολογικά χαρακτηριστικά, τις οικολογικές απαιτήσεις, καθώς και τις καλλιεργητικές φροντίδες από την προετοιμασία του αγρού και τη σπορά έως τη συγκομιδή και διάθεση του προϊόντος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται τα χαρακτηριστικά των καλλιεργειών αγριοαγκινάρας και ηλίανθου από αγρονομικής πλευράς. Κατόπιν παρουσιάζεται η σύγκριση των καλλιεργειών της αγριοαγκινάρας και του ηλίανθου, τόσο ως προς το κόστος παραγωγής όσο και ως προς τις στρεμματικές αποδόσεις για την

παραγωγή στερεών και υγρών βιοκαυσίμων. Τέλος αναλύονται οι προοπτικές καθώς και οι βασικές κατευθύνσεις ενός σχεδίου δράσης για την προώθηση της ενεργειακής γεωργίας στην Ελλάδα.

SUMMARY

Energy cultivations are plants which can be used for the production of solid and liquid biofuels.

Taking into consideration the multiple benefits of the exploitation of biomass for energy purposes, as well as the particularities of the Greek agricultural sector, these cultivations represent an attractive solution not only for the production of energy and liquid biofuels but also for the increase of competitiveness in the field of agriculture, the boost in employment and the protection of the environment.

Through the study of the relevant bibliography, the present thesis aims mainly to the detailed presentation of two energy cultivations, namely that of the artichoke and the sunflower, which can be used in Greece for the production of liquid and solid biofuels.

The first chapter deals with energy farming and the different kinds of energy cultivations, the characteristics of an ideal energy cultivation, as well as the criteria for the final choice of the proper energy cultivation in a certain area.

The second chapter comprises a guide for farming cares including a detailed description of the cultivation of wild artichoke analyzing the morphological and phenological characteristics, the ecological demands as well as the farming cares from the preparation of the field and sowing till the harvest and disposal of the product.

The third chapter consists of a detailed description of the cultivation of sunflower, analyzing the morphological and phenological characteristics the ecological demands as well as the farming cares from the preparation of the field and sowing till the harvest and disposal of the product.

In the fourth chapter the characteristics of the cultivation of the wild artichoke and the sunflower are analysed from an agronomical aspect. Following, a comparison between the cultivation of wild artichoke and the sunflower is presented as far as the cost of production is concerned as well as the efficiency per acre for the production of solid and liquid biofuels. Lastly the prospects as well as the main guidelines of a course of action are analysed for the promotion of energy farming in Greece.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενεργειακή γεωργία είναι ένας τομέας που εξελίσσεται ταχύτατα τα τελευταία χρόνια, λόγω της ιδιαίτερας ρυπογόνου επίδρασης των ορυκτών καυσίμων στο περιβάλλον, της εξάντλησης των αποθεμάτων πετρελαιοειδών και φυσικού αερίου του πλανήτη και του εξελισσόμενου αδιεξόδου της γεωργικής υπερπαραγωγής στις ανεπτυγμένες χώρες. Ενδεικτικά, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η αύξηση της ετήσιας γεωργικής παραγωγής είναι 2%, ενώ η κατανάλωση αυξάνεται μόνο κατά 0,5%. Επιπροσθέτως, για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών, κατ' άτομο απαιτούνται 2000-3000 Kcal ημερησίως ενώ η μέση κατ' άτομο κατανάλωση ενέργειας είναι πολλαπλάσια και ανέρχεται για παράδειγμα στην Ελλάδα σε 70.000-80.000 Kcal/ημέρα ενώ στις Η.Π.Α. σε 200.000 Kcal/ημέρα, με τάση συνεχούς αυξήσεως.

Τα τελευταία χρόνια τα προβλήματα στην Ελληνική γεωργία έχουν γίνει πολύ έντονα. Προβλήματα διάθεσης της πλειοψηφίας των παραγόμενων προϊόντων αναφέρονται συνεχώς, ενώ το γεωργικό εισόδημα σε μεγάλο βαθμό στηρίζεται στις επιδοτήσεις, οι οποίες όμως, σύμφωνα με την Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.), πρόκειται να μειωθούν σημαντικά. Η εντατικοποίηση της γεωργίας έχει προκαλέσει αξιοσημείωτη εξάντληση των υδατικών πόρων και υποβάθμιση των εδαφών. Επιπλέον, η χρήση των φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων συντελεί στην ρύπανση του περιβάλλοντος καθώς επίσης και στη μείωση του αγροτικού εισοδήματος. Τα παραπάνω προβλήματα κάνουν επιτακτική την ανάγκη για αναδιάρθρωση της Ελληνικής γεωργίας.

Η εισαγωγή νέων καλλιεργειών που θα απευθύνονται στην διαμορφούμενη ενεργειακή αγορά ίσως αποτελέσει σημαντικό παράγοντα επανώθησης της γεωργίας μας. Ήδη στην Ευρώπη έχει διαμορφωθεί σχετική αγορά και το ενδιαφέρον των παραγωγών συνεχώς αυξάνεται. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι νέες αυτές καλλιέργειες είναι οι μεγάλες αποδόσεις, οι μικρές απαιτήσεις σε άρδευση και θρεπτικά στοιχεία, η φιλικότητα προς το περιβάλλον κ.α. Επιπλέον είναι προωθούμενες από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα ενώ έχει γίνει ειδική ρύθμιση ώστε να μπορούν να καλλιεργηθούν σε αγρούς που είναι υπό καθεστώς αγρανάπαυσης (Χρήστου, Αλεξοπούλου, Λυχνάρης & Νάματοβ, 2006).

Συγκρινόμενη με τη συμβατική γεωργία, η ενεργειακή γεωργία απαιτεί χαμηλότερες εισροές σε λιπάσματα και αγροχημικά για τον έλεγχο ζιζανίων και εντόμων, ενώ συγχρόνως εμποδίζεται η διάβρωση των εδαφών (κυρίως από πολυετείς καλλιέργειες) και διαφυλάττονται οι υδατικοί πόροι και η ποιότητα αυτών, κάτι που την καθιστά ως μια καλή λύση διαφοροποίησης της γεωργικής χρήσης για μείωση των περιβαλλοντικών πιέσεων. Επίσης συντελεί στην εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας.

Εκτός των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων, ως κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη της ενεργειακής γεωργίας αναφέρονται η προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων, η ενδυνάμωση του αγροτικού χώρου, η αύξηση του αγροτικού εισοδήματος, η μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και η αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών, η εξασφάλιση αειφόρου περιφερειακής ανάπτυξης, η μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και η ασφάλεια στον εφοδιασμό ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.

1.1. Ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι φυτά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή στερεών και υγρών βιοκαυσίμων. Τα ενεργειακά φυτά μπορεί να είναι παραδοσιακές καλλιέργειες, όπως για παράδειγμα τα ζαχαρότευτλα και το καλαμπόκι για παραγωγή βιοαιθανόλης, ο ηλίανθος για παραγωγή βιοντίζελ κ.τ.λ., είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, η αγριοαγκινάρα και το καλάμι, που το τελικό προϊόν τους προορίζεται για την παραγωγή ενέργειας.

Το κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι η σταθερή παραγωγή τους μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας, μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης και ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μονάδες παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων και ενέργειας. Ειδικά οι νέες καλλιέργειες παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις ανά εδαφική μονάδα από τις συμβατικές. Αυτές οι υψηλότερες αποδόσεις βελτιώνουν την οικονομικότητα τους και ελαχιστοποιούν τις απαιτήσεις σε έδαφος, αγροχημικά, μεταφορικά, καθώς και τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αν ακολουθηθούν δε βέλτιστες καλλιεργητικές πρακτικές (precision farming) και προσεκτική επιλογή φυτικών ειδών και υβριδίων κατάλληλων μόνο για βιομάζα που θα χρησιμοποιηθεί σε παραγωγή βιοκαυσίμων, τότε επιτυγχάνεται μείωση του κόστους των παραγομένων πρώτων υλών. Επιπλέον μειώνεται η ζήτηση και το κόστος για βρώσιμα είδη που καλλιεργούνται για άλλους σκοπούς.

Οι περιβαλλοντικές εκροές συστημάτων καλλιεργειών για παραγωγή βιομάζας εξαρτώνται από τα επί μέρους χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών (Larson & Williams, 1995). Τα πολυετή φυτά πλούσια σε λιγνοκυτταρίνη χρειάζονται λιγότερο άζωτο από τα ετήσια διατροφικά φυτά, που μπορεί να φθάσει και στο 1/5 αυτού που χρειάζεται για την παραγωγή σιτηρών. Η μεγαλύτερη ποσότητα αζώτου χρησιμοποιείται στην αύξηση της συγκέντρωσης του στοιχείου αυτού στον καρπό. Βελτιώνοντας την αμειψισπορά με φυτά που δεσμεύουν άζωτο (ψυχανθή), μπορούν να μειωθούν ή ακόμη και να μηδενισθούν τα επίπεδα της αζωτούχου λίπανσης. Γενικότερα απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα

λίπανσης και επομένως συντελούν στην προστασία του περιβάλλοντος με τη μειωμένη χρήση λιπασμάτων. Η μεγάλη ανταγωνιστικότητα, που παρουσιάζουν και η υψηλή φυτοκάλυψη περιορίζουν την ανάπτυξη των ζιζανίων. Είναι ανθεκτικά και δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα. Ως εκ τούτου η χρήση μυκητοκτόνων, εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων είναι σχεδόν μηδενική. Οι περισσότερες μη διατροφικές καλλιέργειες παρουσιάζουν μέτρια έως υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού. Παράδειγμα η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά ή ο ευκάλυπτος, το σόργο και το καλάμι, που μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση. Τα πολυετή φυτά παραγωγής βιομάζας ελαχιστοποιούν τις δυσμενείς επιπτώσεις και προστατεύουν το έδαφος από την διάβρωση, διότι ως πολυετή δεν χρειάζονται άροση, διότι καλύπτουν το έδαφος τον χειμώνα και διότι έχουν πυκνή φύτευση και πλούσιο υπέργειο τμήμα και ριζικό σύστημα, ενώ μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας, καθώς προσαρμόζονται εύκολα, είναι χαμηλών απαιτήσεων και αποδίδουν υψηλές παραγωγές σε μεγάλο εύρος εδαφών. Συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα, οι εκπομπές CO και SO_x από την βιομάζα είναι χαμηλότερες. Η καλλιέργεια των μη διατροφικών ενεργειακών φυτών θα μπορούσε να είναι ένα αποτελεσματικό μέσον για τη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου καθώς τα φυτά αυτά αφομοιώνουν με τη φωτοσύνθεση το CO₂ που εκπέμπεται από την καύση των βιομάζας και επομένως η εκπομπή CO₂ θεωρητικά να είναι μηδενική.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες επηρεάζουν το τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο περιβάλλον (Hanegraaf, Biewinga, & Van der Bijl, 1998). Από αυτήν την άποψη, η περιβαλλοντική και οικονομική αειφορική ικανότητα είναι πολύ σημαντικός παράγοντας. Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά οφέλη της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας αλλά και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού αγροτικού τομέα, οι καλλιέργειες αυτές αντιπροσωπεύουν μια ελκυστική λύση, τόσο για την παραγωγή ενέργειας και υγρών βιοκαυσίμων, όσο και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού χώρου, την ενίσχυση της απασχόλησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

1.2. Είδη ενεργειακών καλλιεργειών.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε δασικές και γεωργικές. Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται περαιτέρω σε ετήσιες και πολυετείς ανάλογα με το κύκλο ζωής τους που μπορεί να είναι ετήσιος ή πολυετής, αντίστοιχα. Στην Ελλάδα έχει εξεταστεί ένας μεγάλος αριθμός ενεργειακών καλλιεργειών που θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες και υποσχόμενες για τις μεσογειακές εδαφοκλιματικές συνθήκες (Χρήστου, Αλεξοπούλου, Μαρδίκης & Νάματοβ, 2005).

Αυτές είναι:

1. Δασικές: Ευκάλυπτος (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. & *E globules* Labill.), ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia*).
2. Γεωργικές:
 - Πολυετείς: Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), καλάμι (*Arundo donax* L.), μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*), switchgrass (*Panicum virgatum*)
 - Ετήσιες: Σακχαρούχο ή γλυκό σόργο και ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench), κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.), ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.), βρασσυκή η αιθίοπια (*Brassica carinata* L. Braun).

1.3. Πιθανές χρήσεις - διεργασίες μετατροπής σε βιοκαύσιμα.

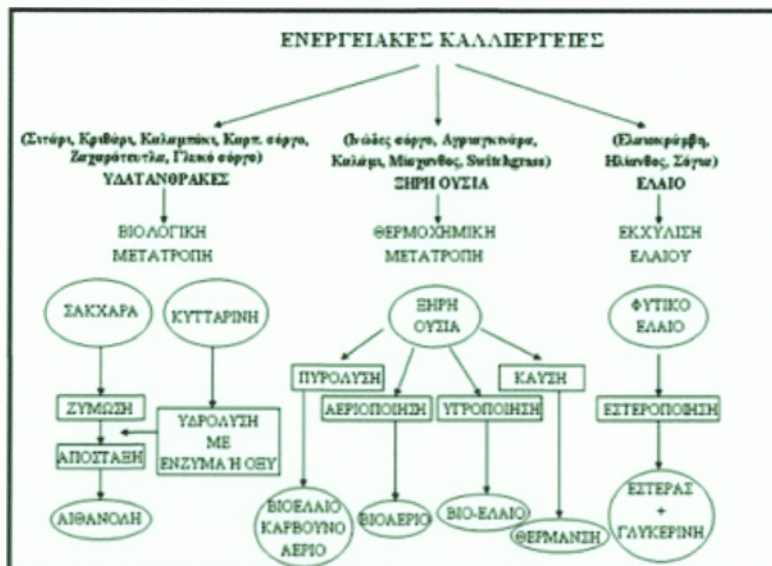
Οι ενεργειακές καλλιέργειες είτε αφορούν παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή βιοκαυσίμων (ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι για βιοαιθανόλη, ηλίανθος για βιοντίζελ, κλπ.), είτε νέες καλλιέργειες που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι, των οποίων το τελικό προϊόν προορίζεται για την παραγωγή ενέργειας (σχήμα 1).

Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι η υψηλή παραγωγικότητά τους μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας, μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης, με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων κι ενέργειας. Οι υψηλές αποδόσεις βελτιώνουν την οικονομικότητά τους ενώ σε ορισμένες από αυτές οι απαιτήσεις σε έδαφος, αγροχημικά είναι περιορισμένες.



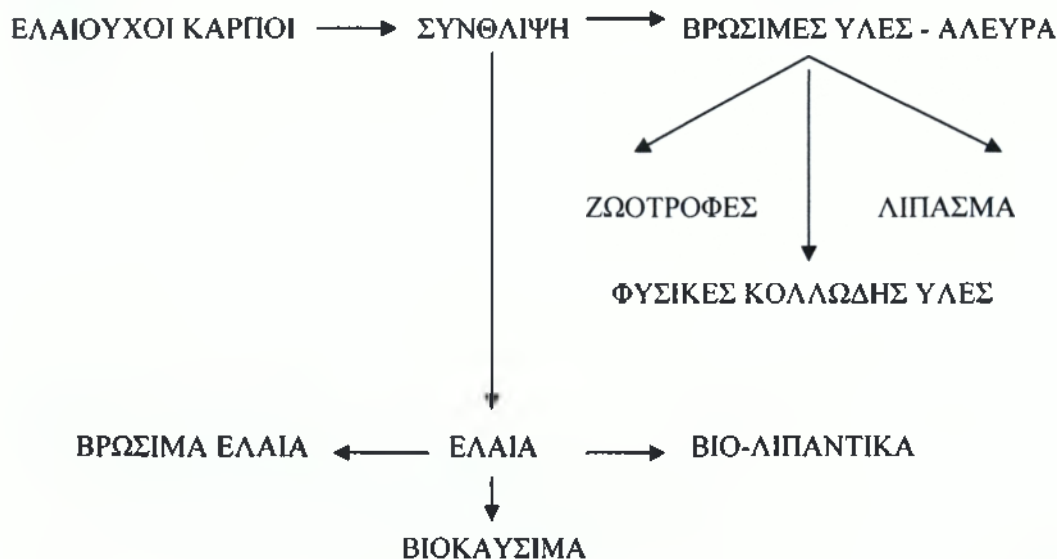
Σχήμα 1: Ενεργειακές καλλιέργειες και πιθανές χρήσεις τους ως βιοκαύσιμα.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς. Η βιομάζα που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καύση ή συμπαραγωγή ηλεκτρισμού με γαιάνθρακες, για ηλεκτροπαραγωγή και θέρμανση, σαν πρώτη ύλη για θερμοχημικές διεργασίες όπως πυρόλυση και αεριοποίηση για παραγωγή μεθανόλης, βιοαερίου και πυρολυτικών ελαίων και για βιοχημικές διεργασίες (πχ ζύμωση) για παραγωγή αιθανόλης ή μεθανίου (σχήμα 2).



Σχήμα 2: Κύριες ενεργειακές καλλιέργειες, διεργασίες μετατροπής και βιοκαύσιμα.

Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται ενεργειακές καλλιέργειες. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα ζαχαρότευτλα και ο ηλίανθος όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλης και βιοντίζελ) (σχήμα 3).



Σχήμα 3. Δυνατότητες εκμετάλλευσης ελαιούχων καρπών.

1.4. Χαρακτηριστικά ιδανικής ενεργειακής καλλιέργειας.

Για να είναι ένα φυτό αποδοτικό ως ανανεώσιμος ενεργειακός πόρος, πρέπει να έχει χαμηλές ενεργειακές εισροές και υψηλές καθαρές ενεργειακές εκροές (Venturi & Venturi, 2003). Τα χαρακτηριστικά μιας ιδανικής ενεργειακής καλλιέργειας συνοψίζονται στα εξής:

- Υψηλή αποδοτικότητα χρήσης νερού, θρεπτικών και ηλιακής ακτινοβολίας.
- Υψηλό δυναμικό παραγωγής (μέγιστη παραγωγή ξηρής ουσίας / εκτάριο) και υψηλή ενεργειακή αξία (MJ/kg).
- Χαμηλές ενεργειακές εισροές κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Χαμηλό κόστος παραγωγής.
- Χαμηλές θρεπτικές απαιτήσεις και εισροές αγροχημικών.
- Αντοχή στην έλλειψη νερού.
- Ανθεκτικότητα σε φυτικούς εχθρούς και ασθένειες.
- Μικρή περιεκτικότητα υγρασίας κατά τη συγκομιδή.
- Ελάχιστες δυνατές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ
ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΦΡΟΝΤΙΔΩΝ
ΑΓΡΙΟΑΓΚΙΝΑΡΑΣ.



2.1. Ιστορική εξέλιξη και ονοματολογία.

