

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ  
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ  
ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥΣ**



**ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : Κατσίκια Σοφία  
Α/Μ 2007/0024**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.. ΠΑΛΑΤΟΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015**

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ  
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ  
ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥΣ**

**Φοιτήτρια : Κατσίκια Σοφία  
Α/Μ 2007/0024**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α . ΠΑΛΑΤΟΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ σελ 4
- ΠΕΡΙΛΗΨΗ σελ 5
- ABSTRACT σελ 6
- ΕΙΣΑΓΩΓΗ σελ 7
- ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ σελ 9
- ΒΙΟΜΑΖΑ-ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ
  - ⤴ Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα σελ 10
  - ⤴ Βιοντίζελ σελ 13
  - ⤴ Βιοαιθανόλη σελ 15
- ΠΟΛΥΕΤΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
  - ⤴ Αγριαγκινάρα, (*Cynara cardunculus*) σελ16
  - ⤴ Καλάμι (*Arundo donax* L.) σελ 18
  - ⤴ Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*) σελ 19
  - ⤴ Switchgrass (*Panicum virgatum*) σελ 20
- ΕΤΗΣΙΑ ΦΥΤΑ
  - ⤴ Γλυκό σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench) σελ 22
  - ⤴ Κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.) σελ 24
  - ⤴ Ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.) σελ 25
  - ⤴ Βρασσική η αιθιοπία (*Brassica carinata* L. Braun) σελ 26
  - ⤴ Ηλίανθος (*Helianthus*) σελ 27
- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ σελ 32
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ σελ 34

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Παλάτο Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθειά του και συνεργασία του καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης της πτυχιακής εργασίας . Επίσης Θέλω να ευχαριστήσω και τους γονείς μου για την υπομονή που είχαν όλο αυτό το διάστημα θέλοντας και η ίδια να πετύχω το καλύτερο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη τα οποία παράγουν ως κύριο προϊόν τη βιομάζα που χρησιμοποιείτε για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως για καύσιμα 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. Οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε ετήσιες και πολυετείς ανάλογα με το κύκλο ζωής τους που μπορεί να είναι ετήσιος ή πολυετής, αντίστοιχα. Η εισαγωγή τους στο Ευρωπαϊκό αλλά και στο Ελληνικό επίπεδο είναι περιορισμένη, όσον αφορά τα νέα είδη. Στην παρούσα πτυχιακή θα αναλυθούν τα παρακάτω φυτά ανάλογα με τον τρόπο καλλιέργειας τους και το ποσοστό ενέργειας που αποδίδουν. Τα είδη φυτών που θα αναλυθούν είναι τα εξής: τα Πολυετή φυτά Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), καλάμι (*Arundo donax* L.), μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*), switchgrass (*Panicum virgatum*) και τα Ετήσια σακχαρούχο ή γλυκό σόργο και ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench), κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.), ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.), βρασική η αιθιόπια (*Brassica carinata* L. Braun) όπως επίσης σαν ετήσια παραδοσιακή καλλιέργεια τον ηλίανθο.

## **ABSTRACT**

Cultivation of energy crops can be with cultivated or wild species, that produce as main product the biomass used for various purposes such as fuel or cogeneration with coal for power generation and heating. As raw material for thermochemical processes such as pyrolysis and gasification to produce methanol, biogas and pyrolytic oils and biochemical processes (e.g., fermentation) to produce ethanol or methane. Energy crops are divided into annual and perennial depending on the life cycle may be annual or perennial, respectively. Importation into the European and Greek level is limited, in terms of new species. In this graduation we are going to analyze the following plants according to their culture and the amount of energy they give. The types of plants that will be analyzed are: the Perennial plants cardoon (*Cynara cardunculus*), reed (*Arundo donax* L.), miscanthus (*Miscanthus x giganteus*), switchgrass (*Panicum virgatum*) and Annual sugary or sweet sorghum and sorghum fiber (*Sorghum bicolor* L. Moench), kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), rapeseed (*Brassica napus* L.), vlassiki Ethiopia (*Brassica carinata* L. Braun) as well as annual traditional crop sunflower

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία 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.

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.

Εντούτοις, η έρευνα και η τεχνολογική πρόοδος που έχει πραγματοποιηθεί τα τελευταία 10 χρόνια έχουν καταστήσει τις τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας εξαιρετικά ελκυστικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι προοπτικές, μάλιστα, της βιοενέργειας καθίστανται διαρκώς μεγαλύτερες και πιο ελπιδοφόρες. Στις πιο προηγμένες οικονομικά χώρες, αναμένεται να καλύπτει σημαντικό τμήμα της ενεργειακής παραγωγής μελλοντικά.

Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης ενεργειακές καλλιέργειες και τέτοιες είναι το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα ζαχαρότευτλα, ο ηλιάνθος κ.α.

Οι "νέες" ενεργειακές καλλιέργειες είναι είδη με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα, ανά μονάδα γης και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις γεωργικές και τις δασικές. Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται περεταίρω σε ετήσιες και πολυετείς.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται 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, κ.α, 2005). Αυτές είναι:

## 1. Πολυετείς:

- Γεωργικές: Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*) , καλάμι (*Arundo donax* L.), μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*), switchgrass (*Panicum virgatum*)
- Δασικές: Ευκάλυπτος (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. & *E globules* Labill.), ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia*)

## 2. Ετήσιες:

- ▲ σακχαρούχο ή γλυκό σόργο και ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench), κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.), ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.), βρασσική η αιθιοπία (*Brassica carinata* L. Braun)

Επίσης σαν ετήσια παραδοσιακή καλλιέργεια είναι και ο ηλιανθος.

Γενικότερα, τα κριτήρια για την τελική επιλογή της κατάλληλης ενεργειακής καλλιέργειας σε μια περιοχή είναι: α) προσαρμογή στις εδαφοκλιματικές συνθήκες, β) ευκολία εισαγωγής στο υπάρχον σύστημα εναλλαγής καλλιεργειών, γ) σταθερές αποδόσεις (ποσοτικά και ποιοτικά) που να προσφέρουν ανταγωνιστικό εισόδημα έναντι των παραδοσιακών καλλιεργειών, δ) θετικό ενεργειακό ισοζύγιο εισροών-εκροών (καθαρό ενεργειακό κέρδος), ε) καλλιεργητικές τεχνικές σύμφωνες με την αειφόρο γεωργία, στ) ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες, ζ) χρήση των υπάρχοντων μηχανημάτων (κυρίως για τη συγκομιδή) ή με μικρές μετατροπές αυτών και η) διαθεσιμότητα κατάλληλου γενετικού υλικού (σπόροι, ριζώματα).





## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η εισαγωγή των ενεργειακών καλλιεργειών στη γεωργική πρακτική, τόσο σε Ευρωπαϊκό αλλά και ελληνικό επίπεδο είναι περιορισμένη, όσον αφορά τα νέα είδη, λόγω τεχνικών αλλά και μη-τεχνικών παραγόντων. Παρά το μεγάλο αριθμό των νέων ειδών που έχουν κατά καιρούς μελετηθεί στα πλαίσια ερευνητικών κυρίως ευρωπαϊκών έργων, μόνο ορισμένα από αυτά έχουν προχωρήσει σε καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας. Τέτοιες καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας έχουν αναπτυχθεί λόγω πολιτικής και οικονομικής υποστήριξης σε ορισμένα κράτη και αποτελούν πηγή πολύτιμων δεδομένων για τη μελλοντική ανάπτυξη κι άλλων τέτοιας κλίμακας εφαρμογών στην Ευρωπαϊκή γεωργία.

Κύρια παραδείγματα εμπορικών καλλιεργειών ενεργειακών φυτών σε μεγάλη κλίμακα αποτελούν οι καλλιέργειες ελαιούχων φυτών για παραγωγή βιοντίζελ στη Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία και Ιταλία, καθώς και η καλλιέργεια ιτιάς για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού στη Σουηδία. Η βασική διαφορά μεταξύ των δυο αυτών παραδειγμάτων είναι ότι τα ελαιούχα ενεργειακά φυτά όπως η ελαιοκράμβη και ο ηλιάνθος είναι φυτά γνωστά στη γεωργία για παραγωγή τροφίμων και ζωοτροφών, ενώ η καλλιέργεια ιτιάς ως γεωργικό είδος χρειάζεται επιπλέον έρευνα σε όλα τα στάδια της παραγωγικής της διαδικασίας., από την εξασφάλιση γενετικού υλικού ως τη συγκομιδή. Από μελέτες και γεωργικά πειράματα που έγιναν στον Ευρωπαϊκό χώρο κατά τη τελευταία 20ετία σχεδόν, καταγράφηκαν φυτά (Venendaal, et.al, 1997), κατάλληλα για τις διάφορες κλιματολογικές συνθήκες που παρουσιάζει η Ευρώπη. Φυτά σαν την αγριαγκινάρα, τον ευκάλυπτο, το γλυκό σόργο ή το κενάφ καλλιεργούνται μόνο στη Μεσογειακή ζώνη, ενώ άλλα όπως η ιτιά και η ελαιοκράμβη είναι περισσότερο προσαρμοσμένα στις ψυχρές κλιματικές συνθήκες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης.

