

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας

Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας

Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΜΙΣΧΑΝΘΟΥ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



Εισηγητής: Καυγά Αγγελική

Σπουδαστές: Ανδρομανέσκου Λαμπρινή-Γκαλίνα (9637)

Κούτινα Μαρία (11078)

ΕΤΟΣ 2013-2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
Περίληψη	3
Εισαγωγή	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ	8
1.1 Επισκόπηση της αγοράς ενέργειας στην Ευρώπη	8
1.2. Κατανάλωση και εισαγωγή συμβατικών καυσίμων	9
1.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Χρήση βιομάζας	15
1.4 Βιοενέργεια.	16
1.4.1. Πόροι βιομάζας.	17
1.4.2. Βιομάζα και βιοκαύσιμα.	18
1.5. Η κατάσταση στην Ελλάδα	19
1.6. Ενεργειακές καλλιέργειες	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΥΤΑ – ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ ΚΑΙ ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ	26
2.1 Γενικά	26
2.2 Αγριαγκινάρα (<i>Cynara cardunculus</i>)	29
2.2.1 Πιθανές Χρήσεις Αγριαγκινάρας	33
2.2.2 Προσαρμογή σε περιθωριακά εδάφη	36
2.2.3 Θερμαντική αξία προϊόντων Αγριαγκινάρας	36
2.3 Μίσχανθος (<i>Miscanthus sinensis</i>)	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ	45
3.1 Κόστος παραγωγής Αγριαγκινάρας	45
3.2 Κόστος παραγωγής Μίσχανθου	50
3.3 Οικονομική Σύγκριση Μίσχανθου – Αγριαγκινάρας	56
3.4 Οικονομικός απολογισμός καλλιέργειας	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.

Η ενέργεια είναι ένας ουσιαστικός όρος για την παροχή προσωπικής άνεσης, τη διαχείριση βιομηχανικών δραστηριοτήτων και εμπορικών παραγωγών πλούτου, ενώ την ίδια στιγμή, η παραγωγή και η κατανάλωσή της, ασκεί ουσιαστική πίεση στο περιβάλλον, και συμβάλλει στην αλλαγή του κλίματος και την καταστροφή φυσικών οικοσυστημάτων. Το CO₂ είναι το αέριο πρώτιστα αρμόδιο για την αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος, ενώ το 94% των εκπομπών του CO₂ που παράγονται στην Ευρώπη μπορεί να αποδοθεί στον τομέα της ενέργειας γενικά και ειδικότερα στα συμβατικά καύσιμα όπως βενζίνη, άνθρακας και φυσικό αέριο.

Για να αντιμετωπισθεί η επιδείνωση της κατάστασης, η ΕΕ έχει θέσει ως στόχο τον διπλασιασμό του ενεργειακού ανεφοδιασμού από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από 6 σε 12% και να αυξήσει το μερίδιό τους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από 14 σε 22% μέχρι το 2010.

Η παρούσα μελέτη, παρουσιάζει την κατάσταση που επικρατεί στον τομέα της ενέργειας σήμερα, σε Ευρώπη και Ελλάδα, τόσο για τη χρήση των συμβατικών καυσίμων, όσο και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γενικά, και ειδικότερα για την συμβολή της βιομάζας στην παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού, ισχύος και βιοκαυσίμων. Η χρήση της βιομάζας ως υποκατάστατο του άνθρακα παρέχει την άμεση μείωση περί 0.5-0.6 τόνους άνθρακα ανά κάθε χρησιμοποιούμενο τόνο βιομάζας ή 0,8 τόνους του αντικαταστημένου άνθρακα. Παρουσιάζονται οι τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας στις παραπάνω μορφές ενέργειας, και επίσης οι κυριότεροι πόροι της βιομάζας, δηλαδή οι ενεργειακές καλλιέργειες ή καλλιέργειες με δυνατότητες για την χρήση αυτή.

Η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*), εξετάζεται αναλυτικά ως προς τις καλλιεργητικές απαιτήσεις, τις αποδόσεις, το κόστος παραγωγής της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς και της σύγκρισης του κόστους αυτού με το κόστος χρήσης πετρελαίου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών θερμοκηπιακών καλλιεργειών, καθώς και τις πιθανές παράλληλες χρήσεις της παραγόμενης βιομάζας. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν μείωση του κόστους κατά περίπου 1/5 σε σχέση με το πετρέλαιο και περίπου κατά το ήμισυ σε σχέση με το αργό πετρέλαιο.

Τέλος παρουσιάζονται τα βασικότερα προβλήματα της καθιέρωσης των ενεργειακών καλλιεργειών στη γεωργία και κάποιες προτάσεις για να ξεπεραστούν.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια είναι ένα βασικό ζήτημα για την κοινωνική και οικονομική ευημερία. Κατά τη διάρκεια μιας μακροχρόνιας χρονικής περιόδου, η κατανάλωση ενέργειας, αποτελεί ένα μέτρο του επιπέδου ανάπτυξης της οικονομίας, με την κατανάλωση πετρελαίου ως κύριο δείκτη του (Flavin, Lenssen, 1994), κυρίως επειδή το μεγαλύτερο μέρος της (41% της παρεχόμενης ενέργειας στην Ευρώπη), προέρχεται από το πετρέλαιο και τα προϊόντα πετρελαίου. Η κατάσταση της παγκόσμιας οικονομίας, επίσης εξαρτάται άμεσα από τις τιμές του πετρελαίου, ενώ η ενέργεια είναι ένας ουσιαστικός όρος για την παροχή προσωπικής άνεσης, διαχείριση βιομηχανικών δραστηριοτήτων και εμπορικών παραγωγών πλούτου. Την ίδια στιγμή, η παραγωγή και η κατανάλωσή της, ασκεί ουσιαστική πίεση στο περιβάλλον, και συμβάλλει στην "αλλαγή του κλίματος, την καταστροφή φυσικών οικοσυστημάτων, που αμαυρώνουν το περιβάλλον και που προκαλούν δυσμενή αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία " (European Environmental Agency, 2002). Μεταξύ του ευρέως φάσματος των στόχων της πολιτικής για την ενέργεια της ΕΕ , οι κυριότεροι είναι η ασφάλεια του ανεφοδιασμού, της ανταγωνιστικότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος (Commission of the European Communities COM(2002) 321 final).

Σε περιβαλλοντικό πλαίσιο, η ενεργειακή πολιτική στοχεύει στη μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης της παραγωγής και της χρήσης ενέργειας, στην εξοικονόμηση ενέργειας, την ενεργειακή αποδοτικότητα και την αύξηση του μεριδίου της παραγωγής, καθώς και της χρήσης καθαρών μορφών ενέργειας (Commission Communication COM(1998)571).

Όλες αυτές οι περιοχές είναι έντονα διασυνδεδεμένες: η βελτίωση στην ενεργειακή αποδοτικότητα μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, συμβάλει στην ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού, και μειώνει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων, περιορίζοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Παρά τα πολλά τεχνικά πλεονεκτήματα των συμβατικών καυσίμων, έχουν τρία πολύ ισχυρά μειονεκτήματα:

- εκπέμπουν ρύπους κατά την καύση τους,
- συμβάλουν στην αλλαγή του κλίματος του πλανήτη,
- η οικονομία των χωρών χωρίς αρκετά αποθέματα σε συμβατικά καύσιμα, για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε πόρους ενέργειας, είναι

κάτω από την απειλή της διακοπής του ανεφοδιασμού πηγών ενέργειας.

Η ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού υπονοεί στη διαθεσιμότητα της ενέργειας οποιαδήποτε στιγμή σε επαρκή ποσότητα και σε προσιτή τιμή (European Communities, 2002a). Επειδή οι πόροι συμβατικών καυσίμων, στους οποίους στηρίζονται οι χώρες, διανέμονται άνισα στη παγκόσμια σφαίρα και οι διάφορες χώρες κατέχουν άνισες ικανότητες να αναπτύξουν άλλους ενεργειακούς πόρους, η ενεργειακή ασφάλεια γίνεται ένα κρίσιμο ζήτημα (European Commission, 2001b). Διάφοροι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την ασφάλεια της μελλοντικής παροχής πετρελαίου: η αυξανόμενη κατανάλωση πετρελαίου, που εισάγεται κυρίως από τη Μέση Ανατολή και έτσι η αυξανόμενη ζήτηση, η αυξανόμενη εξάρτηση των βιομηχανικών χωρών στο πετρέλαιο, οι πιθανές συγκρούσεις, οι δολιοφθορές, οι τρομοκρατικές ενέργειες, η διάσπαση του εμπορίου και η μείωση των αποθεμάτων πετρελαίου μπορούν επίσης να βλάψουν τα παγκόσμια καθώς επίσης και εθνικά και περιφερειακά ενεργειακά συστήματα (Johansson, Goldemberg, 2002).

Σήμερα οι οικολογικές ανησυχίες είναι ένας σημαντικός και καθοριστικός παράγοντας της ενεργειακής ημερήσιας διάταξης, ειδικά το πρόβλημα της αλλαγής του κλίματος (European Parliament COM(1998)571 □ C4□0040/99). Η επιστημονική κοινότητα είναι σε ευρεία συμφωνία ότι η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου έχει δυσμενή αποτελέσματα στον πλανήτη μας, που προκαλούν μια σειρά από προβλήματα, όπως οι πιο απρόβλεπτες καιρικές αλλαγές, βαριές βροχοπτώσεις, άνοδος στη στάθμη της θάλασσας, ξηρασία, δασικές πυρκαγιές (European Commission, 2001a, Flavin, Lenssen, 1994.).

"Το CO₂ είναι το αέριο πρώτιστα αρμόδιο για την αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος, ενώ το 94% των εκπομπών του CO₂ που παράγονται στην Ευρώπη μπορεί να αποδοθεί στον τομέα της ενέργειας γενικά και ειδικότερα στα συμβατικά καύσιμα όπως βενζίνη, άνθρακας και φυσικό αέριο." (European Commission, 2001c).