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. Αν και προέρχεται από δυτικό και κεντρικό μέρος της λεκάνης της Μεσογείου (Ισπανία, Νότια Πορτογαλία, Κανάριες Νήσοι) (Bailey & Bailey, 1976; Tutin, 1976; Franco, 1984), συναντάται στη Νότιο Αμερική (Αργεντινή, Χιλή, Ουρουγουάη), την Καλιφόρνια, το Μεξικό και την Αυστραλία (Luger, 2000). Το φυτό φέρει διάφορες ονομασίες όπως cynara, cardoon, globe artichoke, wild thistle artichoke, κ.τ.λ. (wikipedia, xx).

2.2. Βοτανική ταξινόμηση.

Η αγριοαγκινάρα ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Compositae) και συγκεκριμένα στο γένος *Cynara*. Το γένος *Cynara* περιλαμβάνει δυο καλλιεργούμενα είδη την αγκινάρα (*Cynara scolymus* L.) και την καλλιεργούμενη αγριοαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L. var. *altilis* DC.), καθώς και αλλά 5-6 άγρια είδη (Wiklund, 1992). Όλα τα άγρια μέλη *Cynara* είναι πολυετής πόες, αυτοφυσούμενες στη λεκάνη της Μεσογείου (Basnizki & Zohary, 1994; Mabberley, 1987). 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*.

2.3. 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 (εκμεταλλεζόμενη 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, κ.ο.κ. Πιο αναλυτικά, η αγριοαγκινάρα είναι δικοτυλήδονο φυτό, όπου το φύτρωμα του σπόρου ολοκληρώνεται με την εμφάνιση των κοτυληδόνων.

Ακολουθεί ο σχηματισμός τεσσάρων άμισχων ελλειπτικών φύλλων, που στη συνέχεια επιμηκύνονται με ταυτόχρονη εμφάνιση των μίσχων και τη διαίρεσή τους (Εικ. 1).

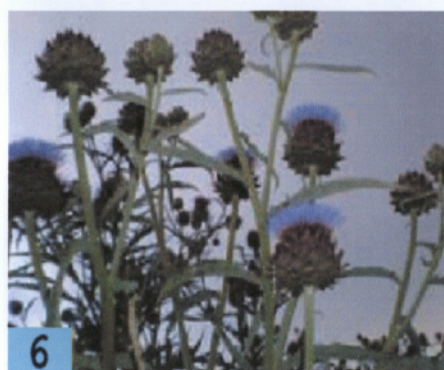


Εικ. 1. Εξέλιξη των φύλλων της αγριοαγκινάρας από το φύτευμα έως το αρχικό στάδιο της ροζέτας

Κατόπιν παράγονται και άλλα φύλλα και δημιουργείται η λεγόμενη ροζέτα (Εικ. 2) (Archontoulis, Danalatos, Yin & Struik, 2008a).

Τα φύλλα της ροζέτας είναι έμισχα, βαθιά διαιρεμένα, δερματώδη, με ζωηρό 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 (Εικ. 2).







Εικ. 2. Φαινολογικά στάδια. Κάθε αριθμός αντιπροσωπεύει και ένα στάδιο (βλέπε πίν. 1)

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 (stemleaves). Η αύξηση του βλαστού σε ύψος τερματίζεται με την εμφάνιση της πρώτης κύριας ταξιανθίας (κεφαλής). Στη συνέχεια ακολουθεί η δημιουργία βραχιόνων, των όποιων το ύψος κυμαίνεται από 0.5 έως 1.2 μέτρα (συνολικό ύψος φυτού ως 3.5 μέτρα). Στο κορυφαίο μέρος κάθε βραχίονα εμφανίζεται μια ταξιανθία. Κατά μήκος των βραχιόνων σχηματίζονται μικρά διαιρεμένα αγκαθωτά παχιά φύλλα (branchleaves). Τα τελευταία χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου στους ιστούς τους, συντελώντας στην αύξηση του συνολικού ρυθμού φωτοσύνθεσης του φυτού καθώς και στην αύξηση της φωτοσυνθετικής επιφάνειας. Ο συνολικός αριθμός των ταξιανθιών στο φυτό αποτελεί συνάρτηση της πυκνότητας φύτευσης, των εδαφο-κλιματικών 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 (Archontoulis et al. 2008a).

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 (Εικ. 3).



Εικ. 3. Ταξιανθία αγριοαγκινάρας.

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-χρυσοκίτρινο, από την κορυφή προς την βάση (Εικ. 2). Με την ολοκλήρωση και αυτής της φάσης, εμφανίζονται οι άσπροι πάπποι και η καλλιέργεια είναι έτοιμη για συγκομιδή, η οποία πραγματοποιείται συνήθως τον Αύγουστο (Archontoulis, Danalatos, Struik, Vos & Yin, 2008b).

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 5–10πλάσιος αυτών που προέρχονται από το σπόρο (1ο έτος). Ο ρυθμός εδαφοκάλυψης είναι σαφώς ταχύτερος από ότι στο 1^ο έτος και εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους και τη θερμοκρασία του αέρα (10–25 ημέρες, Εικ. 4). Συνήθως από μία ρίζα εκβλαστάνουν 1–4 φυτά ταυτόχρονα, που αναπτύσσονται παράλληλα και

συμβάλλουν στην ταχεία εδαφοκάλυψη. Αργότερα, με το σχηματισμό της ροζέτας, κάθε ρίζα θα θρέψει τελικά 1 το πολύ 2 φυτά, ανάλογα με τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά του εδάφους. Επίσης, με τις αναπόφευκτες μικρές απώλειες κατά τη συγκομιδή, παρατηρείται φύτευμα νέων σπόρων, αλλά τα νέα αυτά φυτάρια τελικά θα σβήσουν από τον ανταγωνισμό με τα άλλα φυτά. Τη χρονιά εγκατάστασης, η απόδοση σε βιομάζα είναι συνήθως το 1/3 έως 2/3 από αυτή του 2ου έτους (Archontoulis et al. 2008b).



Εικ. 4. Αριστερά, ο ρυθμός εδαφοκάλυψης της 2^{ης} καλλιεργητικής περιόδου (αναβλάστηση από το ριζωμα) είναι >10πλάσιος από αυτόν της 1^{ης} περιόδου (φύτευμα από σπόρο).

Δεξιά διακρίνεται η θετική επίδραση της υγρασίας του εδάφους στο ρυθμό αύξησης της καλλιέργειας.

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. Σε καλλιέργεια αγριοαγκινάρας στον Παλαμά–Καρδίτσας, η ρίζα του φυτού μετρήθηκε στα 3 μέτρα, 14 μήνες μετά την εγκατάσταση της φυτείας (Εικ. 5).

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).



Εικ. 5. Η κύρια ρίζα της αγριοαγκινάρας μετρήθηκε στα 180 εκατοστά, ενώ τα ριζίδια εκτείνονταν σε βάθος 300 εκατοστών, 14 μήνες μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας.

2.4. Φαινολογία.

Η ταξινόμηση των σταδίων αύξησης και ανάπτυξης του φυτού σε κατηγορίες συντελεί στην καλύτερη οργάνωση και διαχείριση της καλλιέργειας. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται συνοπτικά η φαινολογία του φυτού (Εικ. 2).

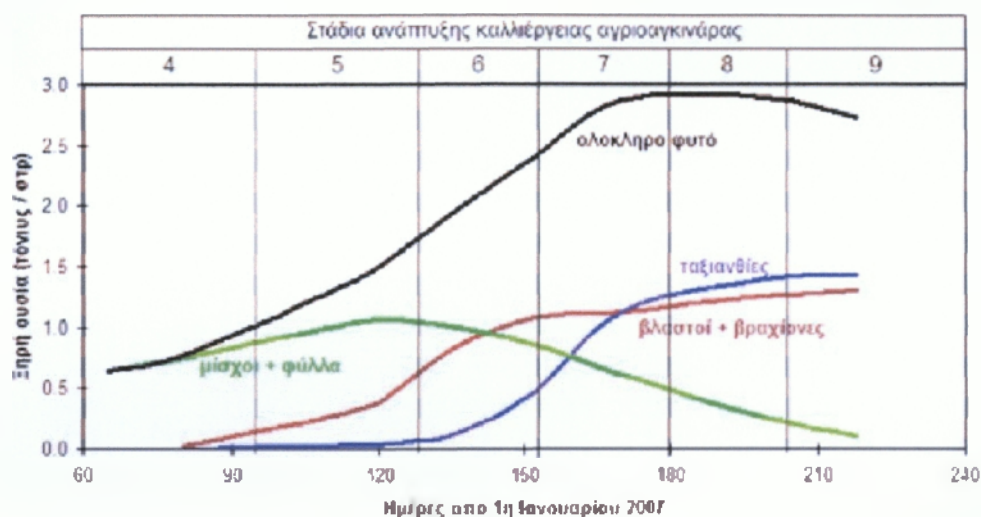
Στάδιο	Περιγραφή
1	Φύτρωμα του σπόρου ή αναβλάστηση από την ρίζα. Το στάδιο αυτό ξεκινά με τη σπορά και ολοκληρώνεται με την εμφάνιση των δυο κοτυληδόνων (1ο έτος) ή βλαστηδίων (2ο έτος, κοκ).
2	Δημιουργία των πρώτων φύλλων. Το στάδιο αυτό ολοκληρώνεται με την εμφάνιση 6-9 έμισχων, βαθιά διαιρεμένων φύλλων.
3	Ανάπτυξη ροζέτας. 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, το οποίο μπορεί να συγκομισθεί για χορτομάζα. Το στάδιο ολοκληρώνεται όταν η καλλιέργεια έχει φτάσει στο μέγιστο βάρος (περίοδος: Δεκέμβριος έως Μάρτιος).
5	Εμφάνιση της πρώτης ανθοκεφαλής. Το στάδιο ξεκινά με την επιμήκυνση του βλαστού, τη διαφοροποίηση/διαίρεση του ακραίου μεριστώματος και ολοκληρώνεται με την εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας (περίοδος: τέλος Μαρτίου έως μέσα Μαΐου).
6	Ανθοφορία. Το στάδιο ξεκινά με την άνθηση της πρώτης ταξιανθίας και ολοκληρώνεται όταν το 90% των κεφαλών έχουν ανθήσει (εμφάνιση μοβ πετάλων, περίοδος: μέσα Μαΐου έως αρχές Ιουνίου).
7	Ανάπτυξη ανθοκεφαλών. Στο στάδιο αυτό καθορίζεται το τελικό μέγεθος των ανθοκεφαλών. Ξεκινά με την πτώση των μοβ πετάλων και ολοκληρώνεται όταν η κορυφή της πρώτης ανθοκεφαλής αρχίζει να σκληροποιείται (περίοδος: Ιούνιος).
8	Φυσιολογική ωρίμανση (γέμισμα σπόρου). Το στάδιο ξεκινά όταν η πρώτη ανθοκεφαλή αλλάξει χρώμα από πράσινο σε κίτρινοχρυσάφι, 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: τέλη Ιουλίου έως τέλη Αυγούστου).

* οι χρονικοί προσδιορισμοί αφορούν ελληνικές συνθήκες

Πίνακας 1: Φαινολογικά στάδια καλλιέργειας αγριοαγκινάρας

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) (Archontoulis et al. 2008a).

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.



Σχήμα 4. Στάδια ανάπτυξης καλλιέργειας αγριοαγκινάρας.

2.5. Οικολογία.

2.5.1. 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 γι'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. Η άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση της αγριοαγκινάρας είναι 19–23°C, 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 περί το 2.2, πράγμα που σημαίνει ότι, με αύξηση της νυκτερινής θερμοκρασίας κατά 10°C (π.χ. από 20 στους 30°C) διπλασιάζεται η απώλεια (Archontoulis et al. 2008b).

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 (πίνακας 1). 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 (Εικ. 6). 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).



Εικ. 6. Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας καλυμμένη με χιόνι (αριστερά) και η ίδια καλλιέργεια μερικές ημέρες αργότερα (δεξιά). Ερμήτσι Καρδίτσας, Δεκέμβριος 2007.

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 αγριοαγκινάρας

επιμηκώνεται μέχρι και ένα μήνα, με τη συγκομιδή να πραγματοποιείται το Σεπτέμβριο.

2.5.2. Φως.

Η αγριοαγκινάρα είναι απαιτητική σε φως και θεωρείται ως φυτό μεγάλης ημέρας. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης του φυτού μεγιστοποιείται σε εντάσεις ολικής ηλιακής ακτινοβολίας πάνω από 600 W/m².

2.5.3. Έδαφος.

Η αγριοαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί στους περισσότερους τύπους εδαφών από ελαφρά έως βαριά, ασβεστούχα, ακόμα και σε άγονα πετρώδη και επικλινή (Εικ. 7). 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 αγριοαγκινάρα θεωρείται καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που θα ακολουθήσουν, γιατί, ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη, μετακινεί τα άλατα από τα βαθύτερα στρώματα.



Εικ. 7. Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας σε πετρώδες έδαφος. Αγρίνιο, Νοέμβριος 2007.

2.5.4. Νερό.

Η αγριοαγκινάρα τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες αναπτύσσεται εκμεταλλεύομενη 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 (Danalatos, Skoufogianni, Giannoulis & Archontoulis, 2007).

2.6. 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 (Danalatos et al. 2007)

2.6.1. 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°C). Εναλλακτικά πρέπει να σπέρνεται τον Μάρτιο–Απρίλιο, αλλά σε αυτή την περίπτωση το φυτό δεν θα συγκομισθεί το καλοκαίρι.

2.6.2. Βάθος σποράς.

Γενικά το βάθος σποράς δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3πλασιο έως 5πλασιο 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.

2.6.3. 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 (Α.Π.Σ. 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.

Α.Π.Σ. = φυτά / μ² × βάρος 1000 σπόρων × 10 / βλαστική ικανότητα × φυτρωτική ικανότητα σπόρου στον αγρό

Παράδειγμα : 5.3 φυτά / μ² × 40 × 10 / Β.Ι. 95% × Φ.Ι. 80% = 0.27 κιλά/στρ

Σε πολλές περιπτώσεις το βάρος 1.000 σπόρων κυμαίνεται από 20 έως 50 γραμμάρια, αναλόγως του μεγέθους (βλ. παρακάτω). Για τη σπορά θα πρέπει να επιλέγονται σπόροι όπου το βάρος 1.000 σπόρων είναι > 35 γραμμάρια.

2.6.4. Προετοιμασία σποράς.

Σκοπός της προετοιμασίας του αγρού είναι η επίτευξη κατάλληλης σποροκλίνης και συνθηκών για καλό φύτευμα και ανάπτυξη των φυτών. Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορες καλλιεργητικές εργασίες, όπως είναι το όργωμα, το σβάρνισμα, κ.α.

Πιο αναλυτικά, οι βασικοί στόχοι στους οποίους αποβλέπει η κατεργασία του εδάφους είναι:

- (α) η δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης,
- (β) η καταστροφή των ζιζανίων,
- (γ) η βελτίωση των φυσικών συνθηκών του εδάφους, και
- (δ) η βελτίωση της υγρασιακής κατάστασης του εδάφους.

Η κατάλληλη εδαφική υγρασία σε συνδυασμό με τον ικανοποιητικό αερισμό και την κατάλληλη θερμοκρασία θα έχει ως αποτέλεσμα να έρθει ο

σπόρος σε επαφή με τα μόρια του εδάφους στο κατάλληλο βάθος. Ο δεύτερος και εξίσου σοβαρός σκοπός της κατεργασίας του εδάφους είναι η καταπολέμηση των ζιζανίων. Με την κατεργασία αυτή εκλείπει ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια ως προς το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία, τον αέρα και το φως και εμπλουτίζεται το έδαφος με οργανική ουσία (χλωρά λίπανση).

Η προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά της αγριοαγκινάρας είναι παρόμοια με αυτή των χειμερινών σιτηρών και συνήθως απαιτείται ένα όργωμα (25–35 εκατοστά), για να παραχθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και μια σειρά επεμβάσεων για την προετοιμασία της σποροκλίνης με δισκοσβάρα ή καλλιεργητή (ανάλογα με την κατάσταση του αγρού). Πριν την τελευταία επέμβαση θα πρέπει να γίνεται εφαρμογή των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων και λίπανση αν χρειάζεται. Η σπορά πραγματοποιείται με τη χρήση πνευματικών μηχανών (π.χ. GASPARTO) με ειδικό γρανάζι 36 θυρών (καλλιέργεια τεύτλων).

2.6.5. 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.

2.6.6. 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, Εικ. 8). 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 φύτεμα 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.



Εικ. 8. Ανταγωνισμός της καλλιέργειας με ζιζάνια σε πρώιμο στάδιο (αριστερά) και αγρός πλήρως απαλλαγμένος από ζιζάνια στο στάδιο της ροζέτας (δεξιά). Ενιπέας Φαρσάλων, Απρίλιος 2008.

2.6.7. 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 πολύ ανθεκτικό φυτό και διαθέτει αρκετούς μηχανισμούς προφύλαξης (π.χ. αγκάθια). Στη βιβλιογραφία σπανίως αναφέρονται ζημιές από εχθρούς και ασθένειες. Οι σημαντικότεροι εχθροί είναι μερικά είδη αφίδων, ο σιδηροσκώληκας, μερικά λεπιδόπτερα (*Pyraumeis cardui* και *Platyptilia carduidactyla* Riley), ο σκόρος που προσβάλλει τον σπόρο και τέλος τα ποντίκια (Danalatos, 2008). 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*).

2.6.8. Λίπανση.

Η αγριοαγκινάρα, σε αντίθεση με πολλές άλλες καλλιέργειες, έχει ένα πολύ βαθύ και εκτεταμένο ριζικό σύστημα (έως 5 μέτρα), γεγονός που της προσδίδει συγκριτικό πλεονέκτημα στην ικανότητα απορρόφησης θρεπτικών συστατικών από βαθιά εδαφικά στρώματα. Έτσι, η καλλιέργεια της αγριοαγκινάρας, έχει μικρές έως ελάχιστες απαιτήσεις σε χημικά λιπάσματα τα πρώτα 2–3 έτη μετά την εγκατάσταση. Σύμφωνα με ερευνητικά αποτελέσματα του Εργ. Γεωργίας Π.Θ, στο Βελεστίνο, όπου το δυναμικό παραγωγής ήταν της

τάξεως 1–1.5 τ/στρ, δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση των λιπασμάτων στην αύξηση της παραγωγής κατά τα 4–5 πρώτα έτη της καλλιέργειας. Επιπρόσθετα, η καλλιέργεια της αγριοαγκινάρας παράγει μεγάλη ποσότητα φυτομάζας (έως και 1.000 κιλά ξ.ο. φύλλων/στρ) στο φαινολογικό στάδιο από το 1 έως 4 (δες πίνακα 1), τα οποία τα εναποθέτει στο έδαφος («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 κιλά αζώτου/στρ. 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. 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 πρόωμη συγκομιδή νωρίς την Άνοιξη για χλωρή ζωοτροφή (υγρασία >60%).