Φυτά όπως ο μίσχανθος μπορούν, υπό προϋποθέσεις, να καλλιεργηθούν σε όλο τον Ευρωπαϊκό χώρο, από τη Σικελία ως τη Δανία. Ανάλογα με την περιοχή καλλιέργειας έχει διαπιστωθεί μεγάλη διαφοροποίηση στη παραγωγικότητα και συνεπώς και στην οικονομικότητα της κάθε καλλιέργειας. Πολύ υψηλές αποδόσεις (3-4 τόνους/στρέμμα ξηρό βάρος) έχουν καταγραφεί πχ. για το σόργο, το μίσχανθο και το καλάμι στη Ν. Ευρώπη, όμως μεγάλης κλίμακας καλλιέργειες ιτιάς στη Σουηδία έχουν καταγραφεί μόλις 0,8-1 τόνος ξηρού βάρους/στρέμμα.

Σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχθηκαν από το ΚΑΠΕ, ενδεικτικά στην Ελλάδα σήμερα είναι εγκατεστημένες με ενεργειακές καλλιέργειες που παρατίθενται στον Πίνακα 2.

Η καλλιέργειά τους γίνεται στα πλαίσια ευρωπαϊκών ερευνητικών έργων και μεμονωμένων ερευνών.

## ΒΙΟΜΑΖΑ-ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Βιομάζα είναι το σύνολο της ύλης που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το ζωικό ή το φυτικό κόσμο, όπως φυτικές ύλες από φυσικά οικοσυστήματα (π.χ. δάση) ή από ενεργειακές καλλιέργειες (φυτείες που προορίζονται για παραγωγή ενέργειας), τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της δασικής, αγροτικής (γεωργία και κτηνοτροφία) και αλιευτικής παραγωγής, αλλά και το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

Η ενέργεια της βιομάζας, αποτελεί την αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας (ενέργειας), η οποία δεσμεύεται αρχικά από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης και στη συνέχεια μετατρέπεται σε χημική ενέργεια που αποταμιεύεται στις νεογέννητες οργανικές ουσίες και μέσα στους ιστούς των φυτών. Με την "καύση" των φυτών και τη σύγχρονη **τεχνολογία μπορεί να** χρησιμοποιηθεί ως:

- α) καύσιμο για παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας,
- β) πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαερίου ή φυσικού αερίου, το οποίο αποτελεί άριστη καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, όπως και
- γ) πρώτη ύλη για παραγωγή αιθανόλης και βιοντήζελ για μηχανές εσωτερικής καύσης. Επιπλέον η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο CO<sub>2</sub> - δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του CO<sub>2</sub> που απελευθερώνονται κατά την καύση της έχουν ήδη δεσμευτεί από την ατμόσφαιρα για τη δημιουργία της βιομάζας.

### Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα

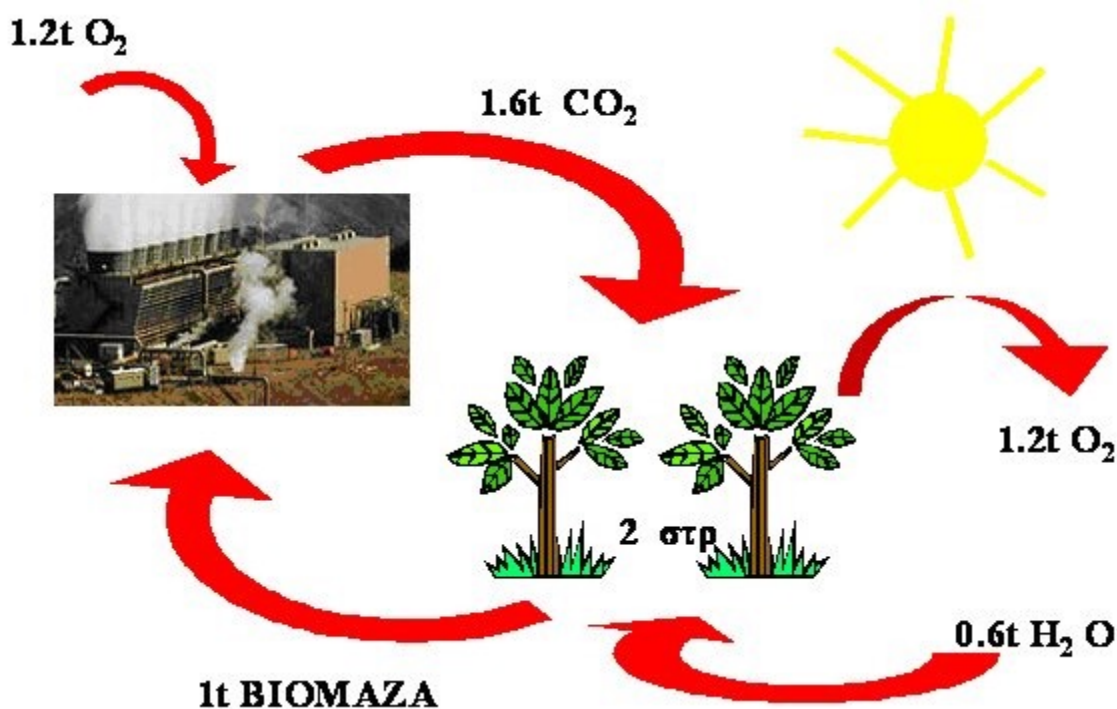
Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Η βιομάζα είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης. Τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών. Οι βασικές πρώτες ύλες γι' αυτό είναι το νερό και το CO<sub>2</sub> που αφθονούν στην φύση. Οι θεμελιώδεις αντιδράσεις πραγματοποιούνται στους χλωροπλάστες, οι οποίοι συλλαμβάνουν τα φωτόνια και στη συνέχεια ενεργοποιούν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης που ανάγει το CO<sub>2</sub> σε υδατάνθρακες. Κατά την πορεία της φωτοσύνθεσης σχηματίζονται οργανικές ενώσεις, δηλαδή βιομάζα. Εδώ φαίνεται και ο σπουδαίος ρόλος της γεωργίας ως παραγωγού ενέργειας, αφού απορροφά το CO<sub>2</sub> και το μετατρέπει σε βιομάζα. Σχηματικά η όλη διαδικασία φαίνεται στο σχήμα (1) που ακολουθεί.

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκ. τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.).

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα

ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.ά.), καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.). Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία πολλών δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, δυσκολία στην εκτέλεση εργασιών, διάδοση ασθενειών κ.ά.).



**Σχήμα 1. Συμμετοχή της γεωργίας στην παραγωγή βιομάζας**

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων, επεξεργασία ξύλου κ.ά.) είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.

Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής. Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, που προσπαθούν, μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, πέραν των περιβαλλοντικών και ενεργειακών τους

προβλημάτων, και το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων. Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα γεωργικά πλεονάσματα, και τα οικονομικά προβλήματα που αυτά δημιουργούν, οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και της αγροτικής παραγωγής. Υπολογίζεται ότι, την προσεχή δεκαετία, θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες 100-150 εκατ. στρέμματα γεωργικής γης, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και της απόρριψης αυτών στις χωματερές, με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων.

## ΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Παράγεται από φυτικά έλαια και ζωικά λίπη με τη μέθοδο της μετεστεροποίησης των τριγλυκεριδίων, που αποτελούν το κύριο συστατικό τους. Αποτελεί ένα άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο ή σε μίγματα με αυτό στους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες. Παρασκευάζεται από φυσικές, ανανεώσιμες πηγές όπως τα νέα ή και χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη. Είναι βιοδιασπάσιμο, μη τοξικό, και ουσιαστικά δεν περιέχει θείο και αρωματικές ενώσεις.

Η χρήση καυσίμων ντίζελ που παράγονται από φυτικά έλαια δεν είναι νέα διαδικασία αλλά η παρουσία τα τελευταία 60 χρόνια του σχετικά φτηνού και τεχνικά ανώτερου πετρελαίου ντίζελ εμπόδισε την ευρεία χρήση του.

Η ανάγκη για τη χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων έναντι του πετρελαίου και των προϊόντων του έχει αρχίσει να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον ανεπτυγμένο κόσμο, τόσο για περιβαλλοντικούς όσο και για οικονομικούς και διαχειριστικούς λόγους. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και ασφαλώς η Ελλάδα εξαρτώνται σημαντικά από μεγάλες εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Έτσι, σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, υπάρχει ανάγκη προώθησης όλων των εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών και όχι μόνο.

### ▲ Πλεονεκτήματα του βιοντίζελ

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το βιοντίζελ είναι καθαρό, μη τοξικό και βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίων του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης που προέρχονται από την καύση του στις μηχανές ντίζελ είναι πολύ χαμηλές. Η παρουσία του θείου στα καύσιμα ευθύνεται για τα οξείδια του θείου (SO<sub>x</sub>) στα καυσαέρια τα οποία αποτελούν έναν από τους κυριότερους ρύπους του ντίζελ. Στο βιοντίζελ η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική. Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.) που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), σε άκαυστους υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ'ότι στο συμβατικό ντίζελ. Επιπλέον, η καύση του βιοντίζελ δεν αυξάνει το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αφού η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει το τυπικό προφίλ εκπομπών από την καύση του καθαρού βιοντίζελ (B100), αλλά και ενός από τα πλέον συνηθισμένα μίγματά του με συμβατικό ντίζελ το οποίο αποτελείται από 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ (B20), χρησιμοποιώντας ως αναφορά τις εκπομπές από την καύση του πετρελαϊκού ντίζελ.