Η ΕΕ πέτυχε τη δέσμευσή της για σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα το 2000 στα επίπεδα του 1990 και την γενική μείωση κατά 3,5% (EEA, 2002b). Εντούτοις, θα είναι δύσκολο για την ΕΕ να εκπληρώσει το στόχο του πρωτοκόλλου του Κιότο για μείωση των συνολικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% από τα επίπεδα του 1990, έως το 2010. Η σημαντικότερη μείωση των εκπομπών CO₂, συνέβη στους μη ενεργειακούς σχετικούς τομείς ενώ οι

σχετικές με την ενέργεια εκπομπές αυξήθηκαν, με την κύρια συμβολή του τομέα των μεταφορών (EEA, 2002b). Ο τομέας των μεταφορών αυτήν την περίοδο, παράγει 28% των ευρωπαϊκών εκπομπών του CO₂ αλλά είναι επίσης ο υπεύθυνος τομέας, για αύξηση κατά 90% στις εκπομπές μεταξύ 1990 και 2010 (Commission Communication COM(2002) 321 final). Οι συνολικές εκπομπές το 2010 είναι πιθανό να είναι σχεδόν ίδιες όπως το 1990, εκτός αν ληφθούν πρόσθετα μέτρα. Επιπλέον, σύμφωνα με τις προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το Περιβάλλον, οι συνολικές εκπομπές αερίου των κρατών μελών θα αυξηθούν κατά τουλάχιστον 5,2% μεταξύ 1990 και 2010 (European Commission, 2001c).

Η ενεργειακή επάρκεια όμως έχει αυξηθεί, το οποίο ήταν ένας από τους κύριους παράγοντες που κατέστησαν δυνατή τη μείωση εκπομπών του CO₂ στην περίοδο 1990-2000. Αλλά η τάση για κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται. Η αυξανόμενη ευημερία των Ευρωπαίων, οδηγεί σε υψηλότερη ενεργειακή ζήτηση, ειδικότερα ηλεκτρική ενέργεια, που αυτήν την περίοδο παράγεται συνήθως με καύση συμβατικών καυσίμων.

Η βιοενέργεια μαζί με άλλες ανανεώσιμες ενέργειες είναι αναμενόμενο να γίνει ένας από τους βασικούς ενεργειακούς πόρους για να αντιμετωπιστεί η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και η υπερεξάντληση των πόρων των συμβατικών καυσίμων. Σήμερα, η αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας, είναι ο φτηνότερος τρόπος μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (GHGs), παρά η επένδυση στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (European Commission, 1999). Αλλά εκείνες οι επενδύσεις είναι ζωτικής σημασίας για μακροπρόθεσμες προοπτικές. Πάνω από τρεις δεκαετίες μετά την κρίση πετρελαίου της δεκαετίας του '70, η έννοια της ενεργειακής ασφάλειας έχει πάρει μια ευρύτερη έννοια. Δεν είναι μόνο θέμα μείωσης της εξάρτησης εισαγωγών και προώθησης της εσωτερικής παραγωγής. Τώρα ενσωματώνει τη διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας και των τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων ενεργειών εκτός από τα συμβατικά καύσιμα με την υποστήριξη πολιτικών πρωτοβουλιών. Υπονοεί την αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας, που εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία των αγορών.

Προ πάντων, το περιβάλλον είναι ένα ουσιαστικό συστατικό της ενεργειακής ασφάλειας. Οι οδηγίες της ΕΕ θέτουν τους στόχους ενός ορισμένου ποσοστού των βιολογικών καυσίμων στα καύσιμα των αυτοκινήτων, αλλά και στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, που θα πρέπει να επιτευχθούν μέχρι το 2010 προκειμένου να εκπληρωθούν οι υποχρεώσεις σχετικά με τη μείωση εκπομπής του

CO₂, που ανέλαβε η ΕΕ με την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Κιότο και να εγγυηθεί την ενεργειακή ασφάλεια για ανεφοδιασμό στο μέλλον, που μειώνει την εξάρτηση στο εισαγόμενο πετρέλαιο.

Υπάρχουν τρεις βασικές αγορές για εφαρμογή της χρήσης βιομάζας, με διαφορετική δυνατότητα να επηρεάσουν τη μείωση εκπομπής του CO₂. Η βιομάζα μπορεί να υποβάλλεται σε επεξεργασία σε διάφορα υγρά καύσιμα, μπορεί να καεί ή να συγκαεί με τα συμβατικά καύσιμα ή να εξαερωθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Η πραγματική επίδραση εξαρτάται από την ενεργειακή καλλιέργεια που επιλέγεται, και την τεχνολογία μετατροπής. Οι υπεύθυνοι για τη λήψη αποφάσεων δεν έχουν μια καλή βάση ώστε να επιλέξουν σε ποια διαδρομή πρέπει να δώσουν προτεραιότητα. Όλες οι διαβάσεις μετατροπής ποικίλλουν σε βαθμό πιθανής αποτελεσματικότητας. Παράλληλα, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην ενεργειακή παραγωγή ανά μονάδα βιομάζας. Υπάρχουν επίσης μεγάλες αποκλίσεις στην κλίμακα των εγκαταστάσεων. Σημαντικές διαφορές είναι επίσης στις ευκαιρίες απασχόλησης ανά ενεργειακή μονάδα. Αλλά για τη λήψη της απόφασης σε αυτήν την περίπτωση, η διαδρομή που δίνει την υψηλότερη μείωση εκπομπής CO₂ ανά μονάδα της παροχής ενεργειακών υπηρεσιών, θεωρείται η πιο συμφέρουσα. Η ερώτηση για το ποια διαδρομή δίνει την υψηλότερη μείωση σε εκπομπή CO₂ θα πρέπει να ερευνηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 Επισκόπηση της αγοράς ενέργειας στην Ευρώπη

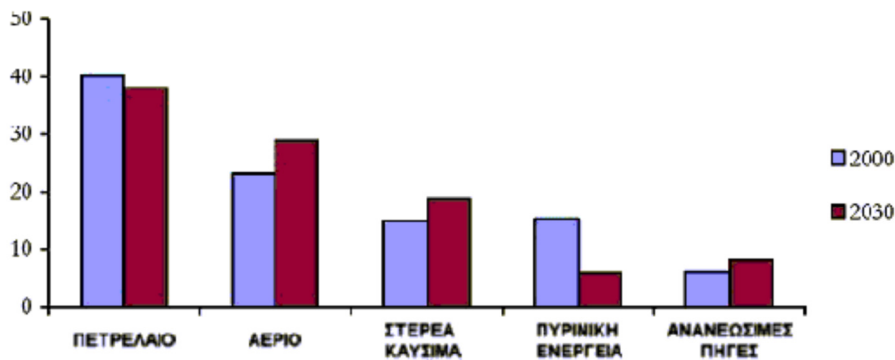
Το μέλλον της οικονομίας της Ευρώπης εξαρτάται από τον αειφόρο ενεργειακό ανεφοδιασμό, από άποψη συνοχής, προσιτής τιμής και του οικολογικά φιλικού τρόπου παραγωγής. Οι Ευρωπαϊκές χώρες είναι σχετικά φτωχές σε συμβατικές πηγές ενέργειας και κατέχουν μόνο το 2,0% του πετρελαίου, το 3,5% του φυσικού αερίου και το 12,4% των παγκόσμιων αποθεμάτων άνθρακα (European Commission, 2001b). Συζητήσεις γύρω από την ασφάλεια του ανεφοδιασμού, διαμορφώθηκαν από την αυξανόμενη συνειδητοποίηση για τις παγκόσμιες και τοπικές περιβαλλοντικές συνέπειες της παραγωγής αλλά και της χρήσης της ενέργειας. (Commission Communication COM(2002) 321final). Η ενέργεια με οποιαδήποτε μορφή, όταν παράγεται ή χρησιμοποιείται, δημιουργεί αντίκτυπο στην περιβάλλουσα φύση από την άποψη της μεταφοράς, των υποπροϊόντων και των αποβλήτων.

Η ασφάλεια του ανεφοδιασμού πρέπει να εξεταστεί στα πλαίσια της διεύρυνσης της ΕΕ, των περιβαλλοντικών προβλημάτων, της αλλαγής του κλίματος, της βιώσιμης ανάπτυξης, της οικονομίας και του φορολογικού πλαισίου, της εσωτερικής αγοράς ενέργειας και της παγκοσμιοποίησης.

Η πλειοψηφία της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ευρώπη έχει απολιθωμένη προέλευση και η περιβαλλοντική επίδραση από τον τομέα της ενέργειας είναι μεγάλη. Εκτός από τους ρύπους που τα συμβατικά καύσιμα εκπέμπουν κατά την καύση τους, απελευθερώνουν επίσης και CO₂, το οποίο είναι ένα από τα κύρια αέρια που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, συμβάλλοντας κατά συνέπεια και στην αλλαγή του κλίματος. Οι εισαγωγές σε απολιθωμένα καύσιμα στην Ευρώπη είναι μεγάλες και αυξάνονται κάθε χρόνο. Υπάρχουν δύο κύριοι λόγοι για την εισαγωγή καυσίμων: το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο εισάγονται λόγω ενός ευρωπαϊκού ελλείμματος σε τέτοιους πόρους, ενώ το κάρβουνο εισάγεται επειδή οι τιμές εισαγωγών είναι χαμηλότερες από τις δαπάνες της εξαγωγής άνθρακα από Ευρωπαϊκά ορυχεία άνθρακα.

1.2. Κατανάλωση και εισαγωγή συμβατικών καυσίμων

Οι τρέχουσες και οι προβλεπόμενες για το 2030 πηγές ενέργειας, που καλύπτουν την ενεργειακή απαίτηση στην Ευρώπη παρουσιάζονται στο Σχήμα 2 (European Commission, 2001a). Οι αριθμοί για το 2030 παρουσιάζονται με υπόθεση της συνέχειας των σύγχρονων τάσεων χωρίς οποιεσδήποτε δραστικές αλλαγές στις πολιτικές και τεχνολογίες, και χωρίς οποιαδήποτε σημαντικά μέτρα.