2.6.9. Αρδευση.

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, Εικ. 9). Το κρίσιμο βροχομετρικό ύψος είναι τα 400 χιλιοστά / καλλιεργητική περίοδο.



Εικ. 9. Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας τον Μάιο (15 τ/στρ χλωρή βιομάζα, αριστερά) και τον Αύγουστο (3.2 τ/στρ ξηρή βιομάζα, δεξιά). Ερμήτσι Καρδίτσας, 2008.

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 καθίσα αδύνατη τη συλλογή των σωλήνων από τον αγρό. Πειράματα του Εργ. Γεωργίας Π.Θ, έδειξαν ότι η άρδευση με 100–150 χλιοστά νερού την άνοιξη, αύξησε την παραγωγή βιομάζας (και σπόρου) κατά 40–50% (Danalatos et al. 2007).

2.6.10. Συγκομιδή.

Η συγκομιδή της αγριοαγκινάρας ποικίλει με βάση την τελική χρήση της καλλιέργειας (α) ζωοτροφή, (β) βιοντίζελ, (γ) στερεό καύσιμο. Στην περίπτωση της ζωοτροφής, η καλλιέργεια συγκομίζεται χλωρή τον Ιούνιο (υγρασία 75%) κάνοντας χρήση ενσιρωτικών αυτοκινούμενων μηχανημάτων.

Στην περίπτωση του σπόρου για βιοντίζελ, η καλλιέργεια μπορεί να συγκομισθεί τον Αύγουστο (υγρασία σπόρου 9–12%) με μια κοινή αλωνιστική μηχανή με την προσθήκη ενός κατάλληλου τύπου μαχαιριού–αγριοαγκινάρας στο εμπρόσθιο μέρος (Εικ. 10) (Χρήστου et al. 2006). Ο συγκεκριμένος εξοπλισμός κατασκευάστηκε το 2006, δοκιμάστηκε και τελειοποιήθηκε το 2007–2008 στην Ιταλία και θα υπάρχει διαθέσιμος σε εμπορική κλίμακα το 2009.



Εικ. 10. Πρότυπο μαχαίρι για τη συγκομιδή σπόρου από καλλιέργεια αγριοαγκινάρας.

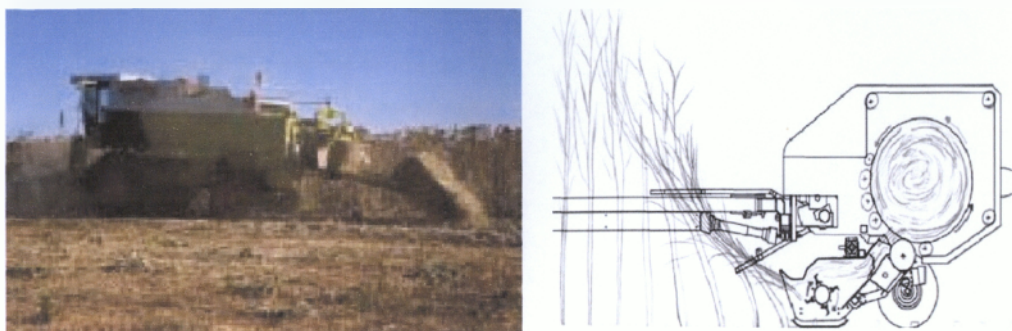
Με τα διαθέσιμα παραδοσιακά μηχανήματα στην Ελλάδα, η καλλιέργεια μπορεί επίσης να συγκομισθεί επιτυχώς με αλωνιστική μηχανή, η οποία θα φέρνει στο εμπρόσθιο τμήμα της μηχανής καλαμπομάχαιο ή ηλιομάχαιο. Το καλαμπομάχαιο (Εικ. 11) πλεονεκτεί όταν η καλλιέργεια είναι υψηλή (>1.7 μέτρα), ενώ το ηλιομάχαιο (Εικ. 11) 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).



Εικ. 11. Συγκομιδή σπόρου αγριοαγκινάρας με καλαμπομάχαιο (αριστερά) και ηλιομάχαιο (δεξιά).

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 (Εικ. 12). Ο συγκεκριμένος τρόπος είναι ο πλέον οικονομικός και ποιοτικός. Επίσης,

μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεγάλες νέου τύπου πρέσες, οι οποίες κόβουν, τεμαχίζουν και δεματοποιούν τη βιομάζα (Fedrizzi, Pari, Curt, Marquez & Fernandez, 2007).



Εικ. 12. Πρότυπος τρόπος συγκομιδή ξηρής βιομάζας από καλλιέργεια αγριοαγκινάρας με ένα πέρασμα (κοπή, σύνθλιψη και δεματοποίηση βιομάζας ταυτόχρονα). Αριστερά αυτοκινούμενη μηχανή (φωτογραφία από Fedrizzi et al., 2007) και δεξιά παρελκόμενη μηχανή (φωτογραφία από Lavoie et al., 2008).

Σήμερα 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, Εικ. 13). Η δημιουργία μικρών δεμάτων (25 κιλά/δέμα με ειδικό βάρος 125 κιλά/m³) δεν ενδείκνυται εξαιτίας του υπερβολικού κόστους.



Εικ. 13. Δεματοποίηση βιομάζας από καλλιέργεια αγριοαγκινάρας σε μεγάλα κυλινδρικά (πάνω) και ορθογώνια δέματα (κάτω). Ερμήτσι Καρδίτσας.

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 (Fedrizzi et al. 2007).

2.7. Πιθανές χρήσεις και αποδόσεις.

Η αγριοαγκινάρα είναι ένα πολυσύνθετο φυτό το οποίο βρίσκει διάφορες βιομηχανικές και άλλες εφαρμογές, όπως:

2.7.1. Στερεό καύσιμο (πελλέτες ή μπρικέτες).

Στερεό καύσιμο (πελλέτες ή μπρικέτες) για θέρμανση ή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το δυναμικό της καλλιέργειας ξεπερνά τους 3.2 τόνους ξηρής ουσίας/στρ. (Εικ. 14). 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 (Foti, Mauromicale, Raccuia, Fallico, Fanella & Maccarone, 1999).

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.



Εικ. 14. Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας δίπλα σε καλλιέργεια σκληρού σίτου στην Καρδίτσα.

Η ενεργειακή απόδοση της βιομάζας εξαρτάται από την κατανομή της ξηρής ουσίας κατά τη συγκομιδή (βλ. βλαστό, σπόρο, Σχ. 1) και την θερμαντική απόδοση αυτών (βλέπε παρακάτω πίνακα 2)

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

Πίνακας 2: Ενεργειακή απόδοση της βιομάζας σε σχέση με την κατανομή της ξηρής ουσίας και την θερμαντική απόδοση.

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 (Εικ. 15) και κατόπιν να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε οικιακούς ή βιομηχανικούς καυστήρες (Grammelis, Malliouroulou, Basinas & Danalatos, 2008).



Εικ. 15. Πελλέτες αγριοαγκινάρας (αριστ.) - καύση τους σε οικιακή θερμάστρα 5 KW. (δεξ.).

2.7.2. 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. Αυτόσυιο 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 (Εικ. 16).



Εικ. 16. Η περιεκτικότητα των ανθοκεφαλών σε σπόρο κυμαίνεται από 30–40%.

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 (Curt, Sanchez & Fernandez, 2002).

Διάμετρος κεφαλής (εκατοστά)	Βάρος ανθοκεφαλής (γραμ.)	Βάρος σπόρων (γραμμάρια)	Βάρος σπόρου / ανθοκεφαλή	Βάρος 1000 σπόρων (γραμμάρια)
<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

Πίνακας 3: Περιεκτικότητα σε σπόρο ανά μέγεθος ανθοκεφαλής.

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

Βάρος σπόρου κεφαλής (γραμ) = $0.42 * \text{βάρος κεφαλής} - 3$ (ακρίβεια 95%)

Βάρος σπόρου κεφαλής (γραμ) = $5 * \text{διάμετρο κεφαλής (εκατ)} - 18$ (ακρίβεια 80% και ισχύει μόνο για τις κεφαλές με διάμετρο βάσης >4 εκατοστά).

2.7.3. 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 (Fernandez, Curt & Aguado, 2006).

2.7.4. Παραγωγή χαρτιού.

Η περιεκτικότητα της αγριοαγκινάρας σε χαρτοπολτό 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 (Fernandez et al. 2006).

2.7.5. Φαρμακευτικές ιδιότητες.

Από την αγριοαγκινάρα μπορούν να εξαχθούν ουσίες όπως «*cynarin*» και «*silymarin*». Από την «*cynarin*» 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 (Oliaro, 1969).

2.7.6. Οργανικό λίπασμα.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΦΡΟΝΤΙΔΩΝ ΗΛΙΑΝΘΟΥ



3.1. Ιστορική εξέλιξη.

Ο μονοστέλεχος τύπος ηλίανθου, με σπόρο παρόμοιο του σημερινού καλλιεργούμενου ηλίανθου, καλλιεργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε ως τροφή από τους Ινδιάνους της Βόρειας Αμερικής το 3000 π.Χ. (Heiser, 1978). Αργότερα διαδόθηκε ως ζιζάνιο στα χωράφια των κεντρικών πολιτειών των ΗΠΑ και κατόπιν εξημερώθηκε (προήλθε από το ζιζάνιο *Helianthus petiolaris*). Στην Ευρώπη ο ηλίανθος μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς το 1550, ενώ από το 1780 άρχισε να καλλιεργείται στη Ρωσία, όπου και επεκτάθηκε σημαντικά. Αρχικά καλλιεργήθηκε σαν καλλωπιστικό φυτό και στην συνέχεια σαν εδώδιμο αλλά και για φαρμακευτικούς σκοπούς (Škorič, 1992; Seiler, 1992). Από το 1969 άρχισε και η δημιουργία των πρώτων υβριδίων ηλίανθου αυξάνοντας την απόδοση, τη σταθερότητα στην παραγωγή, την ομοιομορφία του αγρού και την αντοχή στις ασθένειες. Σήμερα ο ηλίανθος καλλιεργείται σε μεγάλη έκταση στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης, την Ισπανία, την Αργεντινή κ.λ.π.

3.2. Βοτανική ταξινόμηση.

Ο ηλίανθος ανήκει στην οικογένεια *compositae*, τάξη (*Synantherales*). Τα είδη *H. annuus* και *H. tuberosus* χρησιμοποιούνται ως είδη διατροφής, ενώ τα είδη *H. argophyllus*, *H. debilis*, *H. decapetalus*, *H. maximiliani* και *H. salisifolius* καλλιεργούνται ως καλλωπιστικά. Ο βασικός αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι 17 και υπάρχουν διπλοειδή, τετραπλοειδή και εξαπλοειδή (Ξανθόπουλος, 1993).

Θεωρείται ότι η εξημέρωση του ηλίανθου έγινε με μεταβίβαση γενετικού υλικού από το *H. petiolaris* (ζιζάνιο) στο *H. annuus*. Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος γνωστός και ήλιος ή ηλιοτρόπιο, είναι ετήσιο φυτό, ανήκει στο είδος *Helianthus annuus L.* και στην οικογένεια *Compositae* και είναι ένα από τα 67 είδη του γένους *Helianthus* (Ξανθόπουλος, 1993).

Οι ποικιλίες διακρίνονται αναλόγως του ύψους σε υψηλόσωμες, μετριόσωμες και χαμηλόσωμες (Ξανθόπουλος, 1993).

3.3. Μορφολογία.

Ο ηλίανθος ξεχωρίζει από το μοναδικό στέλεχος του και κυρίως από την μεγάλη του ταξιανθία (κεφαλή διαμέτρου έως και 40 εκατοστά). Χαρακτηριστική είναι η αύξηση της ρίζας του ηλίανθου, η οποία μεγαλώνει ταχύτερα από το

υπέργειο τμήμα του φυτού. Το φυτό έχει βαθύ ριζικό σύστημα, όπου η κεντρική ρίζα του μπορεί να φτάσει σε μήκος το διπλάσιο του ύψους του στελέχους (Sandras, Hall, Τράπανι & Vilella, 1989; Αυγουλάς, 2008). Οι πλευρικές ρίζες έχουν μήκος περί τα 50–100 εκατοστά και αναπτύσσονται σε βάθος περίπου 30 εκατοστών. Όταν το φυτό αποκτήσει 40 cm ύψος, η ρίζα έχει ήδη φθάσει τα 70 cm. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης αναπτύσσονται πολλές δευτερεύουσες ρίζες οι οποίες εκτείνονται οριζόντια μέχρι να εξαντληθεί το νερό των ανώτερων εδαφικών στρωμάτων και στην συνέχεια στρέφονται κατακόρυφα. Ο ηλίανθος ενώ μπορεί να εκμεταλλευτεί μεγάλο όγκο εδάφους λόγω του μεγάλου όγκου του ριζικού του συστήματος, παρουσιάζει μικρή διεισδυτικότητα και οι ρίζες στρέφονται οριζόντια όταν παρουσιαστεί εμπόδιο, χάνοντας έτσι την ικανότητά τους να αντλούν νερό και θρεπτικά στοιχεία από μεγάλα βάθη. Το βάθος του ριζικού συστήματος μπορεί να φθάσει τα 150-270 cm, αλλά η ανάπτυξη του γίνεται σε βάθος κάτω από τα 15 cm αφήνοντας έτσι το επιφανειακό στρώμα εδάφους ανεκμετάλλευτο (Ξανθόπουλος, 1993).

Το ύψος του στελέχους κυμαίνεται από 80 έως 230 cm. Οι ποικιλίες για πασατέμπο φθάνουν και 3.5 μέτρα σε ύψος. Τα φύλλα παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς το μέγεθος, το σχήμα, το πάχος και την ύπαρξη τριχιδίων στην επιφάνεια των φύλλων. Συνήθως είναι πλατιά, ωοειδή, οξύληκτα, ενώ τα κατώτερα φύλλα έχουν σχήμα καρδιάς. Περιφερειακά είναι οδοντωτά ή πριονωτά και φέρουν πολλές νευρώσεις. Η έκφυση των πρώτων πέντε ζευγαριών γίνεται αντίθετα, ενώ στα επόμενα κυλινδρικά. Ο αριθμός τους κυμαίνεται από 20–30 φύλλα/φυτό (Αυγουλάς, 2008).

Χαρακτηριστικό γνώρισμα του ηλίανθου είναι ο ηλιοτροπισμός που εκδηλώνεται στα φύλλα και τις ταξιανθίες. Το πρωί οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες στρέφονται προς την ανατολή, κατόπιν ακλουθούν την πορεία του ήλιου, με μια μικρή καθυστέρηση. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται μόνο στα νεαρά φύλλα και στις ταξιανθίες μέχρι το τέλος της άνθησης (Εικ. 2). Μετά την ολοκλήρωση της ανθοφορίας μένουν στραμμένες στην ανατολή. Τις συννεφιασμένες ημέρες ο ηλίανθος δεν στρέφεται. Ο ηλιοτροπισμός συντελεί στην αύξηση της φωτοσύνθεσης στην μονάδα του χρόνου, 10–30% ανάλογα με την κατανομή των φύλλων (Shell & Lang, 1976). Η ταξιανθία του ηλίανθου περιέχει από 700 έως 4.000 άνθη, σε συνάρτηση με τους περιβαλλοντικούς

παράγοντες (θερμοκρασία), τις καλλιεργητικές φροντίδες (νερό, λίπασμα) και την καλλιεργούμενη ποικιλία. Τα άνθη της ταξιανθίας διατάσσονται σε ομόκεντρα τόξα και η άνθηση αρχίζει από τα περιφερειακά άνθη και συνεχίζεται προς το κέντρο της ταξιανθίας. Καθημερινά ανοίγουν από 1 έως 4 σειρές και η περίοδος αυτή διαρκεί από 7 έως 17 ημέρες αναλόγως των θερμοκρασιών. Οι χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περίοδο της ανθοφορίας, ενώ οι πολύ υψηλές την επιταχύνουν. Με την ολοκλήρωση της ανθοφορίας πέφτουν τα περιφερειακά άγωνα κίτρινα άνθη (Αυγουλάς, 2008). Η γύρη του ηλίανθου είναι βαριά, μεταφέρεται δύσκολα με τον αέρα, η δε απόδοσή του σε νέκταρ (και κατ' επέκταση σε μέλι) είναι 2.5 κιλά νέκταρ/στρ.

Ο καρπός είναι αχάινιο, έχει χρώμα μαύρο, σταχτί ή γκρι, κηλιδωτό μέχρι άσπρο. Ο καρπός του ηλίανθου συνήθως καλείται «σπόρος». Το μέγεθος του σπόρου κυμαίνεται σε μεγάλα όρια και οι σπόροι αποτελούν το μισό βάρος του ξηρού δίσκου. Το βάρος 1.000 σπόρων κυμαίνεται από 40 έως 90 γραμμάρια. Το σχήμα μπορεί να είναι επίμηκες, ωσειδές (μοιάζει με ρόμβο) και η διατομή του από στενόμακρη έως στρογγυλή. (Αυγουλάς, 2008).



Εικ. 17. Το φαινόμενο του ηλιοτροπισμού.