Εκπομπές % για <b>B100</b> και <b>B20</b> σε σύγκριση με του συμβατικού ντίζελ		
Εκπομπή	B100*	B20*
Μονοξείδιο του άνθρακα	-48%	-12%
Άκαυστοι υδρογονάνθρακες	-67%	-20%
Σωματίδια	-47%	-12%
Οξείδια του αζώτου	+10%	+2%
Οξείδια του Θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

▲ τα μειονεκτήματα του βιοντίζελ είναι:

- Η χαμηλή πτητικότητα.
- Το υψηλό ιξώδες.
- Η χημική δραστικότητα των ακόρεστων αλυσίδων που οδηγεί σε σχηματισμό ρητινωδών προϊόντων.
- Η αύξηση της αιθάλης.

## ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

Το πρώτο καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ως υποκατάστατο της βενζίνης σε κινούμενα οχήματα είναι η βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης. Μπορεί επίσης να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με ατμό.

Οι κύριες πηγές ζάχαρης που απαιτούνται για την παραγωγή αιθανόλης προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες, δηλ από καλλιέργειες που αναπτύσσονται ειδικά για ενεργειακούς σκοπούς. Οι καλλιέργειες αυτές μπορεί να είναι το σόργο, τα τεύτλα, το καλαμπόκι, το σιτάρι, τα άχυρα, το ξύλο ιτιάς και άλλων δέντρων, το πριονίδι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και άλλες. Παράλληλα, βρίσκονται σε εξέλιξη έρευνες σχετικά με την αξιοποίηση των δημοτικών στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  ή  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό. Είναι βιοαποικοδομήσιμη, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χυθεί στο περιβάλλον. Κατά την τέλεια καύση της παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η αιθανόλη είναι ένα καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίου της βενζίνης. Με τη ανάμιξή της με τη βενζίνη επιτυγχάνουμε επίσης τον εμπλουτισμού του καυσίμου μίγματος σε οξυγόνο, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση, άρα και μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων.

## ΠΟΛΥΕΤΕΙ ΦΥΤΑ

### **Αγριοαγκινάρας (*Cynara cardunculus*)**



Μελέτη χρόνων έδειξε ότι πρόκειται για μια πολύ συμφέρουσα καλλιέργεια, αφού το κόστος είναι μόλις 2,5 ευρώ/στρ. για τον πρώτο χρόνο και μηδενικό για όλα τα υπόλοιπα (ζει 8-12 χρόνια) , όταν για τα άλλα ενεργειακά φυτά είναι πολύ υψηλότερο - για τον σόργο, για παράδειγμα, φτάνει τα 60-70 ευρώ/στρ. και για την ελαιοκράμβη τα 40-45 ευρώ/στρ. Οι παραγωγοί χρειάζεται μόνο να αγοράσουν τον σπόρο της αγριοαγκινάρας, που κοστίζει 12 ευρώ/ κιλό, με κάθε κιλό να φτάνει για 4-5 στρέμματα. Φυτεύεται τον Οκτώβριο και μεγαλώνει με τις βροχές του χειμώνα. Δεν χρειάζεται καθόλου νερό, καθόλου λίπασμα και, φυσικά, ως ζιζάνιο δεν επιτρέπει την ανάπτυξη άλλων ζιζανίων. Τον Ιούλιο, τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο μαζεύεται από το χωράφι με τις μηχανές σε μπάλες και μεταφέρεται σε μονάδες επεξεργασίας. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι καλλιεργείται σε όλα τα εδάφη, ακόμα και στα πιο ξερά και πιο δύσβατα. Η απόδοση σε κάθε στρέμμα είναι 1,5 τόνοι, ενώ, αν τα φυτά ποτιστούν, μπορούν να δώσουν και 2 τόνους. Οι παραγωγοί μπορούν να υπογράψουν συμβόλαια και να διεκδικήσουν από 60- 70 ευρώ/στρ. έως και 150 ευρώ/στρ., ανάλογα με την εταιρεία, ενώ επιπλέον παίρνουν και την επιδότηση των 4,5 ευρώ/στρ.

Το φυτό μπορούμε να το πουλήσουμε εγχώρια σε ένα εργοστάσιο παραγωγής που υπάρχει στο Συκούριο Λάρισας ενώ ακόμα ένα άνοιξε πρόσφατα στον κόμβο του Βελεστίνου. Επιπρόσθετα, Ιταλοί έμποροι έχουν μπει δυναμικά τον τελευταίο καιρό στην ελληνική αγορά και ζητούν να καλύψουν μέρος των αναγκών τους σε πελέτες ενεργειακών φυτών, που φτάνουν τους 2 εκατομμύρια τόνους τον χρόνο.

**Καλλιεργητικές φροντίδες:** Επειδή η καλλιέργεια είναι πολυετής, η προετοιμασία και η σπορά του αγρού θα γίνει μία φορά στα επτά στα δώδεκα χρόνια. Παρ' όλα αυτά, απαιτείται προσοχή, καθώς λάθη κατά την προετοιμασία και τη σπορά είναι μη αναστρέψιμα.

**Λίπανση:** Ως πολυετής καλλιέργεια, καλό είναι να ενσωματώνεται βασική λίπανση



φωσφορούχου λιπάσματος (25 κιλά/στρ.) και επιφανειακή λίπανση 8 μονάδες αζώτου (17 κιλά/στρ.).

**Ζιζανιοκτονία - Παράσιτα:** Μέχρι τώρα δεν έχουν αναφερθεί παρασιτικές, έτσι δεν χρειάζονται αντιπαρασιτικοί ψεκασμοί.

**Προετοιμασία:** Απαιτείται καλή προετοιμασία εδάφους (ψιλοχωμάτισμα) κατά τη σπορά, που γίνεται είτε Σεπτέμβριο ή Οκτώβριο για ξερικά χωράφια είτε Φεβρουάριο ή Μάρτιο για ποτιστικά χωράφια.

**Σπορά:** Γίνεται με πνευματικές μηχανές σε αποστάσεις 75 εκατοστών μεταξύ των γραμμών και 17 εκατοστών επί των γραμμών, με απαιτούμενη ποσότητα σπόρου 400 γρ./στρ.

**Ποτίσματα:** Ελάχιστες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως 2-3 ποτίσματα, ανάλογα με την περιοχή, μέσα στους μήνες Απρίλιο, Μάιο και αρχές Ιουνίου.

**Προϊόντα:** Η αγριοαγκινάρα (κάρντο) είναι πολυετές αναβλαστανόν φυτό και παράγει τρία είδη προϊόντων:

- ♣ Ζωοτροφές: Βοσκήσιμη χλωρομάζα - λειμώνας, ενσίρωμα όταν το φυτό έχει 70% υγρασία (κατά προτίμηση, την εποχή της καρπώδευσης), όπως το καλαμπόκι, αποξηραινόμενη χλωρομάζα που δένεται σε μπάλα, όπως το τριφύλλι. Ο σπόρος της, που είναι ελαιούχος, έχει διατροφικά χαρακτηριστικά παρόμοια με της σόγιας και χρησιμοποιείται συμπύκνωμα.
- ♣ Βιοκαύσιμα: Ο σπόρος τους, ελαιούχος (25%-32% λάδι), χρησιμοποιείται για παραγωγή βιοντίζελ.
- ♣ Pellets: Η ξηρά βιομάζα (καλαμιά) με ή χωρίς τον σπόρο χρησιμοποιείται για την παραγωγή στερεού καυσίμου (pellets) αντί πετρελαίου - 2 κιλά agripellets αγριοαγκινάρας είναι ίσα με 1 κιλό πετρέλαιο.

**Συγκομιδή:** Η συγκομιδή για ζωοτροφή γίνεται με ενσιροκοπτικό καλαμπόκιού και κατευθείαν φόρτωση στο φορτηγό αρχές Ιουλίου (τα αναβλαστήματα του Σεπτεμβρίου συγκομίζονται τον Νοέμβριο για παραγωγή αποξηραινόμενης χλωρομάζας). Για παραγωγή αποξηραινόμενης χλωρομάζας συγκομιδή γίνεται τον Μάρτιο (ανοιξιάτικη χλωρομάζα) ή τον Νοέμβριο, σε γόνιμα και αρδευόμενα χωράφια.