*Σχήμα 1. Ενεργειακό ισοζύγιο της ΕΕ-15 για το 2000 και πρόβλεψη για το 2030
Πηγή : European Commission, 2001a).*

Το 78,3% (το 2000) της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη έχει απολιθωμένη προέλευση. Το πετρέλαιο έχει το μεγαλύτερο μερίδιο στην ενέργεια (40.3% ή 588 Mtoe το 2000) (European Communities, 2003b) λόγω της υψηλής θερμιδικής του αξίας και της ευκολίας στη χρήση. Εντούτοις, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, προβλέπεται σίγουρη πτώση στο μέλλον. Το πετρέλαιο στην Ευρώπη εξάγεται στη Βόρεια Θάλασσα, όπου τα αποθέματα αποτελούν μόνο το 2% των παγκόσμιων, αυτή τη στιγμή. Το πετρέλαιο της Βόρειας Θάλασσας, καλύπτει το 21% του πετρελαίου που απαιτεί η ΕΕ-15. Μεταξύ των κρατών μελών το Ηνωμένο Βασίλειο είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός πετρελαίου, καλύπτοντας το

79,8% της συνολικής εξαγωγής ακατέργαστου πετρελαίου της ΕΕ-15, το 2000 (European Communities, 2003b). Ο άλλος μεγάλος προμηθευτής εντός της ΕΕ, είναι η Δανία με 11,3% της εξαγωγής ακατέργαστου πετρελαίου της ΕΕ. Στην πραγματικότητα, η εξόρυξη πετρελαίου στη Βόρεια Θάλασσα είναι κοντά στο τέλος της, λόγω της μείωσης των γνωστών αποθεμάτων πετρελαίου, του πολύ υψηλού κόστους εξερεύνησης των νέων πόρων και του αρκετά υψηλότερου κόστους της εξόρυξης πετρελαίου απ' ό,τι στη Μέση Ανατολή (8-10 \$US/βαρέλι συγκρινόμενο

με 2-3 \$US/βαρέλι). Γύρω στο 80% των ορυκτελαίων που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη εισάγεται κυρίως από τις χώρες ΟΠΕΚ (51%) και τη Ρωσία (18%).

Βέβαια η ΕΕ προμηθεύεται πετρέλαιο από μία σειρά προμηθευτών, ώστε να εξασφαλίσει την οικονομική της ευστάθεια σε περίπτωση ρήξης με κάποια από της πηγές πετρελαίου. Στο μέλλον, η εισαγωγή πετρελαίου της ΕΕ, υπολογίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να είναι περίπου 90% αυτού που απαιτείται, και οι ευρωπαϊκές χώρες να γίνουν πολύ πιο εξαρτώμενες από τον εξωτερικό ανεφοδιασμό πετρελαίου (European Commission, 2001b).

Το ακατέργαστο πετρέλαιο χρησιμοποιείται κυρίως ως εισαγωγή στις εγκαταστάσεις διυλισμού όπου γίνεται διαχωρισμός στα κλάσματα: 35,5% πετρέλαιο diesel , 21,5% βενζίνη , 16,0% μαζούτ, 6,8% κηροζίνη και καύσιμα αεροπλάνων, 6,6% νάφθα, 3,6% αέριο, 3,1% υγροποιημένα αέρια πετρελαίου και 6,9% άλλα προϊόντα πετρελαίου (European Communities, 2003b).

Από την κρίση του πετρελαίου στη δεκαετία του '70, το πετρέλαιο αντικαταστάθηκε ευρέως από τα εναλλακτικά καύσιμα σε πολλές εφαρμογές (παραγωγή βιομηχανίας, θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας). Ο τομέας των μεταφορών παραμένει ιδιαίτερα εξαρτώμενος (98%) στον ανεφοδιασμό πετρελαίου ως πηγή ενέργειας, που λογαριάζει περισσότερο από 2/3 (69,7% το 2000) της κατανάλωσης πετρελαίου ενώ οι απαιτήσεις του για πετρέλαιο, συνεχίζουν να αυξάνονται, και η πιθανότητα να αντικατασταθεί το πετρέλαιο στον τομέα αυτό παραμένει πολύ μικρή . Χωρίς νέες τεχνολογικές λύσεις, η πρόβλεψη είναι ότι ο τομέας των μεταφορών θα καταναλώσει μέχρι και 65% του πετρελαίου από 2020.

Το μερίδιο της οικιακής κατανάλωσης πετρελαίου ήταν 12,8% το 2000 (European Communities, 2003b).

Από την κρίση του πετρελαίου στη δεκαετία του '70, το πετρέλαιο αντικαταστάθηκε ευρέως από τα εναλλακτικά καύσιμα σε πολλές εφαρμογές (παραγωγή βιομηχανίας, θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας). Ο τομέας των μεταφορών παραμένει ιδιαίτερα εξαρτώμενος (98%) στον ανεφοδιασμό πετρελαίου ως πηγή ενέργειας, που λογαριάζει περισσότερο από 2/3 (69,7% το 2000) της κατανάλωσης πετρελαίου ενώ οι απαιτήσεις του για πετρέλαιο, συνεχίζουν να αυξάνονται, και η πιθανότητα να αντικατασταθεί το πετρέλαιο στον τομέα αυτό παραμένει πολύ μικρή . Χωρίς νέες τεχνολογικές λύσεις, η πρόβλεψη είναι ότι ο τομέας των μεταφορών θα καταναλώσει μέχρι και 65% του πετρελαίου από 2020.

Το μερίδιο της οικιακής κατανάλωσης πετρελαίου ήταν 12,8% το 2000

(European Communities, 2003b).

Η κατανάλωση φυσικού αερίου αντιπροσωπεύει το 23,2% (338 Mtoe) της ακαθάριστης εσωτερικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ (European Communities, 2003b). Το μερίδιο του πετρελαίου στην κάλυψη της ενεργειακής απαίτησης της ΕΕ μένει σχετικά σταθερό, ενώ το αέριο γίνεται όλο και περισσότερο δημοφιλές, αντικαθιστώντας βαθμιαία τα στερεά καύσιμα, ειδικότερα το κάρβουνο, και το πετρέλαιο. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για αυτό:

- το κόστος επένδυσης για τροφοδότηση εγκαταστάσεων με αέριο είναι χαμηλό έναντι άλλων επιλογών, παρέχοντας γρήγορη απόσβεση της επένδυσης;
- η υψηλότερη αποδοτικότητα συνδυάζεται μέσα στα προγράμματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας;
- το αέριο μπορεί να ικανοποιήσει πολλά είδη ενεργειακών αναγκών, ενώ έχει το χαμηλότερο επίπεδο παραγωγής των GHGs σε σχέση με τη χρησιμοποίηση πετρελαίου και άνθρακα;
- είναι εύκολα διαθέσιμο από τους πόρους της εσωτερικής ΕΕ και από δεξαμενές που βρίσκονται κοντά στα σύνορα της (European Commission, 2001b).

Αντίθετα από το πετρέλαιο, τα αποθέματα αερίου διανέμονται σχετικά καλά σε όλη την υδρόγειο. Τα σημαντικότερα αποθέματα είναι τοποθετημένα στην πρώην Σοβιετική Ένωση, τη Μέση Ανατολή, τη Βόρεια Θάλασσα και τη βόρεια Αφρική, αντιπροσωπεύοντας τις πιο ενδιαφέρουσες περιοχές για τον ανεφοδιασμό αερίου στην Ευρώπη λόγω της εύκολης εκμετάλλευσης των αποθεμάτων αυτών και της ευνοϊκής, κατάλληλα ανεπτυγμένης ναυτιλίας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις παγκοσμίως, τα αποθέματα είναι αρκετά για 60 έτη (εκτιμήσεις του 1999), εντούτοις θα παρατηρηθεί πτώση σε 20 έτη (Bourdair, 1999). Στην Ευρώπη το φυσικό αέριο θα εξαντληθεί σε 20 έτη. Η ζήτηση φυσικού αερίου της ΕΕ, καλύπτεται από την εισαγωγή από τη Ρωσία (41,1%), τη Νορβηγία (23,3%) και την Αλγερία (29,1%).

Άλλοι σημαντικοί προμηθευτές αερίου στην ΕΕ, είναι το Ηνωμένο Βασίλειο και οι Κάτω Χώρες, με 51,2% και 27,2% από την παραγωγή φυσικού αερίου της ΕΕ αντίστοιχα (European Communities, 2003b). Μετά από την διεύρυνση της ΕΕ, η ζήτηση φυσικού αερίου και η εισαγωγή από τη Ρωσία ειδικότερα πρόκειται να αυξηθούν δραστικά, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα νέα μέλη της ΕΕ ιστορικά εισήγαγαν το αέριο από την πρώην ΕΣΣΔ. Η συνολική εισαγωγή αερίου προβάλλεται να αυξηθεί από το 40% σε 66% μέχρι το 2020 (European Commission, 2001b).

Σε αντίθεση με το πετρέλαιο, το μεγαλύτερο μέρος του αερίου (72,4% το

2000) καταναλώνεται άμεσα από τον τελικό πελάτη, συνήθως για οικιακή χρήση (42,1% της συνολικής κατανάλωσης αερίου το 2000) και το υπόλοιπο πηγαίνει για περαιτέρω μετασχηματισμός (European Communities, 2003b).