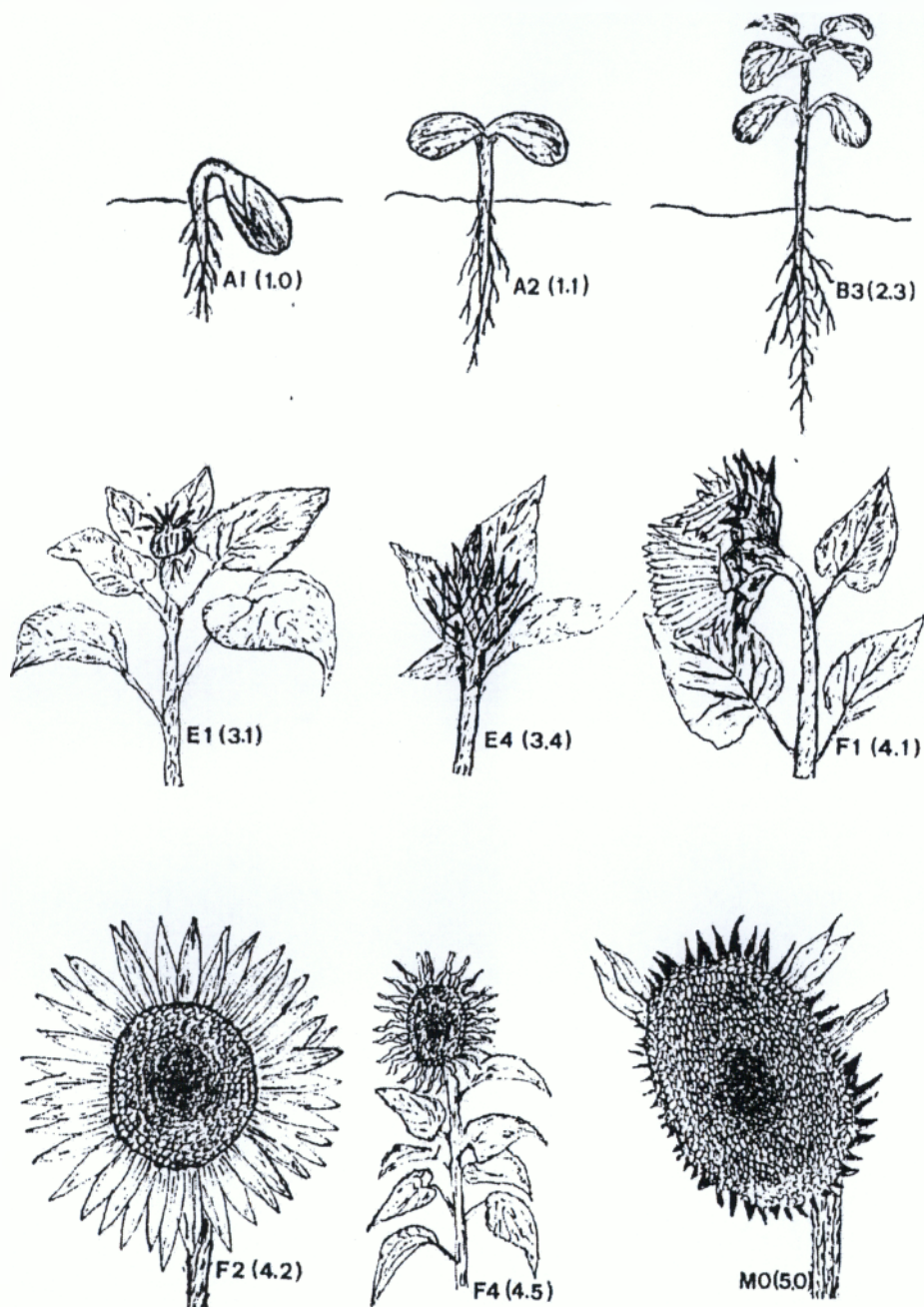
3.4. Φαινολογία.

Η φαινολογία του φυτού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως κλιματικούς (κυρίως θερμοκρασίας), γονοτυπικούς και καλλιεργητικούς (π.χ.

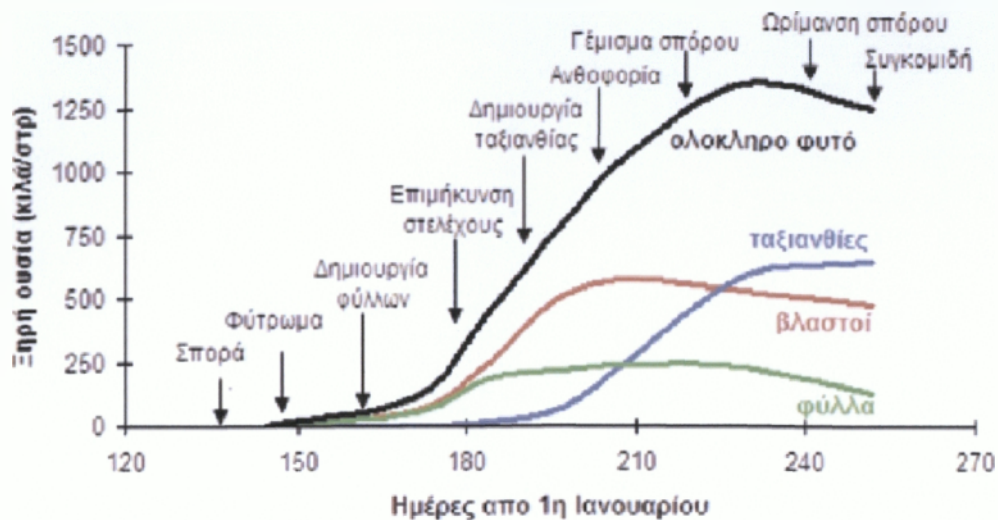
εποχή σποράς). Κατά μέσο όρο απαιτούνται 6–10 ημέρες από τη σπορά έως το φύτερωμα, 30–40 ημέρες από το φύτερωμα έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 20–30 ημέρες από την εμφάνιση ταξιανθίας έως την έναρξη της ανθοφορίας, 7–12 ημέρες από την έναρξη έως την λήξη της ανθοφορίας και τέλος άλλες 30 ημέρες από τη λήξη της ανθοφορίας έως τη φυσιολογική ωρίμανση (Ξανθόπουλος, 1993). Κατά τη φυσιολογική ωρίμανση το πίσω μέρος των ταξιανθιών αποκτά χρώμα καστανό-κίτρινο, με υγρασία περί το 60–70%, οι δε σπόροι έχουν υγρασία 30–40%. Σε αυτό το στάδιο οι σπόροι έχουν τη μέγιστη τιμή σε ξηρό βάρος και τη μέγιστη περιεκτικότητα σε λάδι και αναλογία λινεαϊκού οξέως. Η φαινολογία του ηλίανθου παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα σύμφωνα με τη διεθνή κατάταξη σε κατηγορίες «BBCH phenological growth stages» και απεικονίζεται στην Εικ. 19 και το σχήμα 2.

Στάδιο	Περιγραφή
00–09	Βλάστηση σπόρου (ξεκινά από τη σπορά και ολοκληρώνεται στο στάδιο της κοτυληδόνας)
10–19	Δημιουργία φύλλων (ολοκληρώνεται με την έκφυση 9 ή περισσότερων φύλλων στο στέλεχος)
30–39	Επιμήκυνση στελέχους (ολοκληρώνεται με τη δημιουργία τουλάχιστον 9 μεσογονάτιων διαστημάτων)
50–59	Δημιουργία ταξιανθίας (ολοκληρώνεται με την εμφάνιση κίτρινων ανθέων στην κλειστή ταξιανθία)
60–69	Ανθοφορία (ολοκληρώνεται με την πτώση των περιφερειακών κίτρινων ανθέων της ταξιανθίας)
70–79	Γέμισμα σπόρου (ολοκληρώνεται όταν το 75% των σπόρων έχουν φθάσει στο τελικό τους μέγεθος)
80–89	Ωρίμανση σπόρου (ολοκληρώνεται όταν το πίσω μέρος της ταξιανθίας έχει καστανό χρώμα. Υγρασία σπόρων 20%)
90–99	Συγκομιδή προϊόντος

Πίνακας 4: Φαινολογικά στάδια του ηλίανθου.



Εικ. 18. Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου.



Σχήμα 5. Τυπικό παράδειγμα δυναμικού παραγωγής και κατανομής της ξηρής ουσίας καλλιέργειας ηλίανθου στο χρόνο. Με βέλη απεικονίζονται τα φαινολογικά στάδια του φυτού.





Εικ 19. Φαινολογικά στάδια του ηλίανθου (βλ. πίνακα 4 για λεπτομέρειες).

3.5. Οικολογία.

3.5.1. Θερμοκρασία.

Η βασική θερμοκρασία ανάπτυξης του ηλίανθου ποικίλει αναλόγως του γενότυπου από 4 έως 8°C (το βαμβάκι έχει 15° C). Με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας, η σπορά του ηλίανθου μπορεί να αρχίσει από τις αρχές Μαρτίου, εφόσον η θερμοκρασία έχει σταθεροποιηθεί σε επίπεδα πάνω από τη βασική θερμοκρασία. Οι σπόροι βλαστάνουν σε θερμοκρασίες 4° C, ενώ σε θερμοκρασίες αέρος 15° C έχουμε το ταχύτερο φύτρωμα (3–4 ημέρες). Τα νεαρά φυτά (στάδιο κοτυληδόνας) είναι ανθεκτικά στο ψύχος (-5°C), ενώ η αντοχή αυτή μειώνεται σταδιακά έως το στάδιο των 6–7 φύλλων, όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο φυτό. Η βέλτιστη θερμοκρασία ημέρας για την ανάπτυξη του φυτού είναι 25–33° C. Σε χαμηλότερα επίπεδα θερμοκρασιών (π.χ. 20°C) η ανάπτυξη του φυτού επιμηκύνεται, ενώ σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. > 35°C), η ανάπτυξη επιταχύνεται με αναπόφευκτη τη

μείωση της απόδοσης. Σημαντική επίδραση στην παραγωγικότητα του ηλίανθου έχουν και οι θερμοκρασίες της νύχτας, καθώς σε υψηλές νυκτερινές θερμοκρασίες (> 25° C) η αναπνοή αυξάνεται δραματικά με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. Συνοψίζοντας, υψηλές αποδόσεις ηλίανθου επιτυγχάνονται κάτω από θερμοκρασίες ημέρας 25–30°C και νύχτας 15–20°C. (Cirilo & Andrade, 1994; Rawson & Dunstone, 1986).

3.5.2. Φως.

Ο ηλίανθος είναι πολύ απαιτητικός σε φως. Σε εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας >550 W/m² ο ηλίανθος δεσμεύει από την ατμόσφαιρα περί τα 5.5 κλά διοξειδίου του άνθρακα ανά στρέμμα φύλλου ανά ώρα, ρυθμός πολύ υψηλός για ένα C3 φυτό. Οι άριστες θερμοκρασίες για τη φωτοσύνθεση είναι περί τους 30°C. Ο ηλίανθος δεν αντιδρά συνήθως στο φωτοπεριοδισμό (ουδέτερο φυτό), διότι ανθίζει σε μεγάλο μήκος ημέρας.

3.5.3. Νερό.

Αναφέρεται ότι ο ηλίανθος καταναλώνει μεγάλες ποσότητες νερού για τη σύνθεση ενός γραμμαρίου ξηρής ουσίας σε σχέση με άλλα φυτά, και αυτό αποδίδεται στο μεγάλο αριθμό και μέγεθος των στοματίων και στη μικρότερη αντίσταση που προβάλλουν στην κίνηση του νερού, έτσι ώστε κάτω από ίδιες λοιπές συνθήκες, η διαπνοή του ηλίανθου είναι αυξημένη από την διαπνοή άλλων ανοιξιάτικων φυτών. Προκειμένου να παράξει ένα κιλό ξηρής ουσίας/στρ χρειάζεται αρκετά περισσότερο νερό από ότι άλλα φυτά (π.χ. σιτηρά, αγριαγκινάρα, σόργο). Η αποτελεσματικότητα του ηλίανθου στη χρήση νερού είναι παρόμοια με αυτή του βαμβακιού και ισούται με 1.7 γραμμάρια ξηρής ουσίας ανά κιλό νερού. Ο ήλιος δεν είναι πολύ ανθεκτικός στην ξηρασία (παρά το εκτεταμένο ριζικό του σύστημα). Σε περιόδους όμως ξηρασίας το φυτό εξασφαλίζει υδατική ισορροπία μειώνοντας την επιφάνεια των φύλλων όταν η έλλειψη υγρασίας συμβεί στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, ή απορρίπτοντας αριθμό φύλλων, όταν η έλλειψη υγρασίας παρατηρηθεί κατά το στάδιο της άνθισης. Σε συνθήκες έλλειψης νερού, μια καλλιέργεια ηλίανθου αφήνει πολύ λίγη υγρασία στο έδαφος. Η ξηρασία προκαλεί μαρανση και πτώση των φύλλων και έχει άμεση επίδραση στη μείωση της φωτοσύνθεσης (συνεπάγεται μείωση παραγωγής). Η

κρίσιμη περίοδος για επάρκεια υγρασίας στον αγρό είναι περίπου 20 ημέρες πριν έως 20 ημέρες μετά την ανθοφορία. Έλλειψη υγρασίας αυτήν την περίοδο αποφέρει μείωση παραγωγής έως και 70%. Εκτός από τη μείωση της φωτοσύνθεσης, η έλλειψη υγρασίας προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του φυτού έως και 5°C, πρωιμίζοντας έτσι την καλλιέργεια (Ξανθόπουλος, 1992).

Ένας τρόπος να αντιμετωπισθεί η αδυναμία του φυτού στην αποτελεσματική χρήση νερού είναι η πρόιμη σπορά, προκειμένου το φυτό να κάνει χρήση των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων και να αναπτυχθεί κάτω από λιγότερο ξηροθερμικές συνθήκες, οι οποίες προκαλούν μεγάλη κατανάλωση νερού (εξατμισο-διαπνοή). Σε σύγκριση με άλλες εαρινές καλλιέργειες, οι απαιτήσεις του ηλίανθου σε νερό κυμαίνονται περίπου στο 50% των αναγκών του καλαμποκιού.

3.5.4. Έδαφος.

Προσαρμόζεται ικανοποιητικά σε διάφορα είδη εδαφών, με pH από 5.6–8.2, ενώ το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6 και 7.2 (Γαλανοπούλου – Σενδούκα, 2002). Το χαμηλό pH μειώνει τη διαθεσιμότητα του φώσφορου και αυξάνει την απορρόφηση του αργιλίου και του μαγγανίου σε τοξικά επίπεδα. Το υψηλό pH μειώνει τη διαθεσιμότητα του φώσφορου, ενώ αυξάνει την απορρόφηση του νάτριου σε τοξικά επίπεδα. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί από τους γεωργούς στην καλή στράγγιση του εδάφους, καθώς μια πλημμύρα για τρεις ημέρες μπορεί να καταστρέψει την καλλιέργεια από ασφυξία κάτω από την υπερβολική συγκέντρωση αιθυλενίου στις ρίζες και στο βλαστό που βρίσκεται μέσα στο νερό (Εικ. 20). Σε αλατούχα εδάφη ο ηλίανθος θεωρείται καλό προηγούμενο για τις καλλιέργειες που ακολουθούν, γιατί ιδιαίτερα σε αρδευόμενα εδάφη, μετακινεί τα άλατα σε βαθύτερα στρώματα.

Στις περιοχές της Μεσογείου και ειδικότερα στις παραθαλάσσιες το θαλασσινό νερό εισέρχεται στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες προκαλώντας αύξηση της αλατότητας και του νερού και του εδάφους (Hamdy, Lasram & Lacirignola, 1995). Στις περιπτώσεις αυτές μπορεί να θεραπευτεί το πρόβλημα της αλατότητας με καλλιέργεια ξηρικού ηλίανθου (Francois, 1996).



Εικ. 20. Καλλιέργεια ηλίανθου που υπέστη καταστροφική ζημιά από έντονη βροχόπτωση στο στάδιο του φυτρώματος.

3.6. Καλλιεργητικές φροντίδες.

3.6.1. Εποχή σποράς.

Πρέπει να σπέρνεται όσο το δυνατόν νωρίτερα (από μέσα Μαρτίου έως τέλος Απριλίου) ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα. Η πρώιμη σπορά είναι καθοριστικής σημασίας, διότι το φυτό μπορεί να κάνει άριστη χρήση των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων και να δίνει καλές αποδόσεις κάτω από ξηροθερμικές συνθήκες, που συνήθως επικρατούν το καλοκαίρι. Με την πρώιμη σπορά αυξάνονται οι διαθέσιμες ημέρες για αύξηση-ανάπτυξη της καλλιέργειας με θετική συνεισφορά στην αύξηση της απόδοσης (120–140 ημέρες). Στις όψιμες σπορές (Μαΐου-Ιουνίου), λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών, η περίοδος ανάπτυξης μειώνεται στις 90–110 ημέρες, με αρνητικό αντίκτυπο στην τελική παραγωγή (Cirilo et al. 1994; Bange, Hammer & Rickert, 1997). Σπορές πέρα από τα τέλη Ιουνίου δεν συνιστώνται διότι η καλλιέργεια συνήθως δεν προλαβαίνει να ωριμάσει, ενώ λόγω των υψηλών θερμοκρασιών οι ανάγκες για άρδευση διπλασιάζονται.

3.6.2. Βάθος σποράς.

Σε χωράφι με κανονική υγρασία το βάθος σποράς πρέπει να είναι 2.5–3.0 εκατοστά. Σε χωράφι που έχει χάσει την επιφανειακή υγρασία ή αν επικρατούν έντονοι ξηροθερμικοί άνεμοι (λίβας) την περίοδο σποράς, ο ηλίανθος πρέπει να σπέρνεται βαθύτερα (3.0–6.0 εκατοστά). Σπόροι που σπέρνονται σε βάθος 2–3 εκατοστά βλαστάνουν 3–4 ημέρες νωρίτερα από αυτούς που σπέρνονται βαθύτερα. Εκτός από την υγρασία του εδάφους, το μεγάλο βάθος σποράς αυξάνει επίσης και την ανομοιομορφία του φυτρώματος με αποτέλεσμα την ανομοιομορφία στην ωρίμανση του σπόρου. Κατά κανόνα είναι προτιμότερο οι γεωργοί να μετακινήσουν την ημερομηνία σποράς (\pm 3–5 ημέρες) παρά να οδηγηθούν σε μεγαλύτερο βάθος σποράς.

3.6.3. Πυκνότητα φυτών.

Η απόδοση του ηλίανθου είναι συνισταμένη τριών παραγόντων:

- α) του αριθμού των φυτών ή των ταξιανθιών,
- β) του αριθμού των σπόρων ανά ταξιανθία και
- γ) του βάρους του σπόρου.

Η πυκνότητα των φυτών επηρεάζει το μέγεθος του σπόρου και της κεφαλής. Σε χαμηλότερες πυκνότητες αυξάνει το μέγεθος. Οι ελαιοδοτικές ποικιλίες σπέρνονται πυκνότερα από τις μη ελαιοδοτικές, διότι δεν ενδιαφέρει το μέγεθος του σπόρου αλλά η απόδοση σε σπόρο που επηρεάζεται από τον αριθμό των φυτών ανά μονάδα επιφάνειας, τον αριθμό σπόρων ανά κεφαλή και το μέσο βάρος του σπόρου. Ο ηλίανθος όμως έχει τη δυνατότητα να εξισορροπεί τον μειωμένο αριθμό φυτών με αύξηση του μεγέθους των κεφαλών και του βάρους του σπόρου (Andrade, 1995). Ο μέσος αριθμός φυτών ανά στρέμμα κυμαίνεται από 5000-6000. Μείωση του αριθμού των φυτών σε ποσοστό 10-15% δεν επηρεάζει σημαντικά τις αποδόσεις (Ξανθόπουλος, 1993). Ιδανική πυκνότητα για τις μεσογειακές συνθήκες θεωρούνται τα 3.500 φυτά/στρ, διότι δίδει τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο, αντισταθμίζοντας τον μικρότερο αριθμό σπόρων με την αύξηση του βάρους του (Bartos, De Carvalho & Basch, 2003).