**Αποδόσεις:** Ανάλογα με τη γονιμότητα του χωραφιού, αποδίδει 800 έως 2.500 κιλά ανά στρέμμα ενσίρωμα, και σε γόνιμα ποτιστικά χωράφια έως 7 τόνους/στρ. σπόρο αποδίδει από 50 έως 200 κιλά/στρ. στα ξερικά και από 200-400 στα ποτιστικά χωράφια. η αγριοαγκινάρα 0,6-1,1 ΤΙΠ (τόνους ισοδύναμου πετρελαίου)

## Καλάμι (*Arundo donax* L.)



Το καλάμι ανήκει στα αγροστώδη πολυετή φυτά. Συναντάται κοντά σε ποτάμια, λίμνες και γενικά σε περιοχές με υψηλή υγρασία, όμως μπορεί να καλλιεργηθεί σε ευρεία κλίμακα εδαφών και κλιμάτων. Πρόκειται για ένα δυναμικό φυτό που πολλαπλασιάζεται κυρίως με ριζώματα, δύναται όμως να αναπαραχθεί και με μοσχεύματα. Στην Ελλάδα οι καταγεγραμμένες επιδόσεις κυμάνθηκαν από 0,5 έως 3 τόνους ανά στρέμμα σε ξηρή ουσία. Οι αποδόσεις διέφεραν σημαντικά αναλόγως των επιπέδων άρδευσης που εφαρμόστηκαν. Υψηλά επίπεδα αυτών συνεπάγονται υψηλές αποδόσεις. Από την άλλη, η λίπανση δεν διαφοροποίησε αισθητά τις αποδόσεις. Η θερμογόνο αξία του ανέρχεται σε 18,6 MJ/kg ξηρής ουσίας και η περιεκτικότητα σε τέφρα 6,9% σε ξηρή βάση. Με βάση αυτούς τους αριθμούς, το ενεργειακό δυναμικό του καλάμιού μπορεί να φτάσει τους 1,29 ΤΙΠ/στρέμμα/έτος

**Καλλιεργητικές φροντίδες:** Σκάλισμα 2-3 φορές με ανάλογη αραίωση των φυτών, παράχωμα, πότισμα, αδελφωμα (απομάκρυνση παραφυάδων του φυτού), κορφολόγημα κ.ά.

**Σπορά:** Γίνεται με διασκορπισμό των σπόρων ή σε αυλακίες. Οι σπόροι σκεπάζονται με σβάρνισμα. Σήμερα η σπορά γίνεται με ειδικές σπαρτικές μηχανές, ομοιόμορφη σε βάθος και σε κανονικές αποστάσεις.

**Συγκομιδή:** Η συγκομιδή γίνεται γύρω στα τέλη Αυγούστου μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου, ανάλογα με την ποικιλία. Οι ρόκες κόβονται, ξεφλουδίζονται και αφήνονται να ξεραθούν τελείως. Ακολουθεί εκκοκκισμός και αποθήκευση.

**Αποδοση:** , το καλάμι 0,9-1,3 ΤΙΠ (τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) στερεών βιοκαυσίμων

## Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus*)



Ο μίσχανθος (*Miscanthus sinensis*) είναι ένα πολυετές αγρωστώδες φυτό. Καλλιεργείται για την πλούσια σε λιγνοκυτταρινούχες ενώσεις βιομάζα του, η οποία μετά από συμπίεση συσσωματώνεται και παράγεται στερεό καύσιμο (πελέτες), το οποίο με την καύση του παράγει θερμότητα ή ηλεκτρική ενέργεια.

Ο πολλαπλασιασμός του μίσχανθου γίνεται κυρίως με ριζώματα. Μετά την εγκατάστασή τους, τα ριζώματα αυξάνονται οριζόντια προς όλες τις κατευθύνσεις και το φυτό εξαπλώνεται σε μεγάλη απόσταση από την αρχική θέση εγκατάστασής του και καταλαμβάνει όλο τον διαθέσιμο χώρο. Αναπτύσσει πλούσιο ριζικό σύστημα σε βάθος ένα μέτρο. Τα στελέχη του είναι όρθιας ανάπτυξης με διάμετρο περίπου 1 εκατοστό και υπό ευνοϊκές συνθήκες φτάνει σε ύψος μέχρι και 4 μέτρα.

Τα ριζώματα λαμβάνονται το φθινόπωρο από φυτά ηλικίας μεγαλύτερης των δύο ετών και τεμαχίζονται σε μήκος 10 εκατοστών και στη συνέχεια αποθηκεύονται σε θερμοκρασία  $-1$  έως  $+1^{\circ}\text{C}$ . Φυτεύονται τον Απρίλιο όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους  $10^{\circ}\text{C}$ , σε βάθος 3-6 εκατοστά, περίπου 1.500 φυτά ανά στρέμμα.

Ο μίσχανθος είναι φυτό θερμών κλιμάτων και γι' αυτό απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες για την άριστη ανάπτυξή του.

**Ζιζανιοκτόνα:** Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι ζωτικής σημασίας για την εγκατάσταση, αλλά λιγότερο σημαντικός μετά το δεύτερο χρόνο της καλλιέργειας, ενώ τα πολυετή ζιζάνια θα πρέπει να έχουν καταστραφεί πριν τη φύτευση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα εύρος ζιζανιοκτόνων όπως atrazine, promyzamide, mecoprop, flyoxypyr, sulfonil, κ.α.

**Φύτευση ριζωμάτων:** τέλη Φεβρουαρίου-Απρίλιο

**Συγκομιδή:** Ο Μίσχανθος συγκομίζεται από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο. Απαραίτητη προϋπόθεση για να συγκομιστεί είναι η υγρασία του φυτού να κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα ( $< 25\%$ ), έτσι ώστε να είναι εφικτή και η αποθήκευσή του. Η χειμερινή συγκομιδή δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης εργατικού προσωπικού και μηχανημάτων σε μια περίοδο που οι αγροτικές εργασίες είναι περιορισμένες.

**Απόδοση:** ο μίσχανθος 0,3-1,2 ΤΙΠ

## Switchgrass (*Panicum virgatum*)



Είναι ένα πολυετές C4, αγρωστώδες φυτό. Το ριζικό του σύστημα μπορεί να ξεπεράσει τα 3 μέτρα σε βάθος. Σχηματίζει λεπτά ριζώματα και από τους οφθαλμούς τους εκπύσσονται, νωρίς την άνοιξη, αρκετά λεπτά στελέχη διαμέτρου 10 χιλιοστών. Η εγκατάσταση του φυτού γίνεται με σπόρους και στην Ελλάδα λαμβάνει χώρα το Μάιο όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους 10-15°C. Η αναβλάστηση του φυτού γίνεται το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου. Οι νεαροί βλαστοί είναι ευαίσθητοι στους παγετούς αλλά το φυτό έχει την ικανότητα να αναβλαστάνει ακόμα και μετά από σημαντικές νεκρώσεις βλαστών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Παράγει πολύ μικρούς σπόρους με βάρος 1000 σπόρων μεταξύ 0,7 έως 2,0 g. Στη συνέχεια επιτελείται μείωση της υγρασίας των φυτικών ιστών και μέχρι τον Ιανουάριο έχει κατέλθει στο 25%, περίπου. Επομένως κατάλληλη εποχή συγκομιδής είναι το χρονικό διάστημα από τέλη Νοεμβρίου ως και τον Ιανουάριο.

Η καλλιέργεια του Switchgrass παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία). Οι αρδευτικές ανάγκες του Switchgrass είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού. Πειράματα που έχουν εκτελεστεί έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή. Η λίπανση μπορεί να έχει σημαντική επίπτωση στην παραγωγή αφού η απόδοση καλλιεργειών που δε δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση κυμάνθηκε περί τους 1,4 τόνους ξηρής βιομάζας το στρέμμα ενώ την ίδια περίοδο οι στρεμματικές αποδόσεις καλλιεργείας που εφαρμόστηκε λίπανση 4 και 12 kg αζώτου το στρέμμα ήταν 2,1 και 2,5 τόνοι ξηρής βιομάζας, αντίστοιχα. Τέλος η άρδευση φαίνεται να έχει σημαντικό ρόλο στις αποδόσεις του φυτού σε περιοχές όπου δεν παρατηρούνται βροχοπτώσεις κατά την περίοδο Ιουνίου – Αυγούστου. Στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας όπου οι βροχοπτώσεις αυτή την περίοδο είναι σπάνιες οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,7 τόνους ξηρής βιομάζας για τα μη αρδευόμενα φυτά έως τους 2,1 τόνους για την αρδευόμενη καλλιέργεια.

Παραγωγή υγρών ή στερεών βιοκαυσίμων ή βιομηχανικές πρώτες ύλες είναι οι κύριες ενεργειακές χρήσεις που μπορεί να έχει στο μέλλον η καλλιέργεια Switchgrass στην Ελλάδα.

- ⤴ **Λίπανση** : Αζωτούχα λίπανση
- ⤴ **Σπορά** : Άνοιξη
- ⤴ Οι αρδευτικές ανάγκες : Switchgrass είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού.
- ⤴ **Συγκομιδή**: από Νοέμβριο ως Φεβρουάριο
- ⤴ **Αποδόσεις** : αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,7 τόνους ξηρής βιομάζας για τα μη αρδευόμενα φυτά έως τους 2,1 τόνους για την αρδευόμενη καλλιέργεια.

# ΕΤΗΣΙΑ ΦΥΤΑ

## Γλυκό σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench)



Το Γλυκό Σόργο είναι ένα C4 μονοετές φυτό με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλά ποσοστά σε διαλυτά σάκχαρα και κυταρίνες, και σχετικά χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση.

Οι αποδόσεις του γλυκού σόργου ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται. Η απόδοση σε χλωρή βιομάζα κυμάνθηκε από 5,0 έως 8,0 τόνους/στρέμμα ενώ μεμονωμένες περιπτώσεις πειραματικών έδειξαν αποδόσεις που φτάνουν τους 14,1 τόνους/στρέμμα. Η αναλογία σε σάκχαρα ποικίλει από 9-13% επί του χλωρού βάρους των στελεχών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα ποσότητα σακχάρων επιτυγχάνεται στις αρχές Σεπτεμβρίου για τις πρώιμες ποικιλίες, και ένα μήνα περίπου αργότερα για τις όψιμες.