Τα στερεά καύσιμα, συμπεριλαμβανομένου του σχιστόλιθου άνθρακα, λιγνίτη, τύρφης και πετρελαίου, αποτελούν το 14,8% (215 Mtoe) (European Communities, 2003b). Σε απόλυτους όρους, το 80% των αποθεμάτων απολιθωμένων καυσίμων στην Ευρώπη είναι στερεά καύσιμα (72 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα /έτος), 70% του οποίου είναι σκληρός άνθρακας. Είναι ελκυστικές επιλογές επειδή οι Ευρωπαϊκοί πόροι είναι άφθονοι και το ποσοστό χρήσης τους είναι πολύ χαμηλότερο από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Παρόλα αυτά, η ποιότητα αυτών των καυσίμων ποικίλλει σημαντικά και το μεγάλο κόστος παραγωγής οφείλεται στο υψηλό κόστος εξαγωγής από τα βαθιά μεταλλεία καθώς και το υψηλό κόστος εργασίας, ενώ είναι λιγότερο αποδοτικό έναντι άλλων πηγών ενέργειας. Η εξόρυξη άνθρακα στην ΕΕ εντοπίζεται κυρίως στη Γερμανία (60 Mtoe), το Η.Β. (18 Mtoe), τη Γαλλία, την Ισπανία (8 Mtoe), και το Βέλγιο (8 Mtoe) (European Communities, 2003b), και επιχορηγείται. Τάσεις για αύξηση του μεριδίου του εισαγόμενου φτηνού άνθρακα παρατηρείται, κάνοντας την ΕΕ πιο εξαρτημένη στον ξένο ανεφοδιασμό. Ο άνθρακας εισάγεται κυρίως από την Αυστραλία, τον Καναδά και τις ΗΠΑ με τη μέση τιμή 42 €/ tce κατά τη διάρκεια του 1995-1999 (σε σύγκριση με 143 €/tce για το γερμανικό άνθρακα). Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του άνθρακα είναι η παγκόσμια αφθονία του, το πλεόνασμα διάθεσης σε σχέση με τη ζήτηση, που οδηγεί στις σχετικά σταθερές τιμές κατά τη διάρκεια του χρόνου, και έτσι γίνεται μια ελκυστική επιλογή από την άποψη της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού (European Commission, 2001b).

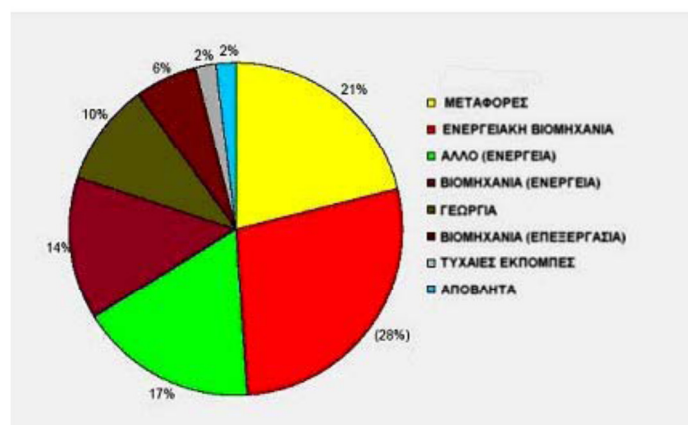
Κατά τη διάρκεια μιας μακράς χρονικής περιόδου ο άνθρακας ήταν το κύριο καύσιμο για τις συμβατικές θερμικές εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ενέργειας (στη χώρα μας εξακολουθεί να είναι), αντιπροσωπεύοντας το 72,3% της αγοράς για τα στερεά καύσιμα. Κατά τη διάρκεια των πρόσφατων ετών, η ηλεκτρική παραγωγή παρουσιάζει ιδιαίτερη προτίμηση στο φυσικό αέριο ως καύσιμο. Μεταξύ 1990 και 2000 η χρήση στερεών καυσίμων στις συμβατικές εγκαταστάσεις θερμικής παραγωγής ενέργειας ελαττώθηκε από 67,6 σε 52,2% (European Communities, 2003b).

Ένας πρόσθετος λόγος για το μειωμένο ενδιαφέρον για τον άνθρακα, είναι οι επιβλαβείς εκπομπές αερίων που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της καύσης

του. Ο άνθρακας έχει καταργηθεί από τις οικιακές χρήσεις λόγω της αυξημένης ρύπανσης που προκαλεί. Παρά την ανάπτυξη των καθαρών τεχνολογιών της καύσης άνθρακα και τα θεσπιζόμενα μέτρα για να περικοπούν οι εκπομπές, ο άνθρακας παραμένει ρυπαντής του αέρα, συμπεριλαμβανομένων και των εκπομπών CO₂. Αλλά στο πιο εγγύς μέλλον ο άνθρακας μπορεί να κερδίσει πάλι τη σημασία του για την βιομηχανία ηλεκτρικής παραγωγής, καθώς η αξία του αερίου προβλέπεται να ανεβεί λόγω της αυξανόμενης ζήτησης, και του αφοπλισμού των μεγάλης ηλικίας πυρηνικών αντιδραστήρων. (European Communities, 2003b).

Περισσότερο από η μισή (56,1% το 2000) από την ηλεκτρική ενέργεια στην ΕΕ παράγεται στις εγκαταστάσεις θερμικής παραγωγής ενέργειας, που σημαίνει καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, αν και κάποιο ποσό βιοηλεκτρικής ενέργειας παράγεται επίσης. Το μεγαλύτερο μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από τα απολιθωμένα καύσιμα (90%) παράγεται στη Δανία, Ελλάδα, Ιρλανδία και τις Κάτω Χώρες. Η πιο "πράσινη" ηλεκτρική παραγωγή, βρίσκεται στο Λουξεμβούργο, Αυστρία και Σουηδία και προέρχεται από υδρο-ενεργειακές εγκαταστάσεις (European Communities, 2003b).

Οι τομείς της οικονομίας, αρμόδιοι για την εκπομπή GHGs παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ-15 ανά τομέα για το 2001
 Πηγή: European Environmental Agency, 2004)

Οι κλάδοι με τη μεγαλύτερη συμβολή είναι η ενεργειακή βιομηχανία (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και εγκαταστάσεις καθαρισμού), η βιομηχανία (καύση) και οι μεταφορές. Κάποια πρόοδος στην μείωση εκπομπών άνθρακα στον τομέα της ενέργειας έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια. Η μεγαλύτερη μείωση στις εκπομπές CO₂ επιτεύχθηκαν στη βιομηχανία κατασκευών σε 8% ή 55 εκατομμύριο τόνους, κυρίως λόγω της οικονομικής αναδόμησης, της βελτίωσης

αποδοτικότητα και της μεταπήδησης σε άλλα καύσιμα, και μέσα ενέργειας (θερμότητα και ηλεκτρική παραγωγή), κατά 5% λόγω της αντικατάστασης του άνθρακα από το αέριο και τη βελτίωση αποδοτικότητας. Πρόσθετη συμβολή στη μείωση των GHGs του τομέα της ενέργειας, ήταν μια επέκταση της παραγωγής αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας στη Δανία, τη Γερμανία και την Ισπανία. (EEA, 2004).

Αντίθετα από άλλους τομείς, οι μεταφορές, οι οποίες περιλαμβάνουν την οδική μεταφορά, την πολιτική αεροπορία, τους σιδηρόδρομους, τη ναυσιπλοΐα και άλλες μεταφορές, παρουσίασαν αυξανόμενες εκπομπές CO₂ κατά 18% ή 128 εκατομμύρια τόνους μεταξύ 1990 και 2000 κυρίως μέσω της καύσης συμβατικών καυσίμων. Ο μεγαλύτερος συνεισφέρων σε εκπομπές μεταφορών είναι οδική μεταφορά – 84% σε 1999. Οι όγκοι μεταφορών οδικώς, μετριούνται σε επιβάτης/χιλιόμετρο ή τόνους/χιλιόμετρο, και είναι οι κατευθυντήριες δυνάμεις των εκπομπών CO₂ από τις μεταφορές. Οι μεταφορές επιβατών και φορτίων αυξήθηκαν κατά 17 και 42% αντίστοιχα μεταξύ 1990 και 1999, Η αύξηση του ποσού εκπομπής προκλήθηκε έντονα με την ανάπτυξη απαιτήσεων για μεταφορά, κυρίως δρόμων, οι οποίες οδηγήθηκαν από την οικονομική ανάπτυξη (EEA, 2004).

Αυτή την περίοδο ο τομέας της ενέργειας συνολικά είναι αρμόδιος για το 94% των προκαλούμενων από τον άνθρωπο εκπομπών CO₂ στην Ευρώπη. Από αυτό το ποσό 50% προέρχεται από την κατανάλωση πετρελαίου, 22% από αέριο και 28% από την καύση άνθρακα. Η μεγαλύτερη συμβολή είναι από τον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας και έχει τη μέγιστη πιθανότητα να αυξήσει τις εκπομπές CO₂ στο μέλλον, λόγω της αυξανόμενης απαίτησης για κατανάλωση ενέργειας, εάν δεν ληφθεί κανένα μέτρο, τεχνικές ή πολιτική, (European Commission, 2001a).

Σύμφωνα με μερικούς υπολογισμούς, με τη σύγχρονη τάση ανάπτυξης, η ζήτηση για ενέργεια και για συμβατικά καύσιμα ειδικότερα, τα επίπεδα του CO₂ στην ατμόσφαιρα θα αυξηθούν από 360 ppm σε 550-600 ppm ως το 2050 οδηγώντας στην καταστροφική αλλαγή κλίματος. Αυτή η απειλή, μαζί με διάφορους άλλους παράγοντες, θα μπορούσε να είναι ένας λόγος που να αποθαρρύνει την περαιτέρω εκμετάλλευση των αποθεμάτων (European Commission, 2001b).

Εν περιλήψει, οι παράγοντες που ασκούν επίδραση στις εκπομπές του CO₂ είναι: ο πληθυσμός, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, η ενεργειακή ένταση του ΑΕΠ, το μερίδιο των συμβατικών καυσίμων στην κατανάλωση ενέργειας και η μετατόπιση

μεταξύ συμβατικών καυσίμων προς καύσιμα που απελευθερώνουν λιγότερο CO₂ (EEA, 2004).

Οι ευρωπαϊκές χώρες εξαρτώνται εξαιρετικά από τον εξωτερικό τους ανεφοδιασμό καυσίμων. Οι εισαγωγές αποτελούν περίπου το 50% των αναγκών σε ενέργεια και θα ανέλθουν σε 70% το 2030 με τη σύγχρονη τάση, πράγμα που σημαίνει ακόμα μεγαλύτερη εξάρτηση στο αέριο και το πετρέλαιο. Στη διαμόρφωση μιας στρατηγικής για την ασφάλεια του ενεργειακού ανεφοδιασμού, προτεραιότητα θα πρέπει να δοθεί στη σφαιρική καταπολέμηση της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ιδιαίτερα των καυσίμων βιομάζας, διαδραματίζει το θεμελιώδη ρόλο σε αυτήν την μάχη (Commission of the European Communities COM(2002) 321 final).