Σε αραιές φυτείες (3–4 φυτά/ μ^3), ο ηλίανθος εξισορροπεί το μικρό αριθμό των ταξιανθιών με αύξηση του αριθμού και του βάρους των σπόρων, ενώ συμβαίνει το αντίθετο σε πυκνές φυτείες (6–7 φυτά/ μ^2). Έτσι, η απόδοση

παραμένει σταθερή για ένα εύρος πυκνοτήτων (Εικ. 21). Σύμφωνα με πρόσφατα πειραματικά δεδομένα υπό ελληνικές συνθήκες, σε γόνιμα, επαρκώς αρδευόμενα χωράφια, η πυκνότητα θα πρέπει να είναι 6.6–7.4 φυτά/μ², για μεγιστοποίηση των αποδόσεων, ενώ σε μετρίως γόνιμα εδάφη με λιγότερη άρδευση προτιμούνται πληθυσμοί 3–5 φυτά/μ² (καλύτερη διαχείριση των θρεπτικών ουσιών). Στους αραιούς πληθυσμούς ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην καταπολέμηση ζιζανίων. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγονται πληθυσμοί φυτών > 8 φυτά/μ², διότι τότε παρατηρείται εκτεταμένη βλαστική ανάπτυξη (τα επιπλέον φυτά λειτουργούν ως ανταγωνιστές – ζιζάνια). Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι προσαρμοσμένες με το διαθέσιμο μηχανολογικό εξοπλισμό στα 75 εκατοστά.



Εικ. 21. Πυκνή (6.6 φυτά/μ², αριστερά) και πολύ αραιή (2.6 φυτά/μ², δεξιά) καλλιέργεια ηλίανθου.

Για τον καθορισμό της απαιτούμενης ποσότητας σπόρου (Α.Π.Σ. σε κιλά/στρ) θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το βάρος 1000 σπόρων, η βλαστική και η φυτρωτική ικανότητα του σπόρου στον αγρό, κάνοντας χρήση του παρακάτω τύπου. Σε περίπτωση δυσμενών εδαφικών συνθηκών ή όψιμης σποράς, θα απαιτηθεί επιπλέον ποσότητα σπόρου 5–10%

$$\text{ΑΠΣ} = \text{φυτά} / \mu^2 \times \text{βάρους } 1000 \text{ σπόρων} \times 10 / \text{βλαστική ικανότητα σπόρου} \\ \text{φυτρωτική ικανότητα σπόρου στον αγρό}$$
$$\text{Παράδειγμα} = 6.5 \text{ φυτά} / \mu^2 \times 65.7 \times 10 / \text{B.I. } 95\% \times \text{Φ.I. } 80\% = 0.56 \text{ κιλά/στρ}$$

3.6.4. Προετοιμασία σποράς.

Κατά κανόνα η προετοιμασία του αγρού αρχίζει το φθινόπωρο με ένα όργωμα (25–35 εκατοστά) για να παραχωθούν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, να αυξηθεί ο αερισμός και η συγκράτηση της υγρασίας. Η αναστροφή του εδάφους με το όργωμα αυξάνει τη διαθεσιμότητα σε άζωτο και κάλιο. Σε περιπτώσεις που τα εδάφη είναι ελαφρά (αμμώδη) και επικλινή, όπου υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης, το όργωμα μπορεί να γίνει νωρίς την άνοιξη. Λίγες ημέρες πριν την σπορά πραγματοποιείται η προετοιμασία του αγρού με 1-2 καλλιεργητές ή δισκοσβάρνες. Μετά εφαρμόζονται τα λιπάσματα και τα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα, τα οποία θα ενσωματωθούν με τα προαναφερθέντα μηχανήματα και το χωράφι είναι έτοιμο για σπορά. Η σπορά πραγματοποιείται με τη χρήση πνευματικών μηχανών (π.χ. GASPARTO, Εικ. 22), κάνοντας χρήση ειδικού γραναζιού (26 θύρες για ηλίανθο), ενώ εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί γρανάζι με 36 θύρες (καλλιέργεια τεύτλου).



Εικ. 22. Σπορά ηλίανθου σε πειραματικό αγρό 20 στρεμμάτων στο Κιλκίς με τη χρήση πνευματικού σπορέα GASPARTO.

3.6.5. Αμειψισπορά.

Προσοχή θα πρέπει να δίνεται από τους γεωργούς στην υπολειμματική δράση ορισμένων ζιζανιοκτόνων από τις προηγούμενες καλλιέργειες. Συνήθως,

προβλήματα μπορεί να προκύψουν ύστερα από καλλιέργεια καλαμποκιού ή σόργου, όπου οι δραστικές ουσίες (π.χ. ατραζίνη κλπ) έχουν υπολειμματική δράση πάνω από ένα όριο στον αγρό (Ξανθόπουλος, 1993).

3.6.6. Ζιζανιοκτονία.

Ως καλλιέργεια υφίσταται ζημιές, αλλά σπάνια καταστρέφεται από αλλά ζιζάνια. Μεγαλύτερες ζημιές παθαίνει από ζιζάνια που αναπτύσσονται πριν το φυτό καλύψει το έδαφος με τα φύλλα του. Ο ηλίανθος αυξάνει αργά τις δύο πρώτες εβδομάδες μετά το φύτευμα και πολύ γρήγορα στη συνέχεια (αύξηση σε ύψος έως και 5 εκατοστά/ημέρα). Τα ζιζάνια που θα φυτρώσουν κατά την ευαίσθητη περίοδο ανταγωνίζονται κατά πολύ την καλλιέργεια, περισσότερο από εκείνα που φυτρώνουν μετά το ευαίσθητο στάδιο (π.χ. τάτουλας, αγριοντοματιά). Αν τα ζιζάνια παραμείνουν επί ένα μήνα στο χωράφι έχουμε μείωση της παραγωγής κατά 15–20%. Η προστασία από τα ζιζάνια μπορεί να επιτευχθεί με μηχανικά και χημικά μέσα (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Συνήθως χρησιμοποιείται προσπαρτικό ζιζανιοκτόνο (π.χ. trifluralin, treflan σε δόση 350 γραμμάρια/στρ) το οποίο ακολουθείται από ενσωμάτωσή του στο έδαφος στα 5-8 εκ. Μετασπαρτικά πριν το φύτευμα μπορεί να εφαρμοστεί Prometryne (250-350 cc/στρ.) για την καταπολέμηση των πλατύφυλλων ζιζανίων. Επειδή τα σκευάσματα αλλάζουν πολύ συχνά, καλό θα είναι οι ενδιαφερόμενοι να ανατρέξουν στις οδηγίες πίσω από κάθε σκεύασμα στους κατά τόπους σταθμούς γεωργικών εφοδίων.

3.6.7. Εχθροί και ασθένειες.

Έως σήμερα στην Ελλάδα δεν έχουν παρουσιαστεί εχθροί και ασθένειες σε μεγάλη κλίμακα, χωρίς αυτό να αποκλείει την εμφάνιση τους στο άμεσο μέλλον. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι σοβαρότεροι εχθροί του ηλίανθου είναι τα *Homoesoma electellum* και το *Homoesoma nebulella* τα οποία προσβάλλουν τις ταξιανθίες και αργότερα τους σπόρους του ηλίανθου. Οι κυριότερες ασθένειες του ηλίανθου είναι:

- 1) ο περονόσπορος (*Plasmopara halstedii*) ο οποίος ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες και την υψηλή σχετική υγρασία και προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού (εμφάνιση χλωρωτικών κηλίδων),

- 2) η καστανή κηλίδωση και ο καρκίνος του στελέχους (*Phomopsis helianthi*) ο όποιος ευνοείται από τις συχνές βροχοπτώσεις και τις υψηλές θερμοκρασίες
- 3) το μαύρισμα του στελέχους (*Phoma oleracea*),
- 4) η σήψη του στελέχους και των ριζών (*Sclerotinia sclerotiorum*) και άλλες όπως οι *Botrytis cinerea*, *Alternaria helianthi*, *Verticillium dahliae*, κτλ.

Ιδιαίτερο πρόβλημα για τον ηλίανθο αποτελεί το παράσιτο της οροβάγχης (*Orobancha cumana*, *Orobancha ramosa*), το οποίο αντιμετωπίζεται με τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.

Η καραφατμέ και ο σιδηροσκώληκας κάποιες χρονιές προκαλούν σημαντικές απώλειες φυτών (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).

Ο σημαντικότερος εχθρός του ηλίανθου είναι τα πουλιά. Όταν καλλιεργείται σε απομονωμένα χωράφια ή σε περιοχές όπου υπάρχουν καταφύγια πουλιών τότε υπάρχει κίνδυνος μεγάλων ζημιών. Οι ζημιές αρχίζουν με το τέλος της ανθοφορίας και συνεχίζονται έως και την ημέρα της συγκομιδής. Σε πιλοτικούς αγρούς στο Κιλκίς, στην Καρδίτσα και το Αγρίνιο το 2007 και το 2008 παρατηρήθηκαν απώλειες από τα πουλιά 30 έως 60% (Εικ. 23).



Εικ. 23. Οι απώλειες σπόρου από τα πουλιά σε καλλιέργεια του ηλίανθου.

Όλα τα νέα υβρίδια/ποικιλίες ηλίανθου με το πέρας του σταδίου της ανθοφορίας στρέφουν τις κεφαλές προς τα κάτω (μηχανισμούς προφύλαξης) και αποφεύγουν έως ένα μικρό βαθμό τις απώλειες, οι οποίες συνεχίζονται. Υπάρχουν μηχανικά και χημικά μέσα αποφυγής των ζημιών από τα πουλιά, αλλά και αυτά δεν μπορούν να προστατεύσουν πλήρως την παραγωγή. Στα μηχανικά μέσα ανήκει το «κανονάκι» το οποίο προκαλεί κρότους ανά διαστήματα, προκειμένου να τρομάξει τα πουλιά, αλλά έχει μικρή αποτελεσματικότητα, διότι

σε μικρό χρονικό διάστημα τα πουλιά το συνηθίζουν. Στις ΗΠΑ χρησιμοποιήθηκαν ειδικά φωτοκύτταρα, τα οποία ενεργοποιούνται με την εμφάνιση των πουλιών, βάζοντας σε λειτουργία μεγαφωνική εγκατάσταση με φωνές εχθρών των πουλιών. Τέλος, στα χημικά μέσα ανήκουν τα Ανιτρολ και Mesurol, αλλά και αυτά δεν έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

3.6.8. Λίπανση.

Το άζωτο αποτελεί δομικής σημασίας θρεπτικό στοιχείο και η έλλειψή του μειώνει πολύ την απόδοση του ηλιόσπορου. Επίσης, ο φώσφορος επιδρά αποτελεσματικά στην αύξηση της περιεκτικότητας του ηλιέλαιου (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Θα πρέπει να γίνεται ορθολογιστική διαχείριση των λιπασμάτων με γνώμονα:

- α) την κατάσταση του εδάφους
- β) το στόχο του παραγωγού για απόδοση και
- γ) τη διαθεσιμότητα σε νερό.

Το έδαφος μπορεί να προσφέρει στην καλλιέργεια ένα μέρος των απαραίτητων θρεπτικών ουσιών (π.χ. 3–7 μονάδες αζώτου). Κατόπιν ο γεωργός θα πρέπει να θέσει τους στόχους του και να συμπληρώσει τον αγρό με τα απαραίτητα θρεπτικά. Κατά κανόνα οι παραγωγοί θα πρέπει να γνωρίζουν ότι από 300 κιλά/στρ συγκομισμένου ηλιόσπορου αφαιρούνται από τον αγρό περί τα 10,5 κιλά αζώτου (N), 1,3 κιλά φωσφόρου (ή αλλιώς 6 κιλά πεντοξειδίου του φωσφόρου, P_2O_5) και 2,2 κιλά καλίου (ή αλλιώς 5,3 κιλά οξειδίου του καλίου K_2O) (Ξανθόπουλος & Δοϊτσίνης, 1994). Για μεγαλύτερες αποδόσεις η απορρόφηση θρεπτικών αυξάνεται αναλογικά. Η τοποθέτηση των λιπασμάτων μπορεί να γίνει πριν τη σπορά με τη χρήση ενός λιπασματοδιανομέα, κατά την προετοιμασία του αγρού, αλλά μπορεί να γίνει και ταυτόχρονα με την σπορά (Εικ. 24), με την τοποθέτηση των λιπασμάτων γραμμικά δίπλα στο σπόρο (σε απόσταση 10–20 εκατοστά). Με τον δεύτερο τρόπο επιτυγχάνεται ομοιομορφία στον αγρό και οικονομία, καθώς παραλείπεται μια εργασία. Πιο αποτελεσματικό είναι να τοποθετηθεί μια βασική ποσότητα λιπασμάτων μαζί με την σπορά (όλο το PK και ένα 30–40% του N) και το υπόλοιπο (60–70% του N) να δοθεί με την μορφή επιφανειακής λίπανσης, με τη χρήση γραμμικού λιπασματοδιανομέα – σκαλιστηριού, όταν το φυτό βρίσκεται σε ύψος περί τα 30 εκατοστά.



Εικ. 24. Εφαρμογή βασικής λίπανσης μαζί με τη σπορά ηλίανθου.

Εναλλακτικά, εάν ο αγρός αρδεύεται με στάγδην άρδευση (σταγόνα) προτείνεται η τοποθέτηση των συμπληρωματικών λιπασμάτων εντός του συστήματος άρδευσης, μέθοδος που θα επέφερε το καλύτερο αποτέλεσμα. Η απορρόφηση των θρεπτικών από το φυτό μεγιστοποιείται λίγο πριν έως και λίγο μετά την περίοδο της ανθοφορίας (δημιουργία και θρέψη των σπόρων που απαιτεί τριπλάσιες ανάγκες σε θρεπτικά από ότι η βλαστική περίοδος). Εφαρμογή λιπασμάτων μπορεί να γίνει και από το φύλλωμα, αλλά η μέθοδος αυτή δεν συστήνεται για τα μικροστοιχεία (NPK) λόγω του μεγάλου κόστους.

3.6.9. Άρδευση.

Στην βόρεια Ελλάδα (Ν. Έβρου) ο ηλίανθος συνήθως καλλιεργείται σε ξηρικά χωράφια κάνοντας χρήση των ανοιξιάτικων βροχοπτώσεων (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Με άρδευση οι αποδόσεις αυξάνονται θεαματικά (από 60–90 κιλά/στρ σε 250–350 κιλά/στρ). Σε περίπτωση άρδευσης έχουμε καλύτερη αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων. Η ποσότητα του αρδευτικού νερού είναι συνιστάμενη της εξαμισοδιαπνοής της καλλιέργειας, που καθορίζεται από τους κλιματικούς παράγοντες της κάθε περιοχής. Ανάλογα την περιοχή ο ηλίανθος απαιτεί 3–5 ποτίσματα κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας (από

το σχηματισμό της ταξιανθίας έως την πτώση των περιφερειακών κίτρινων ανθέων και το καμπούριασμα της κεφαλής). Η ποσότητα του αρδευτικού νερού κυμαίνεται από 200 έως 450 χιλιοστά αναλόγως των εδαφό-κλιματικών συνθηκών, την εποχή σποράς και την ποικιλία.

Μια μόνο περίπτωση από την ελληνική έρευνα μπορεί να αναφερθεί για την άρδευση του ηλίανθου και συγκεκριμένα από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης στη Σίνδο Θεσσαλονίκης κατά τα έτη 2002-2003, όπου φάνηκε ότι η καθυστέρηση της σποράς από τον Μάιο στον Ιούνιο και η ελλειμματική άρδευση προκάλεσαν χαμηλότερες αποδόσεις κατά 6,5%, μικρότερο βάρος 1000 σπόρων κατά 6,2% και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι κατά 23% (Σκαράκης, 2002, 2003).

Κατά το στάδιο της άνθισης και της φυσιολογικής ωρίμανσης, το νερό είναι σημαντικός παράγων και επηρεάζει το σχηματισμό και το γέμισμα των σπόρων, καθώς και την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Όπου η διαθεσιμότητα του νερού είναι περιορισμένη, εάν η άρδευση εφαρμοστεί σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις αποδόσεις σε σπόρο (Stone, Schlege, Gwin & Khan, 1996). Κατάλληλη εποχή για άρδευση είναι μια εβδομάδα πριν την άνθιση έως και δύο εβδομάδες μετά την λήξη της (Ξανθόπουλος, 1992), ή κατά την διάρκεια εμφάνισης των ανθικών καταβολών-άνθισης-γεμίσματος του σπόρου (Osman & Talha, 1975; Karaata 1991), ή εμφάνισης των ανθικών καταβολών-αρχής άνθισης τέλους άνθισης (Unger, 1983).

3.6.10. Συγκομιδή.

Η συγκομιδή του ηλίανθου γίνεται όταν αλλάξει χρώμα η πίσω επιφάνεια της κεφαλής από πράσινο-κίτρινο σε καστανό-κίτρινο χρώμα. Κατά τη συγκομιδή τα φύλλα είναι ξερά και παραμένουν στο βλαστό, ο οποίος έχει χρώμα κίτρινο προς καστανό. Κατά τον αλωνισμό ο σπόρος περιέχει υγρασία περί το 15–20% και γι' αυτό πρέπει να ακολουθήσει ξήρανση και η υγρασία να φτάσει στο επιθυμητό 9% (Ξανθόπουλος, 1993). Ο αλωνισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί και όταν ο σπόρος ωριμάσει πλήρως (9%), αλλά τότε οι απώλειες κατά τη συγκομιδή αυξάνονται σημαντικά (τόσο από τα πουλιά, όσο και από το τίνιγμα του σπόρου). Η συγκομιδή του σπόρου πραγματοποιείται με τη χρήση

συμβατικής αυτοκινούμενης αλωνιστικής μηχανής, με κατάλληλες τροποποιήσεις στο σύστημα κόφα-τρόμπα, στο σύστημα παροχής αέρα και στα κόσκινα στο πίσω μέρος της μηχανής (ρυθμίσεις παρόμοιες με αυτές του σίτου) (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Το εμπρόσθιο μέρος της μηχανής θα πρέπει να συνδέεται με ηλιομάχαιρα (διαθεσιμότητα κυρίως στην Β. Ελλάδα, Εικ. 25), ενώ εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλαμπομάχαιρο με μείωση της ταχύτητας κίνησης του μηχανήματος εντός του αγρού, για να αποφευχθούν περαιτέρω απώλειες (ταχύτητα < 4 χλμ/ώρα). Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σιτομάχαιρο, αλλά δεν συνιστάται. Σε πιλοτικές καλλιέργειες στο Κιλκίς, την Καρδίτσα και το Αγρίνιο το 2007 και το 2008 δοκιμάστηκαν όλοι οι παραπάνω συνδυασμοί (ηλιομάχαιρο στο Κιλκίς, καλαμπομάχαιρο στην Καρδίτσα και σιτομάχαιρο και καλαμπομάχαιρο στο Αγρίνιο Εικ. 26), αποδεικνύοντας ότι το καλαμπομάχαιρο μπορεί να συγκομίσει εξίσου καλά τον ηλίανθο, με μια μικρή μείωση της ταχύτητας κίνησης.



Εικ. 25. Συγκομιδή ηλίανθου με ηλιομάχαιρο σε πειραματικούς αγρούς στο Κιλκίς.