Είναι ετήσιο αγροστώδες φυτό που προέρχεται από την Ασία και απαντάται σε περιοχές με υποτροπικό έως εύκρατο κλίμα. Η καλλιέργειά του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών. Έχει μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυταρίνες. Τα τελευταία χρόνια μελετάται ευρύτατα, τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις ΗΠΑ, για παραγωγή αλκοόλης από τα στελέχη του.

**προετοιμασία:** Χειμερινή άρδευση για την καταστροφή των υπολειμμάτων των καλλιεργειών και διατήρηση της εδαφικής υγρασίας

- Εαρινή άρδευση για την καταστροφή των ζιζανίων
- Τελευταία επέμβαση 10 ημέρες πριν την σπορά σε βάθος 10 εκ.
- Εποχή σποράς- Στις κλιματικές συνθήκες της νότιας Ευρώπης από μέσα έως τέλος Άνοιξης – θερμοκρασία εδάφους 15 βαθμοί Κελσίου

- Γραμμική σπορά
- Βάθος σποράς 1-2 εκ
- Αποστάσεις φύτευσης : 70 εκ μεταξύ των γραμμών και 10- 20 εκ επί των γραμμών

### **Σπορά Μάιος**

**Άρδευση:** ποικίλει με το είδος του εδάφους, ύψος των βροχοπτώσεων, εποχή σποράς

Οι απαιτήσεις του σόργου σε νερό ικανοποιούνται από την αποθηκευμένη υγρασία στο έδαφος, από την βροχόπτωση , την άρδευση

Απαραίτητη υγρασία στην σπορά

Άρδευση επαναλαμβάνεται 10-12 ημέρες

Κρίσιμο στάδιο η περίοδος άνθησης

**Συγκομιδή:** Η συγκομιδή της πρώτης σοδιάς θα πραγματοποιηθεί στα τέλη Νοεμβρίου

**Ανθεκτικότητα :** Σε πειραματικές εργασίες το ενεργειακό ισοζύγιο, αλλά και οι ανάγκες σε λιπάσματα και νερό, δείχνει ότι η καλλιέργεια του γλυκού σόργου είναι η λιγότερο απαιτητική σε νερό και λιπάσματα.

**Αποδόσεις:** Από ένα στρέμμα καλλιέργειας μπορούν να παραχθούν από 380 μέχρι 560 λίτρα βιοαιθανόλης, η οποία χρησιμοποιείται ως πρόσθετο αντικατάστατο της βενζίνης.

## Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)



Το κενάφ είναι ένα ετήσιο φυτό μικρής ημέρας, με κυτταρίνες υψηλής ποιότητας. Τα στελέχη αποτελούνται από ένα κεντρικό δακτύλιο με ίνες μικρού μήκους και το φλοιό με ίνες μεγάλου μήκους. Από τις τελευταίες μπορεί να παραχθεί χαρτί ανώτερης ποιότητας. Είναι φυτό των τροπικών και υποτροπικών κλιμάτων που ευδοκίμει σε εδάφη αμμοπηλώδη, ουδέτερης αντίδρασης, καλά στραγγιζόμενα, με οργανική ουσία καλής ποιότητας.

Η καλλιέργειά του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (άρδευση, λίπανση, ζιζανιοκτονία).

Στην Ελλάδα το κενάφ μελετάται από το 1994 από το ΚΑΠΕ σε μικρούς πειραματικούς αγρούς (έως 3 στρέμματα) σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Αντικείμενο της έρευνας αποτελούν η προσαρμοστικότητα του φυτού στις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες, καθώς και η επίδραση διαφόρων πυκνοτήτων φυτών στην ανάπτυξη και στις τελικές αποδόσεις, όπως επίσης και η δυνατότητα χρήσης του φυτού ως στερεό καύσιμο και βιομηχανικό προϊόν (χαρτοπολτός, μοριοσανίδες, κλπ).

Οι αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα κυμάνθηκαν από 0,7 έως 2,4 τόνοι/ στρέμμα. Οι υψηλότερες αποδόσεις τόσο σε χλωρή βιομάζα όσο και σε ξηρή ουσία καταγράφηκαν στις όψιμες ποικιλίες, οι οποίες καλλιεργήθηκαν κάτω από τη μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών. Η παραγωγή σπόρου ήταν δυνατή μόνο στις πρώιμες ποικιλίες (άνθιση στο τέλος του Ιουλίου). Στις όψιμες ποικιλίες τα φυτά άνθισαν στο τέλος του Σεπτεμβρίου και οι σπόροι δεν είχαν αρκετό χρόνο για να ωριμάσουν, με αποτέλεσμα η σποροπαραγωγή να είναι αδύνατη.

Στην Ελλάδα η συγκομιδή του κενάφ εντοπίζεται στο διάστημα από το Νοέμβριο έως και τον Ιανουάριο ανάλογα με την τελική χρήση. Τότε τα στελέχη δεν έχουν φύλλα (δεδομένου ότι τα φύλλα πέφτουν μετά από ένα παγετό) και η συγκομιδή μπορεί να γίνει με μία συμβατική συλλεκτική μηχανή.

Διάφορα υβρίδια καλλιεργούνται στη Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα, κάτω από διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές, με σκοπό την αξιολόγησή της παραγωγικότητας και της πιθανότητας χρήσης τους, ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χαρτοπολτού και για ενεργειακούς σκοπούς.

♣ **Σπορά:** Μάιος

♣ **Συγκομιδή:** Οκτώβριος-Δεκέμβριος (ανάλογα με την τελική χρήση)

♣ **Αποδόσεις:** σε ξηρή βιομάζα κυμαίνονται από 0,7 έως 2,4 τόνοι/ στρέμμα. Οι υψηλότερες αποδόσεις τόσο σε χλωρή βιομάζα όσο και σε ξηρή ουσία καταγράφονται στις όψιμες ποικιλίες, οι οποίες καλλιεργούνται κάτω από τη μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών



## Ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.)



Η ελαιοκράμβη (*Brassica spp.*) είναι ετήσιο φυτό, κι ανήκει στη οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσικίδων (Cruciferae or Brassicaceae). Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και καλλιεργείται κυρίως σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή ελαίου και σε μικρότερη έκταση για τα φύλλα της (για ανθρώπινη κατανάλωση, ζωοτροφή και λίπανση). Ο μικρός στρογγυλός σπόρος της έχει κατά μέσο όρο μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (30–50%). Μετά την εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματά της (η λεγόμενη πίτα) χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία καθώς έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (10- 45%). Η ελαιοκράμβη θεωρείται παγκοσμίως ως το τρίτο σημαντικότερο ελαιοπαραγωγό φυτό, μετά τη σόγια, και το φοίνικα και πριν τον ηλιάνθο. Οι τεχνικές καλλιέργειας είναι όμοιες με εκείνες των χειμερινών σιτηρών.

Η *Brassica napus* L. είναι διαδεδομένη στα εύκρατα δροσερά κλίματα και υπάρχει σε δύο τύπους καλλιέργειας, τη χειμερινή και την ανοιξιότικη. Η *Brassicxa carinata* L.Braun είναι φυτό, αισιοπικής προέλευσης, ψηλό, με μεγάλη φυλλική επιφάνεια συγγενές της ελαιοκράμβης (*Brassica napus* L.) και βάση των πειραμάτων παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα και ικανοποιητική παραγωγικότητα στις μεσογειακές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Καλλιεργείται και σαν χειμερινή σε περιοχές με ήπιο χειμώνα, ενώ σε αυτές με βαρύ χειμώνα προτείνεται μόνο ως ανοιξιότικη καλλιέργεια.

Από πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια στις μεσογειακές χώρες (Ευρωπαϊκό Δίκτυο για την ελαιοκράμβη: FAIR CT98 – 1946) προέκυψαν θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά στην προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα, οι αποδόσεις σε σπόρο καθώς και σε ξηρή βιομάζα, ανάλογα με την ποικιλία, τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες κυμάνθηκαν από 150 έως 300 κιλά/στρέμμα και 300 ως 800 κιλά/στρέμμα, αντίστοιχα.

- ♣ **Καλλιεργητικές φροντίδες:** καλή κατεργασία του εδάφους, ενσωμάτωση του λιπάσματος, καλή κάλυψη του σπόρου
- ♣ **Λίπανση:** N 3-10 κιλά ανα στρέμμα
- ♣ **Ζιζανιοκτονία:** Προφυτευτική και μεταφυτρωτική
- ♣ **Σπορά:** Χειμερινές ποικιλίες: Σεπτέμβριος -Δεκέμβριος:  
Εαρινές ποικιλίες: Μάρτιος -Απρίλιος

♣ **Συγκομιδή:** Ιούλιος

♣ **Αποδόσεις:** η ελαιοκράμβη 43-90 λίτρα/στρ. βιοκαύσιμο για παραγωγή βιοντίζελ.

### **Βρασσική η αιθιόπια (*Brassica carinata* L. Braun)**

Η Βρασσική η αιθιόπια είναι φυτό συγγενές με την ελαοκράμβη αλλά έχει μεγαλύτερη ευαισθησία στο κρύο. Προήλθε από τη διασταύρωση μεταξύ των ειδών **Brassica nigra** και **Brassica oleracea**.

Είναι ποώδες φυτό της οικογένειας των Σταυρανθών(Cruciferae), που προσαρμόζεται καλά στο μεσογειακό κλίμα.