1.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Χρήση βιομάζας

Η ενέργεια από τη χρήση βιομάζας, μαζί με την αιολική, τη φωτοβολταϊκή (PV), την ηλιακή θερμική και την υδρο-ενέργεια, αποτελούν τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RES). Αυτήν την περίοδο οι RES έχουν έναν μέτριο ρόλο μέσα στην ευρωπαϊκή οικονομία αλλά έχουν τη δυνατότητα να διαδραματίσουν ένα σημαντικότερο ρόλο στο ενεργειακό μίγμα, επηρεάζοντας θετικά όλους του τομείς της οικονομίας. (Πίνακες με στοιχεία για την χρήση των RES στην ΕΕ, παρουσιάζονται στο Παράρτημα 1.)

Η ΕΕ έχει θέσει το στόχο να διπλασιάσει τον ενεργειακό ανεφοδιασμό από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από 6 σε 12% και για να αυξήσει το μερίδιό τους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από 14 σε 22% μέχρι το 2010, Σε 6,1% (89 Mtoe) των ανανεώσιμων ενεργειών, περισσότερο από το μισό (3,7% ή 53,9 Mtoe) ανήκει στη βιομάζα (στοιχεία για το 2000) (European Communities, 2003b). Το 2002 η Γαλλία κατέκτησε την κυρίαρχη θέση στον τομέα της "πράσινης" ενέργειας όσον αφορά το παραχθέν ποσό των ισοδύναμων τόνων πετρελαίου. Η Γερμανία είχε το υψηλότερο ποσοστό αύξησης της παραγωγής ενέργειας, με προέλευση το ξύλο. Η Σουηδία και η Φινλανδία είναι χώρες με απέραντους ξύλινους πόρους και ανήκουν στους ηγέτες της ξύλινης ενεργειακής παραγωγής. Διάφορες ευρωπαϊκές χώρες έχουν προγράμματα για ανάπτυξη των ξύλινων τομέων της ενέργειάς τους. "Το ξύλινο ενεργειακό σχέδιο" στη Γαλλία μπορεί να διευκολύνει την παραμονή της χώρας στις κυρίαρχες θέσεις σε αυτόν τον τομέα.

Η Δανία πρόκειται να μετατρέψει όλες τις εγκαταστάσεις παραγωγής

θερμότητάς που βασίζονται στο ξύλο, σε εγκαταστάσεις συμπαραγωγής. Παρά τις προσπάθειες των κρατών μελών της ΕΕ για ανάπτυξη της ενέργειας βιομάζας, δεν είναι αρκετές να εκπληρώσουν το στόχο της ΕΕ που ήταν στο επίπεδο των 100 Μtoe ως το 2010. Με την τρέχουσα τάση, οι χώρες της ΕΕ, θα είναι σε θέση να φθάσουν σε 71 Μtoe ανώτατα, (EurObserv'ER, 2003), αλλά ο ακόμη πιο απαισιόδοξος αριθμός των 62 Μtoe είναι επίσης προβλεπόμενος. Το ποσοστό αύξησης της βιοενέργειας πρέπει να ενισχυθεί.

1.4 Βιοενέργεια.

Η βιοενέργεια είναι μια ελκυστική επιλογή ενεργειακού ανεφοδιασμού, λόγω της ποικιλομορφίας της και διασύνδεσης της, με πολλές άλλες τεχνολογικές (θερμοχημικές επιλογές μετατροπής, βιοτεχνολογία, κ.λπ....) και πολιτικές στρατηγικές (κλίμα, ενέργεια, γεωργία και πολιτική αποβλήτων). Επίσης, η διαθεσιμότητα και η χρήση της βιομάζας συνδυάζονται με διάφορους σημαντικούς τομείς της οικονομίας: γεωργία, δασονομία, επεξεργασία τροφίμων, χαρτί και πολτός, οικοδομικά υλικά και, φυσικά, τον τομέα της ενέργειας υπό την ευρύτερη έννοια.

Από τη θετική πλευρά, αυτό δίνει στη βιοενέργεια πολλές ευκαιρίες να παράγει πολλαπλάσια οφέλη, εκτός από την ενεργειακή παραγωγή. Αφ' ετέρου, η εφαρμογή των συστημάτων βιοενέργειας μπορεί επίσης να συγκρουστεί με πολλά συμφέροντα και συχνά τα προγράμματα αυτά, είναι πολύ σύνθετα, ειδικά λόγω όλων εκείνων των διασυνδέσεων. Η πραγματοποίηση των προγραμμάτων βιοενέργειας αποδεικνύεται συχνά δύσκολη. Η διαθεσιμότητα καυσίμων κατά τη διάρκεια του χρόνου, οι εναλλακτικές εφαρμογές, οι ποικίλες τιμές και οι πηγές εισοδήματος είναι μερικές γενικές δυσκολίες.

Μια τρέχουσα παρατήρηση είναι επίσης ότι πολλές διαφορετικές βιοενεργειακές επιλογές επεκτείνονται και, παρά τις τάσεις που θα συζητηθούν σε αυτή την εργασία, πιθανώς κανένας σαφής νικητής δεν έχει προκύψει μέχρι τώρα. Γενικότερα, πολύ λίγες εργασίες είναι δημοσιευμένες στην επιστημονική κοινότητα, που να καλύπτουν τις επισκοπήσεις στην ανάπτυξη της βιοενέργειας, το χαρτοφυλάκιο των επιλογών και των σχετικών πολιτικών κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι περισσότερες δημοσιεύσεις στο θέμα, εστιάζουν στις μεμονωμένες χώρες ή τις συγκεκριμένες τεχνολογικές επιλογές (Hillring, 2002, Kwant, 2003, Kaltschmitt et al., 1998) ενώ αναφέρουν λίγα στοιχεία για τις γενικές τάσεις στον τομέα.

1.4.1. Πόροι βιομάζας.

Οι πόροι βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας, είναι διάφοροι. Μια διάκριση μπορεί να γίνει μεταξύ αρχικών, δευτερογενών και τριτογενών υπολειμμάτων (και απόβλητων), τα οποία είναι διαθέσιμα ήδη ως υποπροϊόντα άλλων δραστηριοτήτων και βιομάζας που είναι συγκεκριμένα καλλιεργημένη για ενεργειακούς σκοπούς (Hoogwijk et al., 2003).

- Τα αρχικά υπολείμματα παράγονται κατά τη διάρκεια της παραγωγής των καλλιεργειών τροφίμων και των δασικών προϊόντων, π.χ. εκλεπτύνσεις από εμπορική δασονομία και άχυρα. Τέτοια σύνολα βιομάζας, είναι χαρακτηριστικά διαθέσιμα και πρέπει να συκομιστούν, για να είναι διαθέσιμα και για την περαιτέρω χρήση.

- Τα δευτερογενή υπολείμματα παράγονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας της βιομάζας για την παραγωγή των τροφίμων ή των υλικών βιομάζας, και είναι χαρακτηριστικά διαθέσιμα από τη βιομηχανία τροφίμων και ποτών, τα εργοστάσια ξυλείας, τα εργοστάσια χαρτιού κλπ.

- Τα τριτογενή υπολείμματα διατίθενται αφότου τα προϊόντα της βιομάζας έχουν χρησιμοποιηθεί, έτσι που η μεγαλύτερη ποικιλομορφία των αποβλήτων, είναι μέρος αυτής της κατηγορίας, που ποικίλει από το οργανικό μέρος των αστικών στερεών αποβλήτων (MSW), των λασπών, κλπ.

Μια κάπως παλαιότερη μελέτη που αναλύει τη δυνατότητα για ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες (RES) στην ΕΕ□15 είναι η αποκαλούμενη μελέτη TERES. Με τη βοήθεια τεσσάρων σεναρίων, υπολογίζεται η διείσδυση των RES ως το 2020.

Η μελέτη TERES διακρίνεται μεταξύ επτά κατηγοριών σχετικών για τη βιοενέργεια: αέριο υλικών οδοποιίας, MSW, βιομηχανικά απόβλητα (εδώ συνοψισμένα ως: απόβλητα), βιολογικά καύσιμα και ξύλο (εδώ συνοψισμένα ως καλλιέργειες), γεωργικά απόβλητα και δασικά υπολείμματα (εδώ συνοψισμένα ως υπολείμματα βιομάζας). Πιο λεπτομερώς η επισκόπηση δίνεται στο Σχήμα 4. Συνοψίζοντας, οι τάσεις μεταξύ των πιο αισιόδοξων και απαισιόδοξων σεναρίων, προβάλλουν τις ακόλουθες συνεισφορές για τη βιοενέργεια στην ΕΕ□15, το 2020 (TERES, 1997):

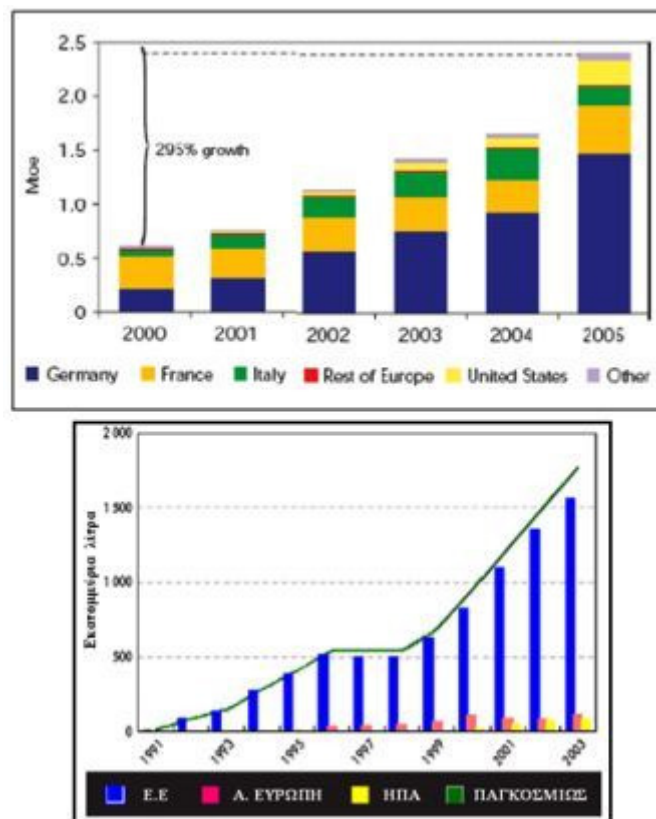
- Απόβλητα : 1600–2300 PJ
- Καλλιέργειες : 500–3000 PJ
- Υπολείμματα : 1300–1500 PJ
- Σύνολο: 3400–6800 PJ

1.4.2. Βιομάζα και βιοκαύσιμα.