Εικ. 26. Συγκομιδή ηλίανθου με καλαμπομάχαιρο στο Αγρίνιο και την Καρδίτσα.

3.7. Πιθανές χρήσεις και αποδόσεις.

Ο ηλίανθος είναι ένα πολυσύνθετο φυτό που δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης όλων των τμημάτων του. Δίδει δύο τύπους σπόρων, τους μεγάλους που προορίζονται για άμεση edώδιμη κατανάλωση και τους μικρούς που είναι κατάλληλοι για εξαγωγή ελαίου. Μέχρι σήμερα το ηλιέλαιο χρησιμοποιείται ως edώδιμο λόγω της υψηλής του τιμής και των οριακών αποθεμάτων σε σύγκριση με άλλα έλαια και δευτερευόντως στην βιομηχανία για την παρασκευή σαπουνιών, κεριών, βερνικιών, χρωμάτων καθώς και για φωτισμό (North Dakota State University, 1995; Αυγουλάς, Ποδηματάς & Παπαστυλιανού, 2001).

3.7.1. Παραγωγή χαρτιού.

Από τα περιβλήματα των σπόρων μπορεί να παραχθεί στυπόχαρτο και από το εσωτερικό του βλαστού τυπογραφικό χαρτί υψηλής ποιότητας (Ξανθόπουλος, 1993). Η εντεριώνη του βλαστού είναι από τις πιο ελαφρές γνωστές ουσίες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές σωσιβίων και σλάιντς μικροσκοπίου.

3.7.2. Στερεό καύσιμο.

Οι ξηροί βλαστοί αποτελούν εξαιρετικό καύσιμο, ενώ η στάχτη που απομένει έχει υψηλή περιεκτικότητα σε κάλιο.

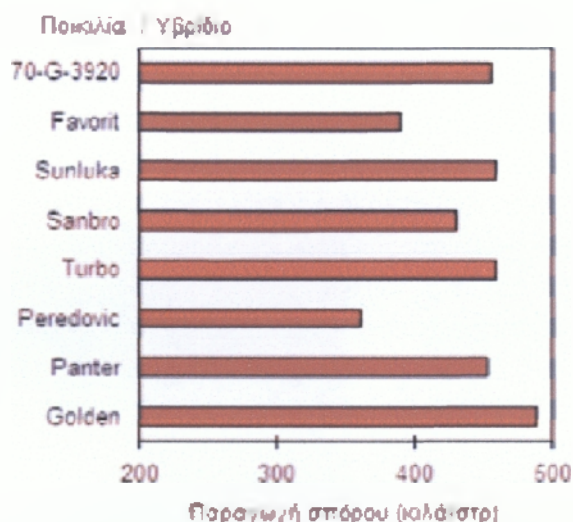
3.7.3. Ζωοτροφή.

Μετά την εξαγωγή του ελαίου, η πούλπα που απομένει, αποτελεί ζωοτροφή υψηλής θρεπτικής αξίας με 20-30% περιεκτικότητα σε ακατέργαστη πρωτεΐνη (Murphy, 1994; Αυγουλάς et al. 2001).

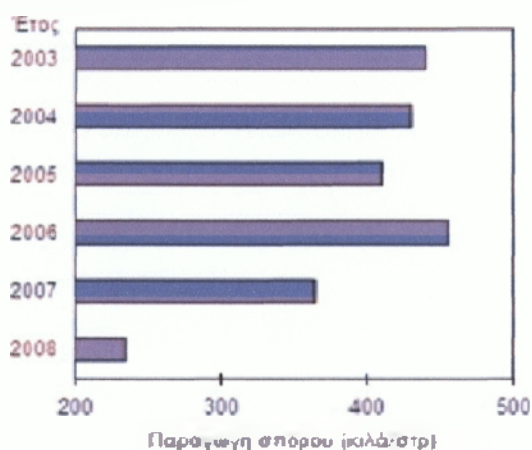
3.7.4. Αποδόσεις σε σπόρο.

Οι αποδόσεις του ηλίανθου υπό ελληνικές συνθήκες καθορίζονται κυρίως από τις κλιματολογικές συνθήκες (Σχ. 1), την εποχή σποράς, την άρδευση, την λίπανση, την επιλογή της ποικιλίας (Σχ. 2), την πυκνότητα σποράς και από το έδαφος (Σχ. 3). Πειραματικά δεδομένα έδειξαν ότι η καθυστερημένη σπορά μπορεί να αποφέρει μείωση παραγωγής από 20 έως 50%. Το δυναμικό

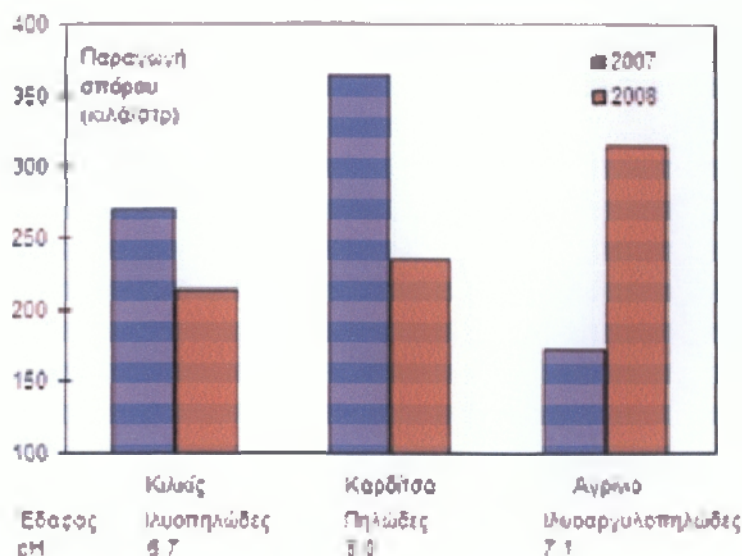
παραγωγής του ηλίανθου στην Ελλάδα είναι 450–500 κιλά/στρ. Σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα από τρεις νομούς (Κιλκίς, Καρδίτσα, Αγρίνιο) τα καλλιεργητικά έτη 2007 και 2008 (όχι ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες) οι παραγωγικότητες, σε μέτρια αρδευόμενους και λιπασμένους αγρούς, κυμάνθηκε από 240–370 κιλά/στρ, ενώ σε ξηρικούς αγρούς η απόδοση ήταν 60–90 κιλά/στρ (οι απώλειες από τα πουλιά μείωσαν περαιτέρω την παραγωγή κατά 45% στο Κιλκίς, 30% στην Καρδίτσα και 53% στο Αγρίνιο). Ο δείκτης συγκομιδής της καλλιέργειας (harvest index) κυμαίνεται από 25–35%, ανάλογα με την ποικιλία και το περιβάλλον.



Σχήμα 6. Αξιολόγηση 8 ποικιλιών/υβριδίων ηλίανθου, κάτω από τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες.



Σχήμα 7. Η μεταβολή στην απόδοση του ηλίανθου σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες στην Καρδίτσα κάτω από τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες. Το έτος 2007 επικράτησε καύσωνας ενώ το 2008 παρατεταμένη ανομβρία.



Σχήμα 8. Απόδοση ηλίανθου στο Κιλκίς, την Καρδίτσα και το Αγρίνιο το 2007 - 2008.

3.7.5. Λάδι ηλίόσπορου - Χαρακτηριστικά βιοντίζελ.

Πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί ποικιλίες υψηλών ελαιούχων αποδόσεων, των οποίων το λάδι παρουσιάζει υψηλή αντιοξειδωτική σταθερότητα και καλύτερες διατροφικές ιδιότητες από τους σταθερούς γενότυπους. Ο ηλίανθος είναι μια πλούσια πηγή φυτικού ελαίου με μεγάλη περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα κυρίως παλμιτικό, στεατικό, ελαϊκό και λινελαϊκό. (Fuller, Diamond & Applewhite, 1967). Το ελαϊκό και λινελαϊκό οξύ αποτελούν το 85-90% των συνολικών λιπαρών οξέων των σπόρων (Kilman & Earle, 1964; Lagravere, Kleiber & Dayde, 1998; Murphy, 1994). Η αναλογία τους εξαρτάται από τον γενότυπο και τις κλιματικές συνθήκες. Η μέση περιεκτικότητα ολόκληρου του σπόρου σε λάδι είναι 40-50% και του ενδοσπερμίου 50-60%. Η υψηλή ποιότητα λόγω της σύνθεσης των λιπαρών οξέων και οι θετικές εξελίξεις στις τεχνολογίες επεξεργασίας καθιστούν το ηλιέλαιο ενδιαφέρουσα πηγή βιοκαυσίμων. Στο μέλλον μπορεί να εξασφαλιστεί η χρήση των φυτικών ελαίων ως καυσίμων σε κινητήρες diesel ή σε καυστήρες θέρμανσης, είτε με προσαρμογή εξαρτημάτων στους κινητήρες, είτε με προσαρμογή ιδιοτήτων των φυτικών ελαίων με κατάλληλη επεξεργασία (μετεστεροποίηση, πυρόλυση), ή κατόπιν δημιουργίας προσμίξεων με συμβατικό καύσιμο diesel, σε διμερή μίγματα, ή με προσθήκη πτητικού διαλύτη και παρασκευή μικρογαλακτωμάτων, εξασφαλίζοντας την παραγωγή καυσίμων με αποδεκτές φυσικές και χημικές ιδιότητες (Γερονικολού, 2004).

Το λάδι που εξάγεται από τον ηλιόσπορο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο για την παραγωγή βιοντίζελ, διότι δεν πληροί τις προϋποθέσεις που έχει θεσπίσει η Ε.Ε., (ο αριθμός ιωδίου κυμαίνεται από 123–125 όταν το ανώτατο όριο είναι 120 σύμφωνα με την οδηγία EN 14214). Χρησιμοποιείται όμως για την παραγωγή βιοντίζελ σε μίγμα με άλλα λάδια χαμηλότερου αριθμού ιωδίου ή ζωικά λίπη. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά δυο υβριδίων ηλιόσπορου που καλλιεργήθηκαν για την παραγωγή βιοντίζελ.

Χαρακτηριστικά ηλιόσπορου	Florigen	Panter
Υγρασία		7–9 %
Ξένες ύλες		2–6 %
Ελαιοπεριεκτικότητα	40.8 %	41.8%
Οξύτητα λαδιού (ως λαϊκό οξύ)	3.5 %	5.2%
Πρωτεΐνες σπόρου	18.7 %	19.6%
Πρωτεΐνη ηλιάλευρου (πίτας)	30.1 %	31.8%
Θερμική αξία (MJ/kg)		33–39
Ειδικό βάρος σπόρου (kg/lit)		0.40

Πίνακας 5: Βασικά χαρακτηριστικά δυο υβριδίων ηλιόσπορου για παραγωγή βιοντίζελ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΑΠΟ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ – ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ & ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

4.1. Περίληψη αγρονομικών παραμέτρων.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν γενικά παρόμοιες καλλιεργητικές φροντίδες με τις παραδοσιακές καλλιέργειες. Η απόκτηση σχετικής εμπειρίας από τον παραγωγό συμβάλει ουσιαστικά στην καλύτερη διαχείριση της συγκεκριμένης καλλιέργειας. Οι ενδιαφερόμενοι παραγωγοί κατά την επιλογή και εγκατάσταση μιας ενεργειακής καλλιέργειας θα πρέπει να προσέχουν τα παρακάτω:

- ✓ Επιλογή υψηλής ποιότητας υγιών σπόρων με βλαστική ικανότητα >90%
- ✓ Επιλογή ποικιλίας κατάλληλης / προσαρμοσμένης για το μικροκλίμα της συγκεκριμένης περιοχής
- ✓ Εφαρμογή άρδευσης στα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης
- ✓ Σπορά στον κατάλληλο χρόνο και στη σωστή πυκνότητα
- ✓ Εφαρμογή λίπανσης σύμφωνα με τις εδαφολογικές αναλύσεις προ της σποράς και το στόχο απόδοσης της καλλιέργειας.
- ✓ Τοποθέτηση λιπασμάτων σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του φυτού.
- ✓ Καταπολέμηση ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών.
- ✓ Εκτέλεση λοιπών φροντίδων με γνώμονα τον αναλυτικό οδηγό κάθε καλλιέργειας

Αγριοαγκινάρα

Είδος φυτού	C3
Καλλιέργεια	Πολυετής
Περίοδος καλλιέργειας	Χειμερινή
Εμπορικό προϊόν	Βιομάζα, σπόρος
Κυριότερες χρήσεις	Στερεό καύσιμο (θέρμανση, ηλεκτρισμός) Βιοντίζελ, ζωοτροφή
Δυναμικό παραγωγής	15 τ/στρ (χλ. βιομάζα) 3,2 τ/στρ (ξηρή βιομάζα) 480 κλά σπόρο/στρ
Μέσες αποδόσεις	5–10 τ/στρ (χλ. βιομάζα) 1–2 τ/στρ (ξηρή βιομάζα) 70–330 κλά σπόρο/στρ
Ύψος	Έως 3,5 μέτρα
Εποχή σποράς	1/9 έως 15/11 και 1/3 έως 30/4
Εποχή συγκομιδής	1/6 έως 1/7 : ζωοτροφή 15/7 έως 15/9 : ξηρή ουσία
Άρδευση	Συνήθως όχι
Λίπανση (μονάδες N)	0–6
Βασική θερμοκρασία (°C)	6–8
Αρχικό στάδιο θερμ. (°C)	>15
Άριστη θερμοκρασία (°C)	25
Αποστάσεις φύτευσης	75 × 25 εκατ.
Ποσότητα σπόρου	270 γραμ/στρ
Βάρος 1000 σπόρων	40 γραμ.
Ειδικό βάρος σπόρου	0,7 κλά/λίτρο

Πίνακας 6. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας αγριοαγκινάρας από αγρονομικής πλευράς.

Ηλίανθος

Είδος φυτού	C3
Καλλιέργεια	Ετήσια
Περίοδος καλλιέργειας	Εαρινή
Εμπορικό προϊόν	Σπόρος
Κυριότερες χρήσεις	Βιοντίζελ, ζωοτροφή
Δυναμικό παραγωγής	500 κιλά/στρ σε σπόρο
Μέσες αποδόσεις	80–350 κιλά σπόρο/στρ
Ύψος	Έως 2.2 μέτρα
Εποχή σποράς	15/3 έως 25/5
Εποχή συγκομιδής	1/8 έως 20/9
Άρδευση	300–450 χιλιοστά 3–4 εφαρμογές
Λίπανση (μονάδες N)	6–10
Βασική θερμοκρασία (°C)	4–8
Αρχικό στάδιο θερμ. (°C)	>15
Άριστη θερμοκρασία (°C)	30
Αποστάσεις φύτευσης	75 × 20 εκατ.
Ποσότητα σπόρου	550 γραμ/στρ
Βάρος 1000 σπόρων	65 γραμ.
Ειδικό βάρος σπόρου	0,4 κιλά/λίτρο

Πίνακας 7. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας ηλίανθου από αγρονομικής πλευράς.

4.2. Σύγκριση καλλιεργειών – Υπάρχουσα κατάσταση.

Η αγριοαγκινάρα ως πολυετής και χειμερινή καλλιέργεια υπερέχει έναντι της ετήσιας καλοκαιρινής καλλιέργειας ηλίανθου, διότι παράγει μεγάλη ποσότητα ξηρής βιομάζας υψηλής ενεργειακής αξίας με τις χαμηλότερες εισροές.

Πιο αναλυτικά, η αγριοαγκινάρα σπέρνεται μια φορά στα 10 χρόνια, κάνει άριστη χρήση των χειμερινών βροχοπτώσεων (δεν απαιτεί άρδευση τους

καλοκαιρινούς μήνες), προφυλάσσει το έδαφος από διάβρωση και έκπλυση νιτρικών στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα, δεν επιβαρύνει το έδαφος με αγροχημικά, συνεισφέρει στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (μηδαμινές μηχανικές επεμβάσεις δηλαδή εκροές και μεγάλες δυνατότητες δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα καθώς φωτοσυνθέτει για διάρκεια δμηνών), αλλάζει το μικροπεριβάλλον της περιοχής (μείωση θερμοκρασίας από συνεχόμενη διαπνοή των φύλλων, πλήρης δέσμευση νερού της βροχής καθώς το έδαφος είναι πλήρως καλυμμένο, αλλαγή του κύκλου αζώτου από την πτώση φύλλων ροζέτας) και βελτιώνει τη δομή του εδάφους. Επίσης, βρίσκει ποικίλες βιομηχανικές εφαρμογές, όπως παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας (κυρίως πέλλετς), βιοντίζελ, παραγωγή ζωοτροφής, ενώ υπάρχουν ήδη μονάδες μεταποίησης που λειτουργούν. Η αγριοαγκινάρα είναι ιδανική για τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Ελλάδας.

	ΓΑΛΛΙΑ	ΕΛΛΑΔΑ	ΙΣΠΑΝΙΑ	ΙΤΑΛΙΑ
Τρόπος Καλλιέργειας	Μη Αρδευόμενο	Μη Αρδευόμενο	Μη Αρδευόμενο	Αρδευόμενο κατά την εγκατάσταση
Μέση Παραγωγικότητα (τόνοι/εκτάριο/έτος)	15,0	15,0	15,0	9,4
Ενοίκιο Εδάφους	7,83	10,87	8,70	24,28
Εργασία	5,29	2,57	2,91	9,71
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	2,55	2,53	2,69	5,01
Κόστος Υλικών	12,84	12,90	13,64	21,80
Κόστος Παραγωγής	28,51	28,87	27,94	60,80
Συγκομιδή και αποθήκευση	13,99	10,13	9,44	17,84
Μεταφορά	4,51	5,20	4,98	4,77
Συνολικό κόστος	47,01	44,20	42,36	83,4

Πίνακας 8: Ετήσιο ισοδύναμο κόστος παραγωγής, συγκομιδής και μεταφοράς αγριοαγκινάρας (€/τόνο ξηρής βιομάζας).

Ο ηλιανθος αποτελεί μια γνώριμη καλλιέργεια κυρίως για την Β. Ελλάδα, πλεονεκτεί στο γεγονός ότι είναι φυτό μικρού βιολογικού κύκλου, ταιριάζει άριστα σε συστήματα αμειψισποράς και έχει διαμορφωμένη αγοραστική δύναμη (βιομηχανική υποστήριξη). Μειονεκτεί στο γεγονός ότι η πρόσδοδος του γεωργού (απόδοση × τιμή πώλησης) είναι σαφώς μικρότερη από τις άλλες παραδοσιακές καλοκαιρινές καλλιέργειες, όπως για παράδειγμα το βαμβάκι και το καλαμπόκι.