Η αξιοποίηση του για ενεργειακούς σκοπούς (στερεό βιοκαύσιμο, βιοντίζελ, καύσιμη βιομάζα) παρουσιάζει ενδιαφέρον για χώρες που χαρακτηρίζονται από ξηρικές κλιματικές συνθήκες όπως οι Μεσογειακές.

Οι στρεμματικές αποδόσεις του έφτασαν τα 250 κιλά σπόρο ανά στρέμμα. Οι ελαιούχοι σπόροι περιέχουν λάδι σε ποσοστό 35-40%.

## Ηλιάνθος (*Helianthus*)



Ο ηλιάνθος είναι ετήσια παραδοσιακή καλλιέργεια. Είναι γνωστό και ως ήλιος και ηλιοτρόπιο. Ως ελαιούχο φυτό διαδόθηκε πρώτα στη Ρωσία. Στην Ελλάδα ο ηλιάνθος καλλιεργούνταν σε πολύ περιορισμένη έκταση πριν την ένταξή της στην Ε.Ε., ιδιαιτέρως στη Θράκη, και το προϊόν προοριζόταν πιο πολύ ως πασατέμπο. Η στήριξη της τιμής του προϊόντος, όσο διάστημα η Ε.Ε. ήταν ελλειμματική σε ελαιούχους σπόρους και η διάδοση κατάλληλων ποικιλιών συνέβαλαν στην επέκταση της καλλιέργειας κυρίως για την παραγωγή ελαίου. Η συνολική έκταση, ύστερα από ανοδική πορεία μειώθηκε γρήγορα στα 150-200 χιλ. στρέμματα περίπου, γιατί μειώθηκαν οι επιδοτήσεις και επιβλήθηκε συνυπευθυνότητα. Καλλιεργείται στη Βόρεια Ελλάδα, στη Μακεδονία και πιο πολύ στη Θράκη, όπου προσαρμόζεται καλύτερα. Η εδραίωση της άποψης ότι έλαια πλούσια σε πολυακόρεστα, όπως το ηλιέλαιο, υπερέχουν από διαιτητικής απόψεως και ως προς την αντιμετώπιση σοβαρών ασθενειών, θα μπορούσε να συμβάλει στην επέκταση της καλλιέργειας, ιδιαιτέρως σε ξηρικές εκτάσεις (απόδοση 150 kg/στρέμμα), γιατί με τα υπάρχοντα στοιχεία ο ποτιστικός ηλιάνθος (απόδοση 300kg/στρέμμα) δεν μπορεί να ανταγωνιστεί άλλες ποτιστικές καλλιέργειες.

Ως βιονεργειακό φυτό οι σπόροι του αποτελούν ιδανική πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων, που προέρχονται από κομμάτια ξύλου, οργανικά προϊόντα ή από φυτά. Μάλιστα, κατά την καύση του βιοντίζελ που προέρχεται από τον ηλιάνθο, εκλύεται στην ατμόσφαιρα μόνο το διοξείδιο του άνθρακα που το φυτό έχει απορροφήσει κατά τη διάρκεια της ημέρας και, κατά συνέπεια, συμβάλλει στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.

**Ριζικό σύστημα :** Έχει βαθύ ριζικό σύστημα, πασσαλώδες, που σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει τα 5μ. Το ριζόστρωμά του βρίσκεται σε βάθος 60εκ. περίπου. Στα πρώτα στάδια η ρίζα μεγαλώνει πολύ πιο γρήγορα από το υπέργειο τμήμα, έτσι που, όταν το φυτό έχει 8-10 φύλλα και ύψος 40εκ., η ρίζα του να φθάνει τα 70 περίπου εκ.. Αδυναμία του ριζικού συστήματος θεωρείται η μικρή διεισδυτικότητά του σε σκληρό έδαφος.

**Φύλλα :** Η μορφολογία των φύλλων παραλλάσσει. Συνήθως είναι πλατειά, ωειδή, οδοντωτά και οξύληκτα, ενώ τα κατώτερα φύλλα είναι καρδιάσχημα. Τα πρώτα πέντε ζεύγη εκφύονται αντιθέτως, ενώ τα υπόλοιπα κυκλικά. Το μήκος τους κυμαίνεται από 10 έως 40 εκατοστά και ο αριθμός τους από 8 έως 70, με μέσο όρο 20-30. Φυτά με πολυάριθμα φύλλα είναι συνήθως οψιμότερα. Τα μεγαλύτερα φύλλα αντιστοιχούν στον 8ο έως 20ο κόμβο. Τα φύλλα αυτά αντιπροσωπεύουν το 60-70% της συνολικής φυλλικής επιφάνειας, της οποίας ο δείκτης (Δ.Φ.Ε.) κυμαίνεται από 2 έως 4. Εκτός από τα κανονικά φύλλα ο ηλιάνθος έχει και δύο

ειδών βράκτια φύλλα, αυτά που είναι στο πίσω μέρος της ταξιανθίας και αυτά που περιβάλλουν το άνθος.

**Ανθηση** : Η ανθοφορία αρχίζει από τα περιφερειακά άνθη, συνεχίζεται προς το κέντρο

και ολοκληρώνεται, για την ίδια ταξιανθία, σε 5-10 ημέρες συνήθως. Η πτώση των πετάλων των άγονων ανθέων υποδηλώνει ότι έχει ανθίσει και το τελευταίο άνθος, στο κέντρο της ταξιανθίας. Η ανθοφορία στον αγρό διαρκεί περί τις 20 ημέρες.

Ο ηλίανθος είναι κατά κανόνα σταυρογονιμοποιούμενο φυτό, γιατί τα άνθη του είναι πρώτανδρα και υπέργυνα. Επιπλέον, πολλές ποικιλίες έχουν το χαρακτηριστικό του αυτοασυμβίβαστου. Η επικονίαση γίνεται με έντομα, κυρίως μέλισσες, γιατί η γύρη είναι βαριά και δεν μεταφέρεται εύκολα με τον αέρα. Η παραγωγή γύρης είναι άφθονη και μπορεί να φτάσει τα 8kg/στρ. ο ηλίανθος παράγει πολύ νέκταρ και είναι από τα πιο παραγωγικά μελισσοκομικά φυτά.

**Διάρκεια βιολογικού κύκλου** : Είναι φυτό μικρής σχετικώς βλαστικής περιόδου. Κατά μέσο όρο και

αναλόγως της ποικιλίας και των οικολογικών συνθηκών απαιτούνται 11 ημέρες από τη σπορά έως το φύτερωμα, άλλες 33 ημέρες έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 27 έως την έναρξη ανθήσεως και 8 για την ολοκλήρωσή της, ενώ η περίοδος ωρίμανσης του σπόρου διαρκεί 30 ημέρες. Έτσι, περιοχές με βλαστική περίοδο λίγο μεγαλύτερη από 200 ημέρες μπορεί να έχουν δύο συγκομιδές στον ίδιο χρόνο.

**Θερμοκρασία** : Η βλάστηση των σπόρων αρχίζει στους 4oC, γίνεται με ικανοποιητική

ταχύτητα στους 8-10oC και με μέγιστη στους 15oC, στοιχεία που επιτρέπουν την πρώιμη σπορά. Τα νεαρά φυτά αντέχουν πολύ στο κρύο, έως -2oC στο στάδιο των κοτυληδόνων και έως -8oC στο στάδιο του ενός ζεύγους μόνιμων φύλλων. Μετά το στάδιο όμως των 6-7 φύλλων, θερμοκρασίες κάτω του μηδενός προκαλούν σημαντικές ζημιές, ενώ κατά το στάδιο της ωρίμανσης θερμοκρασία 2oC καταστρέφει ολόκληρο το φυτό. Άριστες θερμοκρασίες για την παραγωγή του σπόρου θεωρείται το επίπεδο των 24-26oC την ημέρα και 18-20oC την νύχτα, ενώ άριστη θερμοκρασία για τη φωτοσύνθεση θεωρείται το επίπεδο των 28oC. Η φωτοσύνθεση μπορεί να συνεχιστεί μέχρι και 45oC.

Υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη και μειώνουν του ελαίου. Οι απαιτούμενες θερμομονάδες με βάση τους 0oC είναι περίπου 2350 για τις πρώιμες ποικιλίες και 2425 για τις μεσοόψιμες. Η διευρυμένη βλαστική περίοδος του ηλίανθου, δηλαδή περίοδος με θερμοκρασίες επάνω από 0oC, επιτρέπει, όπως προαναφέρθηκε, δύο συγκομιδές το έτος σε ορισμένες περιοχές.

**Φώς** : Ο ηλίανθος είναι συνήθως φυτό ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό και απαιτητικό σε φως. Μειωμένος φωτισμός κατά 40% σε σχέση με τον κανονικό, σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, μπορεί να μειώσει την απόδοση μέχρι και 64%. Επίσης, μειωμένος φωτισμός κατά 20% βρέθηκε ότι δεν μειώνει τη συνολική βιομάζα, αλλά μειώνει τον δείκτη συγκομιδής και επομένως την οικονομική απόδοση.