Μέρος της βιομάζας το 2002 μετατράπηκε σε υγρά καύσιμα και τέθηκε στις δεξαμενές των οχημάτων αντί της βενζίνης, αλλά αν και αυτό αποτέλεσε λιγότερο από 1%, το μερίδιο των βιολογικών καυσίμων συνεχώς αυξάνεται. Ο τομέας των Βιολογικών καυσίμων έχει δύο ευδιάκριτους τομείς:

- την αιθανόλη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ως καύσιμο οχημάτων, και που συνδυάζεται με τα συμβατικά καύσιμα ή μετασχηματίζεται στον εθυλτερτιο-βουτυλικό-αιθέρα (ETBE) και χρησιμοποιείται ως πρόσθετη ουσία στη βενζίνη σε αυτοκίνητα μηχανών του κύκλου του Otto

- το biodiesel, το οποίο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί άμεσα στις μηχανές diesel ή να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετη ουσία στο συμβατικό diesel (EurObserv'ER, 2003).



Σχήματα 3 και 4: Εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής βιοντήζελ (πηγή IEA)

Ο τομέας των βιολογικών καυσίμων αυξήθηκε κατά 38% το 2002, αυξάνοντας το συνολικό όγκο από 1.069.700 σε 1.493.200 τόνους (EurObserv'ER, 2003). Η παραγωγή αιθανόλης αυξήθηκε κατά 46,9% από το 2001 (EurObserv'ER, 2003). Η

Ισπανία αύξησε την παραγωγή αιθανόλης της, κατά δύο φορές έναντι του 2001, με την δημιουργία νέων εγκαταστάσεων παραγωγής, και είναι τώρα ηγέτης σε αυτόν τον τομέα. Αντίθετα από τους άλλους Ευρωπαίους παραγωγούς, η Σουηδία δεν μετατρέπει την αιθανόλη σε ETBE αλλά την χρησιμοποιεί άμεσα ως καύσιμο. Η παραγωγή Biodiesel ανέβηκε κατά 37% έναντι του 2001 (EurObserv'ER, 2003). Η Γερμανία έχει τη μεγαλύτερη παραγωγική ικανότητα 670.000 – τόνοι/έτος biodiesel, ενώ πέντε εγκαταστάσεις παραγωγής biodiesel είναι υπό κατασκευή, με συνολική ικανότητα 270.000 τόνοι/έτος Αυτό θα κάνει τη Γερμανία το μεγαλύτερο παραγωγό biodiesel όχι μόνο στην Ευρώπη, αλλά και στον κόσμο (European Bioenergy Networks, 2003b).

Με τις σύγχρονες τάσεις για την υγρή παραγωγή βιολογικών καυσίμων, οι χώρες της ΕΕ προβλέπεται να φθάσουν το επίπεδο των 11,7 εκατομμυρίων τόνων μέχρι το 2010, ενώ η απαίτηση της ΕΕ σχετικά με την κατανάλωση βιολογικών καυσίμων είναι 5,75 % ή 17 εκατομμύριο τόνοι. Με την προώθηση των οδηγιών της ΕΕ που θέτουν τους στόχους για το μερίδιο των βιολογικών καυσίμων στο μίγμα των καυσίμων και την εισαγωγή φορολογικών κινήτρων, ο τομέας των βιολογικών καυσίμων μπορεί να αναπτύξει περισσότερο τον τομέας της ανανεώσιμης ενέργειας (EurObserv'ER, 2003).

1.5. Η κατάσταση στην Ελλάδα

Η εγχώρια παραγωγή ενέργειας, στηρίζεται κατά 82% στον χαμηλής ποιότητας παραγόμενο λιγνίτη, στον οποίο στηρίζεται το 64% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της χώρας (IAE, 2002). Αν και η πολιτεία στηρίζει τη χρήση αερίου για την παραγωγή ενέργειας, το μεγαλύτερο ποσοστό της βασίζεται ακόμα στην χρήση λιγνίτη, ενώ νέες μονάδες παραγωγής έχουν αδειοδοτηθεί να κάνουν χρήση λιγνίτη, με την προϋπόθεση να μην ξεπεραστούν τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, που έχουν θεσπιστεί για τη χώρα.

Η ενέργεια που προέρχονταν από ανανεώσιμες πηγές το 1998 στην Ελλάδα αποτελούσε το 5% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας, που ανέρχεται σε 1,35 Μtoe, ή το 2,8% αυτής, αν εξαιρεθεί το ποσοστό της ενέργειας που παράγεται από μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Την ίδια χρονιά η ενέργεια που παρήχθη από βιομάζα αποτέλεσε το 67% της συνολικής ενέργειας στο Α.Π.Ε. δηλαδή περίπου 907 Μtoe, και προερχόταν κυρίως από την χρήση του ξύλου. Η οικιακή χρήση του ξύλου

αντιπροσώπευε περίπου το 77% της υπολογισθείσας παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα και ανερχόταν περίπου στους 702 Μtoe, ενώ η βιομηχανική χρήση της βιομάζας αντιστοιχούσε στην παραγωγή 205 Μtoe περίπου, και προερχόταν κυρίως από την εκμετάλλευση υπολειμμάτων ξυλείας, υπολειμμάτων από εκκοκκιστήρια βαμβακιού, φλοιών ρυζιού και άχυρου. Συνολικά μέχρι το 1999 είχαν καταγραφεί 60 επιχειρήσεις που λειτουργούν βασιζόμενες στην χρήση βιομάζας, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και εκείνες που επεξεργάζονται αστικά λύματα ή βιοαέριο που παράγεται από Χ.Υ.Τ.Α. για την παραγωγή ενέργειας.

Η συμβολή των Α.Π.Ε. στην εγχώρια παραγωγή ενέργειας ήταν κατά ποσοστό 5,2% ή 1,46 Μtoe το έτος 2000 (Κ.Α.Π.Ε., 2002). Στα πλαίσια της Ελληνικής ενεργειακής πολιτικής έχει τεθεί σαν στόχος η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, εν γένει, σε ποσοστό 20,1% μέχρι το έτος 2010. Ωστόσο ακόμα η διαδικασία αδειοδότησης για εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη.

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) είναι το εθνικό κέντρο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (Ο.Χ.Ε.) και την εξοικονόμηση ενέργειας (Ε.Ε.). Με τους Νόμους 2244/94 και 2702/99 το Κ.Α.Π.Ε. ορίστηκε ως το Εθνικό Συντονιστικό Κέντρο στους τομείς δραστηριότητάς του. Ο κύριος σκοπός του είναι η προώθηση των εφαρμογών Α.Π.Ε./Ο.Χ.Ε./Ε.Ε. σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους παραπάνω τομείς συνυπολογίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Συγκεκριμένα το Κ.Α.Π.Ε. ασχολείται με την μελέτη της εφαρμογής διαφόρων νέων πηγών ενέργειας στον ελληνικό χώρο. Η έρευνα αφορά το παραγωγικό δυναμικό, τον απαραίτητο τεχνολογικό εξοπλισμό και τα οικονομικά χαρακτηριστικά της χρήσης αυτών των νέων ενεργειακών πηγών. Ιδιαίτερα υποσχόμενες ενεργειακές πηγές στην Ελλάδα αποτελούν η ηλιακή και η αιολική ενέργεια λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στο χώρο.

Διάφορα οικονομικά κίνητρα δίνονται σήμερα από την κυβέρνηση με απώτερο σκοπό να προωθηθούν οι διάφορες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην χώρα μας. Τα διάφορα οικονομικά κίνητρα δίνονται με την μορφή είτε άμεσων επιδοτήσεων ή με την μορφή φορολογικών ελαφρύνσεων ενώ προσπάθειες γίνονται έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών.

Από το σύνολο της παραγόμενης από ανανεώσιμες πηγές, ενέργειας στην Ελλάδα το 67% προέρχεται από εκμετάλλευση της βιομάζας.. Το μεγαλύτερο ποσοστό της χρησιμοποιούμενης βιομάζας, περίπου 74% , αποτελούν ποσότητες ξύλου, που καίγονται απ' ευθείας, για την παραγωγή θερμότητας σε επίπεδο οικίας. Το υπόλοιπο 26% της παραγόμενης από την βιομάζα ενέργειας προήλθε από καύση παραπροϊόντων ξυλείας, διαφόρων καλλιεργειών και αγρόβιομηχανιών, όπως επίσης και από το βιοαέριο που παράγεται σε Χ.Υ.Τ.Α. κατά την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

1.6. Ενεργειακές καλλιέργειες

Η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς είναι ένας πολύ ευρύς όρος και περιλαμβάνει όλες τις μορφές οργανικών υλικών όπως το ξύλο, η ποώδης φυτική μάζα, οι παραδοσιακές γεωργικές καλλιέργειες, τα γεωργικά υπολείμματα, η υδρόβια

βλάστηση, η ζωική κοπριά, και τα αστικά στερεά απόβλητα. Σε πλαίσια μετατροπής, η βιομάζα μπορεί να μετασχηματιστεί σε θερμότητα, σε ισχύ ή σε καύσιμα, με τη βοήθεια θερμοχημικών (άμεση καύση, απόσταξη, πυρόλυση) ή βιοχημικών (ζύμωση, αναερόβια χώνευση) διαδικασιών. Ως εκ τούτου, υπάρχει ένας αριθμός διαβάσεων μετατροπής, και μαζί μια σειρά ποικίλων περιβαλλοντικών ζητημάτων, που συνθέτουν ένα ιδιαίτερο σύστημα.