	Ελαιοκράμβη Αρδευ.	Ελαιοκράμβη Ξηρ.	Ηλιανθος Αρδευ.	Ηλιανθος Ξηρ.
Αποδόσεις (κιά/στρ)	350	180	350	175
Ενοίκιο εδάφους	30,00	9,00	30,00	9,00
Προετοιμασία Εδάφους	16,00	16,00	16,00	16,00
Καταπολέμηση εχθρών	11,00	11,00	8,25	8,25
Λίπανση	17,30	17,30	4,00	4,00
Σπορά	14,50	14,50	9,70	9,70
Άρδευση	10,00		10,00	
Συγκομιδή	9,00	9,00	9,00	9,00
Κόστος Παραγωγής (€/στρ)	107,80	76,80	86.95	55.95
Κόστος Παραγωγής (€/τόνο)	308	427	248	320

Πίνακας 9: Κόστος παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών για παραγωγή βιοντίζελ.

Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα των ερευνών στη χώρα μας, οι παραγωγικότερες ενεργειακές καλλιέργειες είναι το καλάμι, η αγριαγκινάρα και το γλυκό και ινώδες σόργο, με δυναμικό που ξεπερνά τους 3 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα. Σχετικά με το παραγόμενο προϊόν, από τις ετήσιες καλλιέργειες το γλυκό σόργο είναι το πλέον υποσχόμενο είδος για παραγωγή

βιοαιθανόλης και ο ηλίανθος για παραγωγή βιοντίζελ. Από τις πολυετείς καλλιέργειες, το καλάμι και η αγριαγκινάρα ενδείκνυνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για θέρμανση (πελλέτες), καλλιεργούμενα σε εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη νερού και ξηρικά-χαμηλής γονιμότητας, αντίστοιχα. Οι στρεμματικές αποδόσεις σε υγρά και στερεά καύσιμα για τις διάφορες καλλιέργειες στην χώρα μας, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (πηγή Κ.Α.Π.Ε.).

Βιοκαύσιμο	Καλλιέργεια	Απόδοση (κιά/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (κιά/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρέμμα)
Βιοντίζελ	Ηλίανθος	120 - 210	40 - 70	43 - 75
	Ελαοκράμβη	120 - 250	40 - 83	43 - 90
	Βαμβάκι	120 - 160	17 - 23	18 - 25
	Σόγια	160 - 240	27 - 41	29 - 44
Βιοαιθανόλη	Σιτάρι	150 - 800	36 - 190	45 - 240
	Αραβόσιτος	900	213	270
	Ζαχαρότευτλα	6 000	475	600
	Γλυκό σόργο	7 000 - 10 000	553 - 790	675 - 900

Πίνακας 10. Στρεμματικές αποδόσεις στην Ελλάδα φυτών για παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων, σε πρώτη ύλη και καύσιμο.

Καλλιέργεια	Θερμογόνος δύναμη (MJ/Kg)	Απόδοση σε ξηρή βιομάζα (κιά/στρέμμα)	Ενεργειακό δυναμικό (TIP/στρέμμα)*
Ευκάλυπτος	19,0	1 800 - 3 200	0,8 - 1,3
Ψευδακκία	19,4	240 - 1 340	0,1 - 0,6
Καλάμι	18,6	2 000 - 3 000	0,9 - 1,3
Μίσχανθος	17,3	300 - 3 300	0,3 - 1,2
Αγριοαγκινάρα	14,5	1700 - 3 300	0,6 - 1,1
Switchgrass	17,4	2 600	1,1

* TIP = Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου

Πίνακας 11: Στρεμματικές αποδόσεις στην Ελλάδα φυτών για παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων, σε πρώτη ύλη και ενεργειακό τους περιεχόμενο.

4.2.1. Εκτάσεις ενεργειακών καλλιεργειών το 2009.

Στοιχεία για τις ενεργειακές καλλιέργειες υπάρχουν από τα συμβόλαια καλλιέργειας ενεργειακών φυτών που κατατέθηκαν στον ΟΠΕΚΕΠΕ. Σύμφωνα με αυτά, οι μεγαλύτερες εκτάσεις που καλλιεργήθηκαν το 2009 με ενεργειακές καλλιέργειες είναι:

- Θεσσαλονίκη: δηλωθείσα έκταση 1.963,69 εκτάρια, ελεγχείσα έκταση 1.770,61 εκτάρια
- Σερρών: δηλωθείσα έκταση 2.674,47 εκτάρια, ελεγχείσα έκταση 2.632,83 εκτάρια
- Έβρου: δηλωθείσα έκταση 1.552,93 εκτάρια, ελεγχείσα έκταση 1.529,20 εκτάρια
- Ορεστιάδα: δηλωθείσα έκταση 15.624,45 εκτάρια, ελεγχείσα έκταση 15.575,16 εκτάρια
- Ξάνθη: δηλωθείσα έκταση 1.119,52 εκτάρια, ελεγχείσα έκταση 1.102,30 εκτάρια
- Δράμα: δηλωθείσα έκταση 597,03 εκτάρια, ελεγχείσα έκταση 584,50 εκτάρια (Παϊσιάδης, 2010).

4.3. Προοπτικές.

Ασύμφορη είναι για τους αγρότες η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, αν δεν ληφθούν συμπληρωματικά μέτρα ενίσχυσής τους. Αυτό είναι το βασικό συμπέρασμα μελέτης που εκπόνησε για λογαριασμό της ΠΑΣΕΓΕΣ και παρουσίασε το Ινστιτούτο Αγροτικής και Συνεταιριστικής Οικονομίας (ΙΝΑΣΟ).

Σύμφωνα με τους μελετητές, το κριτήριο για το ύψος στο οποίο θα κινηθεί η παραγωγή ενεργειακών φυτών τα επόμενα χρόνια είναι οι υποχρεώσεις που έχει αναλάβει η χώρα μας, τόσο για το ποσοστό βιοκαυσίμων στο σύνολο των καυσίμων που καταναλώνει, όσο και το ποσοστό των Ανανεώσιμων Πηγών στο ενεργειακό ισοζύγιο. Με βάση τα δεδομένα αυτά και την, ανά καλλιεργούμενο είδος, απαιτούμενη επιδότηση, προκύπτει η ανάγκη να "κατευθύνονται" συνολικά περί τα 190 εκατ. ευρώ το χρόνο για την ενίσχυση του τομέα. Εάν, δε, αφαιρεθούν τα ποσά που δίνονται και σήμερα ως στρεμματική ενίσχυση (4,5 ευρώ ανά στρέμμα) και εκείνα που θα εξοικονομήσει η χώρα από την πληρωμή

μικρότερων "δικαιωμάτων ρύπων", το συνολικό απαιτούμενο ποσό φτάνει τα 130 εκατ. ευρώ το χρόνο.

Σύμφωνα με την ΠΑΣΕΓΕΣ, οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να καταστούν ελκυστικές για ορισμένες περιοχές που ικανοποιούν τις σχετικές απαιτήσεις και ταυτόχρονα αντιμετωπίζουν πρόβλημα από την εγκατάλειψη παραδοσιακών καλλιεργειών. Απαιτείται, όμως, εθνική πολιτική που να προβλέπει συγκεκριμένες ενισχύσεις για τους παραγωγούς, καθώς, όπως αποδεικνύει η μελέτη, για όλες τις ενεργειακές καλλιέργειες η αγορά δεν καλύπτει το κόστος παραγωγής.

Από τη συνολικά διαθέσιμη, ανά την επικράτεια, έκταση των ≈ 6 εκ. στρεμμάτων για ενεργειακή γεωργία, η μελέτη υπολόγισε ότι τουλάχιστον το 60% ($\approx 3,7$ εκατ. στρέμματα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν παραγωγικά και αποδοτικά, για να καλυφθούν οι ποσοτικοί ενεργειακοί στόχοι της χώρας μας για το 2010, όσον αφορά τα βιοκαύσιμα και την ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα. Οι στόχοι αυτοί έχουν αναληφθεί στα πλαίσια Κοινοτικών Οδηγιών, όπως είναι η Οδηγία 2003/30/EK για τα βιοκαύσιμα (5,75% συμμετοχή των βιοκαυσίμων στο σύνολο των καυσίμων για τις μεταφορές, το 2010) και η Οδηγία 2001/77/EK για την ηλεκτροπαραγωγή από Α.Π.Ε. (1,2% συμμετοχή της βιομάζας στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας, το 2010).

Η κάλυψη των ως άνω ενεργειακών στόχων της χώρας μας για το 2010, σε συνδυασμό με τις απαιτούμενες για το σκοπό αυτό εκτάσεις ενεργειακών καλλιεργειών ($\approx 3,7$ εκατ. στρέμματα), οδηγούν στη δυνατότητα υλοποίησης και αποδοτικής λειτουργίας των ακόλουθων μονάδων βιομετατροπής:

- i) πέντε (5) μονάδων παραγωγής βιοντίζελ
- ii) τριών (3) μονάδων παραγωγής βιοαιθανόλης,
- iii) εννέα (9) μονάδων ηλεκτροπαραγωγής.

Η μελέτη προχώρησε σε ενδεικτική χωροθέτηση των ως άνω μονάδων ανά την επικράτεια, με βάση της εν δυνάμει διαθέσιμες, ανά νομό, εκτάσεις για ενεργειακές καλλιέργειες και τις αντίστοιχες στρεμματικές τους αποδόσεις.

4.3.1. Οικονομική αποτίμηση.

Η σύζευξη των τεχνικοοικονομικών δεδομένων και των παραμέτρων βιωσιμότητας των δύο βασικών πόλων της βιοενέργειας, δηλ. αφ' ενός της

ενεργειακής καλλιέργειας (αγρότες), αφ' ετέρου της μονάδας βιομετατροπής (επενδυτές), καθιστά δυνατή τη δημιουργία μίας αποδοτικής εφοδιαστικής/τεχνολογικής «αλυσίδας» και μίας βιώσιμης ενεργειακής αγοράς. Επίσης, καθορίζει μία εύλογη, για όλα τα συμβαλλόμενα μέρη της αλυσίδας αυτής (γεωργούς-προμηθευτές-επενδυτές), τιμή πώλησης της παραγόμενης ενεργειακής πρώτης ύλης, τόσο στον αγρό, όσο και στην πόρτα της μονάδας μετατροπής της σε τελικά ενεργειακά προϊόντα.

Η μελέτη (ΙΝΑΣΟ, 2007) προσδιόρισε, την αναγκαία επιδότηση στους αγρότες/παραγωγούς, για την υλοποίηση βιώσιμων επιχειρηματικών σχεδίων, με εύλογο ύψος εισοδήματος τόσο για τους ίδιους, όσο και για τους επενδυτές/ιδιοκτήτες των μονάδων βιομετατροπής.

Ειδικότερα:

- για τους αγρότες/παραγωγούς, τέθηκε ως απαίτηση να διατηρήσουν τουλάχιστον το ίδιο καθαρό εισόδημα (αναγόμενο σε €/στρέμμα) που έχουν σήμερα με την – υπό αναδιάρθρωση – συμβατική καλλιέργεια που καλλιεργούν, όταν θα την αντικαταστήσουν με την ενεργειακή καλλιέργεια που θα τροφοδοτεί τη δεδομένη μονάδα βιομετατροπής.
- για τους επενδυτές/ιδιοκτήτες, ο Βαθμός Εσωτερικής Απόδοσης - IRR των επενδύσεών τους (υλοποίηση και λειτουργία των μονάδων βιομετατροπής) τέθηκε ίσος με $\approx 15\%$.

Στην περίπτωση των βιώσιμων επιχειρηματικών σχεδίων προσδιορίσθηκε, ανά περίπτωση, η καθαρή, εν δυνάμει πρόσοδος για τους αγρότες και εκτιμήθηκαν, κατά περίπτωση:

- το ύψος της απαιτούμενης στρεμματικής επιδότησης (Εεν) που αναφέρεται στην ενίσχυση προς τους παραγωγούς για την υποκατάσταση της εκάστοτε υποκαθιστώμενης συμβατικής καλλιέργειας, με την αντίστοιχη ενεργειακή. Για την υποκατάσταση του μαλακού σιταριού, σκληρού σιταριού, καπνού, βαμβακιού, καλαμποκιού και τεύτλων π.χ. με ηλίανθο, υπολογίσθηκε ότι απαιτείται στρεμματική επιδότηση από 5,82 έως 34,87 Ευρώ ανά στρέμμα.
- η διαφορική επιδότηση ανά στρέμμα (Δ.Ε.) για το σύνολο των εκτάσεων συμβατικών καλλιεργειών που υποκαθιστώνται από ενεργειακές καλλιέργειες, για την πλήρη τροφοδοσία με πρώτη ύλη μίας «τυπικής» μονάδας βιομετατροπής.

4.3.2 Βασικές κατευθύνσεις ενός βραχυμεσοπρόθεσμου σχεδίου δράσης για την προώθηση της ενεργειακής γεωργίας στην Ελλάδα.

Τα κύρια τεχνικοοικονομικά συμπεράσματα της μελέτης (ΙΝΑΣΟ, 2007), διαμορφώνουν ευκρινώς ένα συγκροτημένο πλαίσιο στρατηγικών κατευθύνσεων και αναγκαίων δράσεων πρώτης προτεραιότητας για την αποτελεσματική ανάπτυξη της ενεργειακής γεωργίας στη χώρα μας. Το πλαίσιο αυτό εδράζεται σε τρεις (3) βασικές κατευθύνσεις:

- την παροχή ικανοποιητικών οικονομικών κινήτρων για τη βιοενέργεια.
- τη συνεργιστική δράση των εμπλεκόμενων φορέων (Πολιτείας-Αυτοδιοίκησης-αγροτών-συνεταιρισμών), για τη βελτίωση των κρίσιμων τεχνικοοικονομικών παραμέτρων της εφοδιαστικής και τεχνολογικής αλυσίδας της βιομετατροπής.
- το σχεδιασμό/υλοποίηση ολοκληρωμένων προγραμμάτων ενημέρωσης, κατάρτισης και τεχνικής υποστήριξης του αγροτικού κόσμου και των φορέων του στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών.

Προς τούτο, οι Αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις (Α.Σ.Ο.) πρέπει να δραστηριοποιηθούν σε προγράμματα κατάρτισης, ενημέρωσης και τεχνικής υποστήριξης του αγροτικού κόσμου, ο οποίος θα κληθεί να στηρίξει τη σημαντική ανάπτυξη της ενεργειακής γεωργίας μεσοπρόθεσμα.

Ενδεικτικά προτεινόμενα μέτρα είναι:

- η δημιουργία μόνιμης διεύθυνσης στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Υ.Α.Α.Τ.) και στην ΠΑΣΕΓΕΣ για την παρακολούθηση των σχετικών εξελίξεων στον τομέα της βιοενέργειας στην Ελλάδα
- τη δημιουργία συγκεκριμένων δράσεων κατάρτισης (επιμόρφωση, πρακτική άσκηση, κατάρτιση ανθρώπινου δυναμικού, διαρκής εκπαίδευση, κλπ.), μέσω του συντονισμού των πλέον κατάλληλων, θεσμοθετημένων φορέων πανελλαδικής εμβέλειας, και συγκεκριμένα: του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (σε συνδυασμό με το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας – ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), και του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Οι δύο παραπάνω θα αποτελέσουν τους κύριους φορείς κατάρτισης/εκπαίδευσης, έρευνας και τεχνικής υποστήριξης στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών ενώ, κατά περίπτωση, η κατάρτιση αυτή μπορεί να

εξειδικεύεται και με άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα (π.χ. Ε.Μ.Π., Α.Π.Θ., κλπ.), τεχνολογικούς φορείς (π.χ. ΕΙΤΧΗΔ, κλπ.) αλλά και Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α. ή τις Αναπτυξιακές τους εταιρείες) ή, ακόμα, και με μεμονωμένες Αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις (Α.Σ.Ο.).

Οι κυριότερες παράμετροι στις οποίες πρέπει να αποδοθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον και προσοχή, ώστε να βελτιωθεί η βιωσιμότητα/ανταγωνιστικότητα του όλου εγχειρήματος της ενεργειακής γεωργίας στην Ελλάδα, είναι:

- 1) Από την πλευρά των αγροτών/παραγωγών, η βελτιστοποίηση του κυκλώματος παραγωγή-διακίνησης / μεταφοράς προεπεξεργασίας / θρυμματισμού των ενεργειακών Α' υλών, δηλ. του συνόλου της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- 2) Από την πλευρά των επενδυτών/ιδιοκτητών των μονάδων βιομετατροπής, η βελτίωση της τεχνολογικής διεργασίας της βιομετατροπής, δηλ. η αύξηση του σχετικού βαθμού απόδοσης. Για τη βελτίωση της τεχνολογικής διαδικασίας (βαθμού απόδοσης), η υιοθέτηση αποδοτικότερων τεχνολογιών βιομετατροπής, όπως π.χ. νέων και βελτιωμένων τεχνολογιών καύσης και αεριοποίησης βιομάζας, παραγωγής βιοκαυσίμων 2ης γενιάς, κ.α. απαιτεί τη θέσπιση ισχυρών πρόσθετων κινήτρων από την πλευρά της Πολιτείας.

Τέτοια κίνητρα μπορεί να είναι:

- α) η αύξηση του ποσοστού δημόσιας επιχορήγησης επί του κεφαλαιουχικού κόστους επενδύσεων ειδικά σε νέες και βελτιωμένες τεχνολογίες βιομετατροπής (π.χ. από 40% σε 50-60%, στα πρότυπα του αυξημένου ποσοστού επιχορήγησης που θέσπισαν τα Μέτρα 2.1.3 και 6.5 του ΕΠΑΝ/Γ' ΚΠΣ για φωτοβολταϊκές και μη-συμβατικές ηλιοθερμικές τεχνολογίες /εφαρμογές)
- β) το αυξημένο ποσοστό χρηματοδότησης προγραμμάτων έρευνας, επίδειξης και ανάπτυξης νέων τεχνολογιών βιομετατροπής (στα πρότυπα του ΠΑΒΕ/Γ' ΚΠΣ), ειδικότερα δε τεχνολογιών που προσιδιάζουν σε εγχώριους τύπους βιομάζας με αυξημένο ενδιαφέρον ως ενεργειακές πρώτες ύλες (αγριοαγκινάρα, ηλίανθος, σόργο, κ.λ.π.), και
- γ) η θέσπιση προτύπων, προδιαγραφών και κινήτρων (όπως η αποφορολόγηση) που θα ευνοούν την παραγωγή και διάθεση στην αγορά προϊόντων

βιομετατροπής αναβαθμισμένης ποιότητας και απόδοσης (π.χ. βιοκαυσίμων 2ης γενιάς, κ.α.).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Andrade, F.H. (1995). Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. *Field Crops Res.* 41, 1-12.

Αυγουλάς, Χ., Ποδηματάς, Κ., & Παπαστυλιανού, Π. (2001). *Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.

Αυγουλάς, Χ. (2008). *Σημειώσεις για τα Ελαιούχα και Κλωστικά Φυτά*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, σελ.19.