**Έδαφος** : Οι απαιτήσεις ως προς το έδαφος δεν είναι μεγάλες, αναπτύσσεται όμως καλύτερα σε εδάφη μάλλον ελαφρά (σ' αυτά δεν παρεμποδίζεται η διείσδυση της ρίζας), οργανικά και με καλή αποστράγγιση, ενώ δεν ανέχεται αλατούχα εδάφη, όπου και παρουσιάζει μειωμένη περιεκτικότητα σε λάδι. Είναι απαιτητικό φυτό σε

θρεπτικά στοιχεία, ιδιαίτερα άζωτο και φώσφορο, υπερβολική όμως ποσότητα Ν ελαττώνει την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Ανέχεται pH εδάφους από 5,7 έως 8, αλλά το άριστο βρίσκεται μεταξύ 6 και 7,2.

**Αντιμετώπιση ζιζανίων :** Ο ηλίανθος παθαίνει ζημιές από τα ζιζάνια μέχρι το στάδιο της πλήρους φυτοκάλυψης και ειδικότερα τις 15 ημέρες μετά το φύτευμα, τότε που ο ρυθμός αύξησής του φυτού είναι βραδύς. Στη συνέχεια ο ηλίανθος γίνεται αποπνικτικό φυτό για τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται συνήθως με συνδυασμό μηχανικών και χημικών μέσων. Υπάρχουν κατάλληλα προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα.

**Λίπανση :** Ως προς τη λίπανση οι αποδόσεις είναι ικανοποιητικές, όταν δίδονται κατά μέσο όρο 8 μονάδες αζώτου και 5 φωσφόρου. Πολύ συχνά επίσης απαιτείται καλιούχος λίπανση, ώστε να μην μειωθεί η απόδοση και η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι. Υπερβολική αζωτούχος λίπανση μειώνει την περιεκτικότητα ελαίου και αυξάνει την περιεκτικότητα πρωτεΐνης υποβαθμίζοντας όμως την ποιότητά της. Ο φώσφορος αυξάνει την περιεκτικότητα λαδιού. Εκτός από τα τρία κύρια θρεπτικά συστατικά, ο ηλίανθος απαιτεί επίσης σχετικά μεγάλες ποσότητες ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου, χαλκού και βορίου.

**Σπορά :** Ο ηλίανθος πρέπει να σπέρνεται κατά το δυνατό πρώιμα, ιδιαίτερα ο ξηρικός, ώστε να αποφεύγονται οι ξηροθερμικές συνθήκες και να ικανοποιούνται οι ανάγκες σε νερό. Για τη Βόρεια Ελλάδα κατάλληλη εποχή σποράς είναι από τα μέσα Μαρτίου έως μέσα Απριλίου. Η εποχή σποράς συνδέεται και με την ποιότητα του ελαίου, γιατί προσδιορίζει την περίοδο ανθήσεως. Αν μετά την άνθηση επικρατήσουν υψηλές θερμοκρασίες, μειώνεται η περιεκτικότητα σε λιπελαϊκό και αντίστροφα.

Το βάθος σποράς είναι 3-10εκ., αναλόγως της υγρασίας του εδάφους και του μεγέθους του σπόρου. Οι συνθήκες αποστάσεις μεταξύ γραμμών σποράς είναι 60-75εκ. (αναλόγως της ευρωστίας του φυτού). Σε μερικές περιπτώσεις σπέρνεται και σε διπλές γραμμές σποράς που απέχουν μεταξύ τους περί τα 25εκ. και από το επόμενο ζεύγος περί τα 80-120εκ. Οι αποστάσεις των φυτών επάνω στη γραμμή είναι 15-20εκ. Η ποσότητα του σπόρου κυμαίνεται από 0,5-1,5 kg/στρέμμα.

**Άρδευση :** Ο ηλίανθος καλλιεργείται συνήθως ως ξηρικός. Επωφελεύεται όμως από την άρδευση (2-4 ποτίσματα), με αποτέλεσμα να υπερδιπλασιάζεται πολλές φορές η απόδοση. Η άρδευση αυξάνει και την αποτελεσματικότητα της λίπανσης. Επιπλέον, αυξάνει την περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι και βελτιώνει την ποιότητα των πρωτεϊνών, γιατί αυξάνει τα απαραίτητα αμινοξέα.

**Εχθροί και ασθένειες:** Ο ηλίανθος είναι καλλιέργεια ευπρόσβλητη από διάφορους μικροοργανισμούς και έντομα. Στην Ευρώπη τα έντομα δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα, γι' αυτό και σπάνια χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα, σε αντίθεση με τις ασθένειες που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές. Στην Ελλάδα, όπου η καλλιέργεια για λάδι είναι σχετικώς πρόσφατη, δεν υπάρχει προς το παρόν σοβαρό πρόβλημα από εχθρούς και ασθένειες, ίσως και λόγω των κλιματικών συνθηκών.

Εχθροί: Από τα έντομα ζημιές προκαλούν τα έντομα εδάφους, τα μυζητικά (αφίδες, θρίπες), η ηλιόπιδα, μερικά άλλα λεπιδόπτερα (π.χ. *Homoesoma nebullela*, που προσβάλλει τις ταξιανθίες και τους σπόρους) και μερικά κολεόπτερα (π.χ. *Smicronyx fulvus*, που προσβάλλει κυρίως τους σπόρους). Η αντιμετώπιση των λεπιδόπτερων και κολεόπτερων επιδιώκεται με τη δημιουργία ανθεκτικών γενοτύπων, με χρήση υπερπαρασίτων και με ρύθμιση της καλλιεργητικής τεχνικής.

Σημαντικές ζημιές προκαλούν στον ηλιάνθο, ιδιαίτερα όταν καλλιεργείται σε μεμονωμένα χωράφια, τα πουλιά τα οποία τρώνε τους σπόρους.

Ασθένειες : **1) Περονόσπορος** (*Plasmopara helianthii*). Ο μύκητας ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία. Συνήθως εμφανίζονται χλωρωτικές κηλίδες, σε όλα τα μέρη του φυτού, που αργότερα γίνονται νεκρωτικές.

**2) Άσπρη όψη** (*Sclerotinia sclerotinium*). Η μολυσματική μορφή του μύκητα είναι τα σκληρώτια τα οποία διαχειμάζουν στο έδαφος, σε υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Οι δευτερογενείς μολύνσεις γίνονται από ασκοσπόρια που σχηματίζουν λευκό μυκήλιο, στη συνέχεια δημιουργούνται σκληρώτια και το φυτό εμφανίζει συμπτώματα μάρανσης.

**3) Γκριζωπή μούχλα** (*Botrytis cinera*). Ο μύκητας προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού, αλλά αποτελεί πρόβλημα μόνον όταν οι συνθήκες είναι θερμές και υγρές (όπως στην ποτιστική καλλιέργεια). Προκαλεί κηλίδες γκριζες και υγρές.

**4)** Ο ηλιάνθος προσβάλλεται επίσης και από άλλες μυκητολογικές ασθένειες, όπως **αδρομυκώσεις** (*Verticillium dahliae*), **σκωρίαση** (*Puccinia helianthii*) και **αλτερνάρια** (*Alternaria spp.*) καθώς και από ιούς, βακτήρια και από φυτικά παράσιτα, όπως οροβάγχη.

Εκτός απο αυτές τις ασθένειες αναφέρθηκαν και κάποιες νέες οι οποίες είναι:

#### **1) Καστανή κηλίδωση, καρκίνος του στελέχους ή φόμοψη**

(*Phomopsis helianthii*). Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην πρώην Γιουγκοσλαβία το 1979. Ευνοείται από συχνές βροχοπτώσεις και υψηλές θερμοκρασίες. Τα συμπτώματα είναι ορατά από την έναρξη της ανθήσεως και μετά. Παρουσιάζονται καστανές κηλίδες στους μίσχους των φύλλων, στο στέλεχος και σπανιότερα και στις κεφαλές. Οι κηλίδες επεκτείνονται και προχωρούν σε βάθος με συνέπεια να παρακωλύεται η κυκλοφορία των χυμών και το φυτό να μαυρίζει και να ξηραίνεται. Ο αγρός εμφανίζει μια μορφή μωσαϊκού με αποξηραμένα και πράσινα φυτά. Οι βλαστοί γίνονται εύθραυστοι και σπάζουν με τον άνεμο.

**2) Μαύρισμα στελέχους** (*Phoma macdonaldi*). Προσβάλλει ταξιανθία, φύλλα και στελέχη. Τα συμπτώματα διακρίνονται από αυτά της φόμοψης, γιατί οι κηλίδες είναι μαύρες με περιφερειακή πράσινη απόχρωση. Όταν η προσβολή είναι σοβαρή, μαυρίζει όλο το στέλεχος και σπάζει.

**3) Σήψη του στελέχους και των ριζών** (*Sclerotium bataticola*, σκληρωτιακή μορφή του *Macrophomina phaseoli*). Προκαλεί πρόωμη ξήρανση των φυτών και ατελές γέμισμα των σπόρων, εξαιτίας της νέκρωσης των ηθμαγγειωδών σωλήνων και του περιορισμού του ριζικού συστήματος. Στα προσβεβλημένα τμήματα του φυτού σχηματίζει χαρακτηριστικά μικροσκοπικά μαύρα μικροσληρώτια.