Μεταξύ της ποικιλίας της βιομάζας, προσοχή θα πρέπει να δοθεί στις αφιερωμένες ενεργειακές καλλιέργειες για έναν αριθμό από λόγους, αλλά κυρίως γιατί το ποσό της βιομάζας από τις ενεργειακές καλλιέργειες είναι λίγο πολύ προβλέψιμο και θα μπορούσε να είναι διαθέσιμο σε επαρκή ποσότητα, σε αντιδιαστολή με τα υπολείμματα των καλλιεργειών, γεγονός που καθιστά την αύξηση αυτής της ποσότητας ιδιαίτερα επιθυμητή.

Υπάρχει ένας αριθμός φυτικών ειδών που είναι κατάλληλες για την καλλιέργεια για ενεργειακούς λόγους:

1) Γρήγορης ανάπτυξης δέντρα σκληρού ξύλου, όπως η ιτιά, η λεύκα και ο ευκάλυπτος. Τα δέντρα αυτά, μπορούν να αναπτύσσονται σε σύντομο χρόνο, επιτρέποντας τη συγκομιδή βιομάζας κάθε 2 έως 6 έτη (που εξαρτάται ανάμεσα στα είδη) για μια περίοδο 20 έως 30 ετών. Τα δέντρα φυτεύονται πολύ πυκνά, και έπειτα από ανάπτυξη για ένα έτος, κλαδεύονται σχεδόν στο επίγειο επίπεδο, ώστε να αυξηθεί ο αριθμός των βλαστών, που μπορεί να συγκομιστεί στη συνέχεια κάθε λίγα

χρόνια.

2) Ετήσιες και πολυετής πόες όπως το σόργο, ο μίσχανθος, και η αγριοαγγινάρα. Οι ετήσιες πόες πρέπει να επανασπαρθούν κάθε έτος, ενώ οι πολυετής , μπορούν να συγκομιστούν ετησίως για αρκετά έτη πριν να είναι απαραίτητη η επανασπορά ή επαναφύτευσή τους.

Η επιλογή ενός είδους καλλιέργειας για μια συγκεκριμένη περιοχή ή θέση, εξαρτάται από παράγοντες όπως οι γεωγραφικοί και κλιματολογικοί όροι, το ύψος βροχοπτώσεων ή άλλης παροχής νερού, η ετήσια διακύμανση θερμοκρασίας, καθώς και το εδαφολογικό κλάσμα και οι θρεπτικές ουσίες. Το έδαφος, τα μηχανήματα, το

πολλαπλασιαστικό υλικό, τα λιπάσματα και οι φυτοπροστατευτικές ουσίες απαιτούνται για την καλλιέργεια, όπως συνήθως. Οι Venturi and Venturi, 2003 παραθέτουν έναν ευρύ κατάλογο σε απαιτήσεις για τις καλλιέργειες που εισάγονται επιτυχώς για ενεργειακούς λόγους:

- «(a) καταλληλότητα σε ορισμένους εδαφό-κλιματολογικούς όρους
- (b) ευκολία εισαγωγής στα προϋπάρχοντα συστήματα αμειψισποράς
- (c) ομοιόμορφο και συνεχές επίπεδο παραγωγής όσον αφορά την ποσότητα και ποιότητα
- (d) ανταγωνιστικό εισόδημα έναντι των παραδοσιακών καλλιεργειών
- (e) ένα θετικό ενεργειακό ισοζύγιο όσον αφορά την αναλογία (εκροές / εισροές) και ειδικά το καθαρό κέρδος (εκροές /εισροές)
- (f) αυξανόμενες τεχνικές σε αρμονία με την έννοια της βιώσιμης γεωργίας
- (g) αντίσταση σε σημαντικές βιοτικές και αβιοτικές αντιπαλότητες
- (h) διαθεσιμότητα του γενετικού υλικού (σπόροι, ριζώματα) που να ταιριάζουν στις διαφορετικές περιοχές
- (i) κατάλληλα μηχανήματα (κυρίως για τη συγκομιδή) που να ταιριάζουν στη καλλιέργεια ή να μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μικρές αλλαγές.»

Λόγω του ανταγωνισμού για το έδαφος, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα στόχων, το ύψος της παραγωγής, είναι πιθανώς η κύρια παράμετρος που δικαιολογεί τη χρήση του εδάφους για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών. Η παραγωγή μπορεί να ποικίλει ουσιαστικά, ανάλογα με το αν υπήρξε ένα εκτατικό σύστημα παραγωγής (με ελάχιστες εισροές ενέργειας) ή ένα εντατικό (με μεγάλες εισροές). Στην πρώτη περίπτωση, η παραγωγή είναι συνήθως χαμηλότερη. Οι εισροές περιλαμβάνουν την έμμεση ενέργεια, που απαιτείται για την παραγωγή των ανόργανων λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων, καθώς επίσης και

την άμεση ενέργεια για την εφαρμογή τους. Αυτοί οι αριθμοί, που εκφράζονται σε GJ ανά εκτάριο ή ανά μονάδα του προϊόντος, είναι υψηλότεροι για την εντατική γεωργική πρακτική. Το υψηλότερο ποσό βιομάζας, σε σχέση με τη μονάδα ενέργειας (και συμβατική ενέργεια) που εισάγεται, λαμβάνεται στην παραγωγή χαμηλών εισροών, που σημαίνει ότι με μειωμένη εισαγωγή ενέργειας, η παραγωγή της καλλιέργειας μειώνεται πιο αργά (Nonhebel, 2002).

Στοχεύοντας την περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική αειφορική ικανότητα των ενεργειακών καλλιεργειών, διάφορα πρότυπα, με διαφορετικές μεθοδολογίες προτάθηκαν, αν και είναι μάλλον σύνθετη και δύσκολη η συγκέντρωση των απαραίτητων στοιχείων. Μια απλουστευμένη προσέγγιση, επιτρέπει και αναλύει τα διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τις εισροές και τις εκροές, μετασχηματίζοντας τα σε αναλογία ενέργειας (εκροές/εισροές) και ενεργειακό κέρδος (εκροές□εισροές). Το ενεργειακό κέρδος είναι σημαντικός παράγοντας, επειδή με την υψηλή αναλογία εκροές/εισροές, η πραγματική παραγωγή μπορεί να είναι τόσο μικρή, που να μην αντιπροσωπεύει οποιοδήποτε εμπορικό ενδιαφέρον. "Άντ' αυτού το κέρδος εκφράζει μια ιδέα των ενεργειακών δυνατοτήτων που αναπτύσσονται υπό τους διαφορετικούς εδαφο-κλιματολογικούς όρους, που οργανώνονται ανάλογα με τις αυξανόμενες χρησιμοποιούμενες τεχνικές." Όμως, αυτή η προσέγγιση δεν εξετάζει τις διαφορές στις γεωργικές πρακτικές καθώς επίσης και τη μοναδικότητα κάθε μεμονωμένης πηγής ενέργειας, οι οποίες κατέχουν διαφορετικά σύνολα χαρακτηριστικών, παραλείποντας κατά συνέπεια κάποιες σχετικές πληροφορίες (Venturi and Venturi, 2003).

Η ίδια γεωργική καλλιέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως τρόφιμο, είτε για ενεργειακούς σκοπούς (π.χ. σίτος, κριθάρι, ζαχαρότευτλο, και ούτω καθ' εξής). Αντίθετα από την παραγωγή τροφίμων, όπου η αξία της συγκομισμένης παραγωγής δεν μετριέται με την ικανότητα για την παραγωγή θερμότητας, και έτσι το ενδιαφέρον για την αποδοτικότητα της ενεργειακής χρήσης είναι περιορισμένο, στην περίπτωση των καλλιεργειών για ενεργειακούς λόγους, η ενεργειακή παραγωγή και η αποδοτικότητα χρήσης των συμβατικών καυσίμων είναι βασικές παράμετροι, που καθορίζουν τη δυνατότητα για ανάπτυξη. Μόνο καλλιέργειες, στις οποίες οι εκροές ενέργειας είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες εισροές, μπορεί να εξεταστούν ως ενεργειακές καλλιέργειες και να παρουσιάσουν ένα ενδιαφέρον για ανάπτυξη. Η σημασία των παραμέτρων αυτής της ενεργειακής αναλογίας, όσον αφορά τις καλλιέργειες, δικαιολογούν την περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό

(Nonhebel, 2002).

Σε μερικές περιπτώσεις, καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για άλλους από ενεργειακούς σκοπούς, προσαρμόζονται αυτήν την περίοδο για την ενεργειακή παραγωγή. Γνωστά παραδείγματα είναι η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος για παραγωγή biodiesel, καθώς και τα δημητριακά για τη ζύμωση σε αιθανόλη. "Νεόφερτοι" στις ενεργειακές καλλιέργειες είναι ο ευκάλυπτος, που κυρίως καλλιεργείται στην Πορτογαλία για την παραγωγή πολτού, ενώ επίσης η κάνναβη και το kenaf που καλλιεργούνται για την ίνα.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες επηρεάζουν το τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο περιβάλλον (Hanegraaf, Biewinga, and Van der Bijl, 1998). Από αυτήν την άποψη, η περιβαλλοντική και οικονομική αειφορική ικανότητα είναι πολύ σημαντικός παράγοντας. Το επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζει πληροφορίες για την παραγωγή των ενεργειακών καλλιεργειών στις χώρες της ΕΕ. Καλύπτει γεωργικές, τεχνολογικές, περιβαλλοντικές, ενεργειακές και οικονομικές πτυχές.

Οι κυριότερες πηγές βιομάζας στην Ελλάδα είναι:

Παραπροϊόντα: Με τον όρο αυτό αναφέρονται τα παραπροϊόντα των καλλιεργειών της ξυλείας, της κτηνοτροφίας και των αγροβιομηχανιών.