Archontoulis, S.V., Danalatos, N.G., Yin, X., & Struik, P.C., (2008a). *Leaf photosynthesis and respiration of Cynara cardunculus*. Proceeding of the 16th Biomass conference. Valencia, Spain (in press).

Archontoulis, S.V., Danalatos, N.G., Struik, P.C., Vos, J., & Yin, X. (2008b). *Agronomy of Cynara cardunculus growing in an aquic soil in central Greece*. Proceedings of the International conference on Agricultural Engineering, Crete, Greece, pp.1-15.

Bailey, L.H., Bailey, E.Z. (1976). *Hortus Third - A concise Dictionary Of Plants Cultivated In The United States And Canada*. New York: Macmillan Publishers.

Bange, M.P., Hammer, G.L. & Rickert, K.G. (1997). Environmental control of potential field of sunflower in the subtropics. *Aust. J. Agric. Res.* 48, 231-240.

Basnizki, Y., Zohary, D. (1994). *Breeding of seed planted artichoke*. *Pl. Breed. Rev.* 12, 253-269.

Barros, J.F.C., De Carvalho, M., & Basch, G. (2003). Response of sunflower to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. *European J. Agronomy* (Article in Press), xx, 1-10.

Γαλανοπούλου-Σενδούκα, Σ. (2002). *Βιομηχανικά Φυτά. Βαμβάκι και υπόλοιπα Κλωστικά, Ελαιοδοτικά, Ζαχαρότευτλα, Καπνός*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλης.

Γερονικολού, Λ. (2004). *Μεταπτυχιακή Διατριβή: «Πειραματική μελέτη παραγωγής φυτικού λαδιού από τέσσερις ποικιλίες ηλίανθου με σκοπό την χρήση του ως καύσιμο»*, του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής του Γ.Π.Α., Αθήνα.

Cirilo, A.G., & Andrade, F.H. (1994). Sowing date and maize productivity. II. Kernel number determination. *Crop Sci.*, 34, 1044-1046.

Curt, M.D., Sanchez, G., & Fernandez, J. (2002). The potential of *Cynara cardunculus* for seed oil production in a perennial cultivation system. *Biomass & Bioenergy*, 23, 33-46.

Danalatos, N.G., Skoufogianni, E., Giannoulis, K., & Archontoulis, S.V. (2007). *Responses of Cynara Cardunculus to irrigation and N-fertilization in central Greece*. Proceedings of the 15th European Biomass Conference, Berlin, German (in press).

Danalatos, N.G. (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, pp.1-4.

Fedrizzi, M., Pari, L., Curt, M., Marquez, L., & Fernandez, J. (2007). *Strategies for the mechanical harvest of cynara*. Proceedings of the 15th European Biomass Conference, Berlin, German (in press).

Fernandez, J., Curt, M.D., & Aguado, P.L. (2006). Industrial applications of *Cynara cardunculus* L. for energy and other uses. *Industrial Crops and Products*, 24, 222–229.

Foti, S., Mauromicale, G., Raccuia, S. A., Fallico, B., Fanella, F. & Maccarone, E. (1999). Possible alternative utilization of *Cynara* spp.: I. Biomass, grain yield and chemical composition of grain, *Industrial Crops and Products*, Volume 10, Issue 3, November 1999, Pages 219-228.

Franco, J.A. (1984). *Nova Flora De Portugal, vol. II*, Lisboa : Cambridge University Press.

Francois, L.E. (1996). Salinity effect on the four sunflower hybrids. *Agron. J.* 88, 215-219.

Fuller, M., Diamond, J., & Applewhite, T. (1967). High oleic sunflower oil. Stability and chemical modification. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 44, 264-267.

Grammelis, P., Malliopoulou, A., Basiinas, P., & Danalatos, N.G. (2008). Cultivation and characterization of *Cynara cardunculus* for solid biofuels production in the Mediterranean region. *International Journal of Molecular Science*, 9, 1241–1258.

Hamdy, A., Lasram, M., & Lacirignola, C. (1995). Les problèmes de salinité dans la zone Mediteranee. *C.R. Acad. Agric*, 81, 47-60.

Hanegraaf, M.C., Biewinga, E.E., & Van der Bijl, G. (1998). Assessing the ecological and economic sustainability of energy crops. *Biomass and Bioenergy*, 15, 345 – 355.

Heiser, C.B. (1978). Taxonomy of *Helianthus* and origin of domesticated sunflower. In: J.F. Carter (Eds), *Sunflower Science and Technology. Agronomy Monograph No. 19*. Am. Soc. Agron., Madison, WI, (pp. 31-51). USA.

ΙΝΑΣΟ, (2007). *Ενεργειακά φυτά: Εάν δεν επιδοτηθούν δεν...συμφέρουν*.
Ανάκτηση 19/2/2011 από World Wide Web: <http://www.paseges.gr/portal>

Karaata, H. (1991). *Water-production functions of sunflower under Kirklareli conditions*, No. 28. J. of Ataturk Village Affair Research Institute, Turkey, Kirklareli.

Kilman, M.L., & Earle, F.R. (1964). Agronomic performance and chemical composition of the seed of sunflower hybrids and introduced varieties. *Crop Sci.* 4, 417-420.

Lagravere, T., Kleiber, D., & Dayde, J. (1998). Performance agronomique et conduites culturales du tournesol oléique. Réalités et perspectives. *Oléagineux Crops Gras Lipides* 5 (6), 477-485.

Larson, E.D., and Williams, R.H. (1995). Biomass Plantation Energy Systems and Sustainable Development. *In Energy as an Instrument for Socio - Economic Development*, 91-106.

Mabberley, D.J. (1987). *The Plant Book. A portable dictionary of the higher plants*. Cambridge: Cambridge University Press.

Murphy, D.J. (1994). *Designer Oil Crops, Breeding, Processing and Biotechnology*. VCH., Weinheim, Germany.

North Dakota State University (1995). Ανάκτηση 25/11/2010 από World Wide Web: <http://www.ext.nodak.edu>.

Ξανθόπουλος, Φ.Π. (1992). Οι δυνατότητες του Ηλίανθου σε ξηροθερμικές συνθήκες. *Γεωτεχνική Ενημέρωση*, 32, 31-35.

Ξανθόπουλος, Π.Φ. (1993). *Ο ηλίανθος*. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας. Ινστιτούτο Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών. Θεσσαλονίκη.

Ξανθόπουλος, Π.Φ., & Δοϊτσίνης, Γ.Α. (1994). Επιδράσεις αζώτου και καλίου σε αγρονομικά γνωρίσματα του ηλίανθου. *Πρακτικά 5ου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Ξάνθη*.

Oliaro, E. (1969). Lineamenti di una storia del carciofo. Proceedings of the 1st Cong. Int. Carciofo. Ed. *Minerva Medica*, Torino, Italy, pp.1-7.

Osman, F., & Talha, M. (1975). The effect of irrigation regime on yield and consumption of sunflower seed oil. *Egypt J. Soil Sci.*, 15, 211-218.

Παϊσιάδης, Σ. (2010). Μειώνεται ο αραβόσιτος, κερδίζουν έδαφος οι ενεργειακές καλλιέργειες, *Γεωργία - Κτηνοτροφία*, 4, 24.

Rawson, H.M., & Dunstone, R.L. (1986). Simple relationships describing the responses of leaf growth to temperature and radiation in sunflower, *Aust. J. Plant Physiol*, 13, 321-327.

Sandras, V.O., Hall, A.J., Trapani, N., & Vilella, F. (1989). Dynamics of rooting and root length: leaf area relationships as affected by plant population in sunflower crops. *Field Crops Res.*, 28, 17-37.

Seiler, G.J. (1992). Introduction. *Field Crops Res.*, 30, 191-194.

Shell, G.S.G., & Lang, A.R.G. (1976). Movements of sunflower leaves over a 24-h period. *Agric. Meteorol.*, 16, 161-170.

Σκαράκης, Γ. (2002, 2003). *Πρόγραμμα Διαμόρφωσης Ποικιλιών*. Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, μη δημοσιευμένα αποτελέσματα.

Škorič, D. (1992). Achievements and future directions of sunflower breeding. *Field Crops Res.*, 30, 231-270.

Stone, L.R., Schlege, A.J., Gwin, R.E., & Khan, A.H. (1996). Response of corn, grain sorghum and sunflower to irrigation in the high plains of Kansas. *Agric. Water Manage.*, 30, 251-259.

Tutin, T.G. (1976). *Flora Europea, vol. IV*. Cambridge: Cambridge University Press.

Unger, P.W. (1983). Irrigation effects on sunflower growth development and water use. *Field Crops Res.* 3, 181-194.

Venturi, P., & Venturi, G. (2003). Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. *Biomass and Bioenergy*, 25, 235 – 255.

Wikipedia, (xx). *Cynara*. Ανάκτηση 22/2/2011 από World Wide Web: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cynara>

Wiklund, A. (1992). The genus *Cynara* L. (Asteraceae). *Bot. J. Linnean Soc.* 109, 75–123.

Χρήστου, Μ., Αλεξοπούλου, Ε., Λυχαράς, Β., & Νάματοβ, Ε. (2006). *Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο*. Ανάκτηση 20/4/2011 από World Wide Web: <http://www.cres.gr>.

Χρήστου, Μ., Αλεξοπούλου, Ε., Μαρδίκης, Μ., και Νάματοβ, Ε. (2005). Προοπτικές διεύθυνσης των ενεργειακών καλλιεργειών στην ελληνική γεωργία. *Πρακτικά 3ου Εθνικού Συνεδρίου για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Αθήνα.



ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Α.Π.Θ. :	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Α.Π.Σ. :	Απαιτούμενης ποσότητας σπόρου
Α.Σ.Ο. :	Αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις
ΒΒСН :	Φαινολογικά στάδια ανάπτυξης
Β.Ι. :	Βλαστική ικανότητα σπόρου
cc/στρ :	Κυβικά εκατοστά/στρέμμα
cm :	Εκατοστά του μέτρου
C : N :	Άνθρακας/άζωτο
CO :	Μονοξείδιο του άνθρακα
CO₂ :	Διοξείδιο του άνθρακα
Δ.Ε. :	Διαφορική επιδότηση (ανά στρέμμα)
Ε.Ε. :	Ευρωπαϊκή ένωση
ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. :	Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας
Ε.Ι.Τ.ΧΗ.Δ. :	Ερευνητικό Ινστιτούτο Τεχνικής Χημικών Διεργασιών
Ε.Μ.Π. :	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Ε.Π.ΑΝ. :	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα
Η.Π.Α :	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΙΝ.Α.Σ.Ο. :	Ινστιτούτο Αγροτικής και Συνεταιριστικής Οικονομίας
Ι.Ρ.Ρ. :	Internal Rate of Return (Βαθμός Εσωτερικής Απόδοσης)
Κ :	Κάλιο
Κ.Α.Π. :	Κοινή Αγροτική Πολιτική
Κ.Α.Π.Ε. :	Κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
Kcal/ημέρα :	Χιλιοθερμίδες/ημέρα
kg/ltr :	Χιλιόγραμμα/λίτρο
Κ.Π.Σ. :	Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης
K₂O :	Οξειδίου του καλίου
MJ/kg :	Μέγα Τζάουλ/Χιλιόγραμμα (Μονάδα μέτρησης Θερμικής αξίας)
N :	Άζωτο
ξ.ο :	Ξηρά ουσία
Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. :	Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων

Ο.Τ.Α. :	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
P :	Φώσφορος
Π.Α.Β.Ε. :	Πρόγραμμα Ανάπτυξης Βιομηχανικής Έρευνας
ΠΑΣΕΓΕΣ :	Πανελλήνια Συνομοσπονδία Ενώσεων Αγροτικών Συνεταιρισμών
Π.Θ. :	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
P₂O₅ :	Πεντοξείδιο του φωσφόρου
SOX :	Οξείδια του Θείου
τ/στρ :	Τόνου/στρέμμα
Υ.Α.Α.Τ. :	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
Φ.Ι. :	Φυτρωτική ικανότητα σπόρου
W/m² :	Βάττ/τετραγωνικό μέτρο (μονάδα μέτρησης έντασης ολικής ηλιακής ακτινοβολίας)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Α. Εικόνες

- Εικ. 1:** Εξέλιξη των φύλλων της αγριοαγκινάρας από το φύτευμα έως το αρχικό στάδιο της ροζέτας..... 13
- Εικ. 2:** Φαινολογικά στάδια αγριοαγκινάρας 15
- Εικ. 3:** Ταξιανθία αγριοαγκινάρας 16
- Εικ. 4:** Αριστερά, ο ρυθμός εδαφοκάλυψης της 2^{ης} καλλιεργητικής περιόδου. Δεξιά διακρίνεται η θετική επίδραση της υγρασίας του εδάφους στο ρυθμό αύξησης της καλλιέργειας..... 17
- Εικ. 5:** Η κύρια ρίζα της αγριοαγκινάρας μετρήθηκε στα 180 εκατοστά, ενώ τα ριζίδια εκτείνονταν σε βάθος 300 εκατοστών, 14 μήνες μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας..... 18
- Εικ. 6:** Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας καλυμμένη με χιόνι και η ίδια καλλιέργεια μερικές ημέρες αργότερα Ερμήτσι Καρδίτσας, Δεκέμβριος 2007.....21
- Εικ. 7:** Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας σε πετρώδες έδαφος. Αγρίνιο, Νοέμβριος 200722
- Εικ. 8:** Ανταγωνισμός της καλλιέργειας με ζιζάνια σε πρώιμο στάδιο και αγρός πλήρως απαλλαγμένος από ζιζάνια στο στάδιο της ροζέτας). Ενιπέας Φαρσάλων, Απρίλιος 200826
- Εικ. 9:** Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας τον Μάιο και τον Αύγουστο. Ερμήτσι Καρδίτσας, 200828
- Εικ.10:** Πρότυπο μαχαίρι για τη συγκομιδή σπόρου από καλλιέργεια αγριοαγκινάρας.....29
- Εικ.11:** Συγκομιδή σπόρου αγριοαγκινάρας με καλαμπομάχαιο και ηλιομάχαιο29
- Εικ.12:** Πρότυπος τρόπος συγκομιδή ξηρής βιομάζας από καλλιέργεια αγριοαγκινάρας με ένα πέρασμα (κοπή, σύνθλιψη και δεματοποίηση βιομάζας ταυτόχρονα). Αυτοκινούμενη μηχανή και παρελκόμενη μηχανή.....30

Εικ.13: Δεματοποίηση βιομάζας από καλλιέργεια αγριοαγκινάρας σε μεγάλα κυλινδρικά και ορθογώνια δέματα. Ερμήτσι Καρδίτσας.....	31
Εικ.14: Καλλιέργεια αγριοαγκινάρας δίπλα σε καλλιέργεια σκληρού σίτου στην Καρδίτσα	32
Εικ.15: Πελλέτες αγριοαγκινάρας - καύση τους σε οικιακή θερμάστρα 5 KW.....	33
Εικ.16: Η περιεκτικότητα των ανθοκεφαλών σε σπόρο κυμαίνεται από 30–40%.....	33
Εικ.17: Το φαινόμενο του ηλιοτροπισμού	39
Εικ.18: Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης του ηλίανθου.....	41
Εικ.19: Φαινολογικά στάδια του ηλίανθου.....	43
Εικ.20: Καλλιέργεια ηλίανθου που υπέστη καταστροφική ζημιά από έντονη βροχόπτωση στο στάδιο του φυτρώματος.....	46
Εικ.21: Πυκνή (6.6 φυτά/μ2, αριστερά) και πολύ αραιή (2.6 φυτά/μ2, δεξιά) καλλιέργεια ηλίανθου	48
Εικ.22: Σπορά ηλίανθου σε πειραματικό αγρό 20 στρεμμάτων στο Κιλκίς με τη χρήση πνευματικού σπορέα GASPARTO	49
Εικ.23: Οι απώλειες σπόρου από τα πουλιά σε καλλιέργεια του ηλίανθου.....	51
Εικ.24: Εφαρμογή βασικής λίπανσης μαζί με τη σπορά ηλίανθου.....	53
Εικ.25: Συγκομιδή ηλίανθου με ηλιομάχαιρο σε πειραματικούς αγρούς στο Κιλκίς	55
Εικ.26: Συγκομιδή ηλίανθου με καλαμπομάχαιρο στο Αγρίνιο και την Καρδίτσα.....	55

B. Πίνακες

Πίνακας 1: Φαινολογικά στάδια καλλιέργειας αγριοαγκινάρας	19
Πίνακας 2: Ενεργειακή απόδοση της βιομάζας σε σχέση με την κατανομή της ξηρής ουσίας και την θερμαντική απόδοση	32
Πίνακας 3: Περιεκτικότητα σε σπόρο ανά μέγεθος ανθοκεφαλής	34
Πίνακας 4: Φαινολογικά στάδια του ηλίανθου	40
Πίνακας 5: Βασικά χαρακτηριστικά δυο υβριδίων ηλίόσπορου για παραγωγή βιοντίζελ	59
Πίνακας 6: Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας αγριοαγκινάρας από αγρονομικής πλευράς	61
Πίνακας 7: Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας ηλίανθου από αγρονομικής πλευράς	62
Πίνακας 8: Ετήσιο ισοδύναμο κόστος παραγωγής, συγκομιδής και μεταφοράς αγριοαγκινάρας	63
Πίνακας 9: Κόστος παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών για παραγωγή βιοντίζελ	64
Πίνακας 10: Στρεμματικές αποδόσεις στην Ελλάδα φυτών για παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων, σε πρώτη ύλη και καύσιμο	65
Πίνακας 11: Στρεμματικές αποδόσεις στην Ελλάδα φυτών για παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων, σε πρώτη ύλη και ενεργειακό τους περιεχόμενο	65

Γ. Σχήματα

Σχήμα 1 : Ενεργειακές καλλιέργειες και πιθανές χρήσεις τους ως βιοκαύσιμα.....	9
Σχήμα 2 : Κύριες ενεργειακές καλλιέργειες, διεργασίες μετατροπής και βιοκαύσιμα.....	9
Σχήμα 3 : Δυνατότητες εκμετάλλευσης ελαιούχων καρπών	10
Σχήμα 4 : Στάδια ανάπτυξης καλλιέργειας αγριοαγκινάρας	20
Σχήμα 5 : Τυπικό παράδειγμα δυναμικού παραγωγής και κατανομής της ξηρής ουσίας καλλιέργειας ηλίανθου στο χρόνο. Με βέλη απεικονίζονται τα φαινολογικά στάδια του φυτού.	42
Σχήμα 6 : Αξιολόγηση 8 ποικιλιών/υβριδίων ηλίανθου, κάτω από τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες	57
Σχήμα 7 : Η μεταβολή στην απόδοση του ηλιόσπορου σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες στην Καρδίτσα κάτω από τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες.....	57
Σχήμα 8 : Απόδοση ηλίανθου στο Κιλκίς, την Καρδίτσα και το Αγρίνιο το 2007 και το 2008.....	58