Η αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών επιδιώκεται με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης, δηλαδή με τον συνδυασμό: α)κατάλληλης αμειψισποράς, β)εφαρμογής ορθής καλλιεργητικής τεχνικής (π.χ. αποφυγή υπερβολικής εδαφικής υγρασίας, εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης, κατάλληλη εποχή σποράς, κατάλληλος πληθυσμός φυτών), γ)χρήση ανθεκτικών γενοτύπων (σήμερα επιδιώκεται η μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας από άγρια είδη) και δ)ορθολογικής χρήσης χημικών σκευασμάτων (απολύμανση σπόρου κ.ά.).

## Πλεονεκτήματα του ηλιάνθου ως βιοενεργειακό φυτό

Με την Ευρωπαϊκή Ένωση να έχει θέσει στόχο έως το 2020 τα βιοκαύσιμα να αντιπροσωπεύουν το 10% της αγοράς καυσίμων και ένα στρέμμα ηλιάνθου να έχει υπολογιστεί ότι παράγει κατά μέσο όρο από 43 έως 75 λίτρα βιοντίζελ, η καλλιέργεια του «χρυσόφορου» αυτού φυτού φαίνεται να επιστρέφει δυναμικά τα τελευταία χρόνια στον θεσσαλικό κάμπο. Ακόμα ένα από τα πλεονεκτήματα του ηλιάνθου είναι ότι αποτελεί επένδυση ιδιαίτερα «χαμηλού ρίσκου» για τους αγρότες, επειδή, όπως αναφέρουν ειδικοί γεωπόνοι στο «Κ», έχει χαμηλό κόστος. Δεν απαιτείται, δηλαδή, παρά ο μισός προϋπολογισμός σε σχέση με την καλλιέργεια βαμβακιού και το ένα τρίτο των χρημάτων σε σύγκριση με το καλαμπόκι.

Και, με δεδομένη τη μεγάλη ζήτησή του από τη βιομηχανία, όπως και τη στροφή 180 μοιρών προς τα ενεργειακά φυτά, η καλλιέργεια του ηλιάνθου στις περισσότερες των περιπτώσεων συμβασιοποιείται, εξασφαλίζοντας σταθερά κέρδη για τον παραγωγό. Και είναι τόσο μεγάλο το επιχειρηματικό ενδιαφέρον, που, κατά βάση, οι ενδιαφερόμενες εταιρείες σε συνεργασία με τα γεωπονικά γραφεία στους κατά τόπους νομούς και τους αγροτικούς συνεταιρισμούς προσεγγίζουν τους αγρότες, προσφέροντας συμβόλαια. Σε ποια τιμή κλείνονται τα «deals»; Ενδεικτικά αναφέρεται η περίπτωση της Καλαμπάκας, όπου η τοπική Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών έχει συμφωνήσει με εταιρεία αποζημίωση ύψους 42,5 λεπτών ανά κιλό.

Και όχι τυχαία, καθώς οι αποδόσεις του φυτού είναι κατά 100 κιλά μεγαλύτερες σε σύγκριση με τη μέση απόδοση του βαμβακιού, ξεπερνούν, δηλαδή, τα 300 κιλά ανά στρέμμα. Την ίδια στιγμή, όπως προκύπτει από πειραματική καλλιέργεια στην Αττική σε τέσσερα υβρίδια του ηλιάνθου, που πραγματοποιήθηκε για ερευνητικές ανάγκες (στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διατριβής της Φ. Θ. Μουσταφέρη του Γεωπονικού Πανεπιστημίου), οι τελικές αποδόσεις σε σπόρο κυμαίνονται από περίπου 820 κιλό/στρέμμα έως 670 κιλό/ στρέμμα. Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε έλαιο, ξεπερνά το 37% για το σύνολο των τεσσάρων υβριδίων που καλλιεργήθηκαν.

Και εάν νομίζετε ότι ο ηλιάνθος μπορεί να καλλιεργηθεί μόνο από αγρότες, απατάστε. Καλλιεργείται εύκολα σε μια γλάστρα και οι θρεπτικότεροι σπόροι του μπορούν να αποξηρανθούν στο φως του ήλιου.

**Απόδοση του Ηλιάνθου:** μπορεί να δώσει 45-75 λίτρα/στρ

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κλείνοντας, θα ήθελα να τονίσω ότι οι βιολογικές καλλιέργειες είναι μια πλήρως αναπτυσσόμενη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας, με ένα μεγάλο μέρος επιστημονικού προσωπικού να ασχολείται με αυτήν και με πολλούς οργανισμούς στην Ευρώπη και παγκοσμίως να θέτουν συνεχώς τις βάσεις για τη βιώσιμη ανάπτυξή της. Το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από περίπου 7.500.000 τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών, καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά).

Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα των ερευνών στη χώρα μας, οι παραγωγικότερες ενεργειακές καλλιέργειες είναι το καλάμι, η αγριαγκινάρα και το γλυκό 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 (παράγεται από σπόρους δημητριακών, σακχαρότευτλα, κλπ) και ο ηλίανθος για παραγωγή βιοντίζελ (από ελαιούχους σπόρους ελαιοκράμβη, ηλίανθος, κλπ). 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 ΚΑΠΕ).

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

<b>Βιοκαύσιμο</b>	<b>Πρώτη Ύλη</b>	<b>Απόδοση (κιλά/ στρ.)</b>	<b>Απόδοση σε βιοκαύσιμο (κιλά/ στρ.)</b>	<b>Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/ στρ.)</b>
<u>Βιοντίζελ</u>	Ηλίανθος	120-210	40-70	43-75
	Ελαιοκράμβη	120-250	40-83	43-90



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

<b>Καλλιέργεια</b>	<b>Θερμογόνος δύναμη (MJ/Kg)</b>	<b>Απόδοση σε ξηρή βιομάζα (κιλά/στρέμμα)</b>	<b>Ενεργειακό δυναμικό (ΤΙΠ/στρέμμα)*</b>
Καλάμι	18,6	2.000-3.000	0,9-1,3
Μίσχανθος	17,3	800-3.300	0,3-1,2
Αγριαγκινάρα	14,5	1.700-3.300	0,6-1,1
Switchgrass	17,4	2.600	1,1

ΤΙΠ= Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Κίττας Κ. ,Γέματος Θ. ,Φούντας Σ. ,Μπαρτζάνας Θ. ,( 29 Νοεμ.-1 Δεκεμ. 2007) «Βιοκαύσιμα και Ενεργειακές Καλλιέργειες» ( [www.libray.tee.gr](http://www.libray.tee.gr) )
- Ελευθεριάδης Ι. «Δυνατότητα καλλιέργειας των ενεργειακών φυτών στον Ελληνικό χώρο» ( [www.lignite.gr](http://www.lignite.gr) )
- Ανάρτηση Κλεάνθης, «Πράσινη Ενέργεια-Βιώσιμη Ανάπτυξη-Περιβάλλον» ( [www.bioenergynews.blogspot.com](http://www.bioenergynews.blogspot.com) )
- Χρήστου Μ. , Αλεξοπούλου Ε. , Λυχνάρης Β. ,Νάματοβ Ε. , «Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο», ( <http://www.cres.gr> )
- (Σάββατο 13 Αυγούστου 2011) , «Ηλιάνθος: Το φυτό που παράγει οικολογικά καύσιμα» , ( <http://www.capital.gr> ) , Αναδημοσίευση από την εφημερίδα «Κεφάλαιο» της 6<sup>ης</sup> Αυγούστου 2011
- «Μίσχανθος , ο γίγαντας των ενεργειακών», ( [www.ktinotrofoi.gr](http://www.ktinotrofoi.gr) ) , πηγή ( [www.agronews.gr](http://www.agronews.gr) )
- (Σάββατο 6 Αυγούστου 2011), «Αγριοαγκινάρα-καλλιεργήστε 'πετρέλαιο' » , ( [www.m.capital.gr](http://www.m.capital.gr) ) , Αναδημοσίευση από την εφημερίδα «κεφάλαιο»της 30<sup>ης</sup> Ιουλίου
- (22 Μαρτίου 2013) , Βικιπαιδία , «Βιομάζα» , ( [www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org) )
- «Τι είναι οι Ενεργειακές καλλιέργειες» , ( [www.easy2find.gr](http://www.easy2find.gr) ) , πηγή agri
- Μεμάκη Α. , Αθήνα 2009, «Συγκριτική αξιολόγηση καλλιέργειας σε τρεις νομούς (Αιτωλοακαρνανίας , Καρδίτσα, Κιλκίς)» , Διπλωματική εργασία, Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθηνών , τμήμα αγροτικής οικονομίας και ανάπτυξης
- Λουκόπουλος Σ. , Ηράκλειο Κρήτης 2009, «Παρουσίαση της καλλιέργειας της Αγριοαγκινάρας και μελέτη των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα» , Πτυχιακή εργασία, Σχολή τεχνολογίας γεωπονίας, τμήμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών και ανθοκομίας,Κρήτη
- Σαϊτάκης Α. , Ηράκλειο 2007, «Καλλιέργεια ενεργειακών φυτών και αξιολόγηση αποδοτικότητας, Πτυχιακή εργασία, Σχολή τεχνολογίας γεωπονίας, τμήμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών και ανθοκομίας, Κρήτη
- Δαναλάτος Ν. , Αρχοντούλης Σ. , Οκτώβριος 2008 , «Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων Αγριοαγκινάρας, Ηλιάνθου, Σόργου» , Σχολή γεωπονικών επιστημών, τμήμα γεωπονίας φυτικής παραγωγής και αγροτικού περιβάλλοντος, Βόλος