Ενεργειακά φυτά: Στην Ελλάδα, όπως αναφέρθηκε, έχουν δοκιμαστεί τις τελευταίες δεκαετίες πολλά ενεργειακά φυτικά είδη, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

- Το Σακχαροφόρο και το Ινώδες Σόργο (*Sorghum bicolor* spp. *Saccharatum* και *S. sudanense*)
- Η Ελαιοκράμβη (*Brassica napus*)
- Το Κενάφ (*Hibiscus cannabinus*)
- Το Καλάμι (*Arundo donax*)
- Η Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*)
- Ο Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis*)
- Ο Μίσχανθος (*Mischanthus sinensis* x *giganteus*)
- Η Ψευδακακκία (*Robinia pseudoacacia*)
- Διάφοροι κλώνοι Λεύκας και Ιτιάς (*Populus* sp. και *Salix* sp.), κλπ.

Την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα έχει διεξαχθεί ένας μεγάλος αριθμός πειραμάτων με σκοπό τον καθορισμό της εφαρμοσιμότητας των τεχνολογιών επεξεργασίας της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας και την ανάπτυξη αυτών των

τεχνολογιών. Τα αποτελέσματα των ερευνητικών προγραμμάτων αυτών συνέβαλαν σημαντικά στην εξέλιξη των τεχνολογιών μετατροπής βιολογικών υλικών, όπως αστικά απόβλητα, γεωργικά υπολείμματα και βιομάζα παραγόμενη από ενεργειακές φυτείες, σε βιοκαύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, για βιομηχανική χρήση ή και για μεταφορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΥΤΑ – ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ ΚΑΙ ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ

2.1 Γενικά

Ως ενεργειακά φυτά θεωρούνται τα ετήσια και πολυετή είδη φυτών, τα οποία είναι δυνατόν να καλλιεργηθούν για την παραγωγή στερεών, υγρών ή αερίων καυσίμων. Τα οργανικά υποπροϊόντα και παραπροϊόντα, από άλλες καλλιέργειες ή αγροβιομηχανίες, χρησιμοποιούνται επίσης για την παραγωγή ενέργειας και μάλιστα σε μεγάλη κλίμακα, ωστόσο δεν συγκαταλέγονται στις "ενεργειακές καλλιέργειες".

Σε γενικές γραμμές όλα τα φυτικά είδη, που έχουν την ιδιότητα πρωτογενούς παραγωγής και αποθήκευσης υδατανθράκων ή ελαίων, θεωρούνται ότι είναι κατάλληλα για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων π.χ. η κυτταρίνη, το άμυλο, τα απλά σάκχαρα και η ινουλίνη είναι δυνατόν να μετατραπούν, για την παραγωγή αιθανόλης, ενώ τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βιοκαύσιμα.

Επίσης τμήματα φυτών ή ολόκληρα φυτά, που περιέχουν λιγνινοκυτταρίνη είναι δυνατόν να παράγουν ενέργεια, είτε απ' ευθείας ως στερεά καύσιμα, είτε έμμεσα μετά από επεξεργασία τους.

Οι καλλιέργειες ενεργειακών φυτών για παραγωγή βιομάζας σε γενικές γραμμές διακρίνονται σε:

1. Καλλιέργεια ειδών που παράγουν άμυλο ή / και σάκχαρα με σκοπό την παραγωγή αιθανόλης.
2. Καλλιέργεια ειδών που παράγουν φυτικά έλαια με σκοπό την παραγωγή βιοντήζελ.
3. Καλλιέργεια ειδών για παραγωγή βιομάζας με σκοπό την παραγωγή βιοαερίου.
4. Καλλιέργεια ειδών για παραγωγή στερεής βιομάζας.

Η βιομάζα αυτή είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε απ' ευθείας μέσω της καύσης της, είτε έμμεσα, αφού προηγηθεί η μετατροπή της σε υγρό ή αέριο καύσιμο. Τέτοια υλικά, τα οποία είναι πλούσια σε λιγνινοκυτταρινικά στοιχεία, μπορούν να μετατραπούν με θερμικές και θερμοχημικές μεθόδους (άμεση ή έμμεση υγροποίηση ή αεριοποίηση) σε καύσιμα, όπως μεθανόλη, βιοντήζελ, συνθετικό αέριο και υδρογόνο, και με

υδρόλυση σε αιθανόλη.

Κάποια γενικά κριτήρια για την επιλογή ενός φυτικού είδους, ως ενεργειακό φυτό, θα μπορούσαν να συνοψισθούν ως εξής:

1. Ικανοποιητικές αποδόσεις της καλλιέργειας, δηλαδή ουσιαστικά ικανοποιητικός δείκτης μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε βιομάζα.
2. Υψηλό ποσοστό (%) περιεκτικότητας της βιομάζας σε ξηρά ουσία.
3. Χαμηλές απαιτήσεις σε εισροές (νερό, λιπάσματα κ.τ.λ.).
4. Ικανοποιητικός δείκτης χρησιμοποίησης των εισροών.
5. Ισόρροπο ισοζύγιο εισροών - εκροών.
6. Ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες.
7. Προσαρμογή στο περιβάλλον καλλιέργειας.

Για τη σύσταση μιας ενεργειακής καλλιέργειας είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν, είτε φυτικά είδη τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή διατροφικών προϊόντων ή άλλων πρώτων υλών, είτε νέα φυτικά είδη. Στην πρώτη περίπτωση η καλλιεργητική τεχνική των ειδών αυτών είναι ήδη γνωστή, όπως επίσης γνωστές είναι οι συνθήκες ανάπτυξής τους, αλλά και οι αποδόσεις τους, σε δεδομένες συνθήκες. Στη δεύτερη περίπτωση ανήκουν φυτικά είδη τα οποία δεν έχουν μελετηθεί με τον ίδιο τρόπο, όπως εκείνα της πρώτης κατηγορίας. Έτσι πολλά από τα χαρακτηριστικά των ειδών αυτών είναι άγνωστα και πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω.

Στην πρώτη κατηγορία είναι δυνατόν να καταταχθούν όλα τα καλλιεργούμενα φυτικά είδη, που παράγουν έλαια, σάκχαρα ή άμυλο. Παρόλο που τα φυτικά έλαια παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές από τα ορυκτέλαια, ωστόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μίγματα με τα ορυκτέλαια, και να χρησιμοποιηθούν στις υπάρχουσες νηξελομηχανές, μετά από κάποιες μετατροπές τους.

Τέτοια ελαιούχα φυτικά είδη είναι ο ηλίανθος (*Helianthus annuus*), η ελαιοκράμβη (*Brassica napus*), η σόγια (*Glycine max*), η αραχίδα (*Arachis hypogaea*) και η ελιά (*Olea europaea*), για τα εύκρατα κλίματα, και ο φοίνικας (*Elaeis guineensis*), για τα τροπικά κλίματα, ενώ αμυλούχα και σακχαρούχα είδη είναι ο αραβόσιτος (*Zea mays*), το σακχαρούχο σόργο (*Sorghum bicolor* spp. *saccharatum*), ο σίτος (*Triticum aestivum*) κ.α. Επίσης πολλά μονοκότυλα φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λιγνινοκυτταρινικά, όπως είναι είδη γρασιδιών, το σόργο (*Sorghum sudanense*), αλλά και το κενάφ (*Hibiscus cannabinus*).

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν φυτικά είδη, τα οποία δεν έχουν

καλλιεργηθεί σε επιχειρηματικό επίπεδο στο παρελθόν. Παραδείγματα τέτοιων φυτών είναι τα γεωργικά είδη: μίσχανθος (*Mischanthus* sp.), καλάμι (*Arundo donax*), αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*), αλλά και δασικά είδη όπως: ο ευκάλυπτος (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis*), η ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia*), η ιτιά (*Salix* sp.), η λεύκα (*Populus* sp.).

Για να προσδιοριστούν ακριβώς οι συνθήκες της καλλιέργειας των ειδών αυτών, αφού δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή έρευνας. Πανεπιστήμια και Ερευνητικά Ιδρύματα σε όλη την Ευρώπη ασχολούνται με την έρευνα πάνω στις ενεργειακές καλλιέργειες, και συγκεκριμένα τα πεδία στα οποία επικεντρώνεται η έρευνα είναι κυρίως:

1. Η αποδοτικότητα και η προσαρμοστικότητα των ειδών αυτών σε διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες.
2. Η κατάλληλη καλλιεργητική τεχνική, δηλαδή η εποχή σποράς, οι αποστάσεις φύτευσης, τα επίπεδα άρδευσης και λίπανσης, η εποχή και η τεχνική συγκομιδής κ.τ.λ.
3. Οι επιπτώσεις των ειδών αυτών στο περιβάλλον, δηλαδή η επίδραση στους υδατικούς και στους εδαφικούς πόρους, οι πιθανές επιπτώσεις ρύπανσης των υπόγειων υδροφορέων και της ατμόσφαιρας.

Σχήμα 5. Η περιεκτικότητα των διαφόρων σπόρων σε λάδι δίνεται στο παρακάτω πίνακα

Σπόροι και άλλες πρώτες ύλες	Έλαιο (%)		
	Τυπική	Ελάχιστη	Μέγιστη
Αραχίδα	47,5	36,1	44,4
Σόγια	17,5	16,0	19,4
Ελαιοκράμβη	39	40	43
Ηλιανθος	42	36,2	43,9
Βαμβάκι	-	13,0	18
Αποξηραμένη καρύδα (copra)	63,5	-	-
Σπόροι φοίνικα	46	-	-
Λινάρι	37	29,7	38,5
Ρετσίνολαδιά	47	45	46
Καλαμπόκι (σπόροι)	48	35	
Αγριαγκινάρα	-	15	25
Σπόρος καπνόφυτων	-	38	40
Τοματόσπορος	30	-	-
<i>Jatropha</i>	-	-	40

(Πηγή: FEDIOL).

2.2 Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus*)

Η αγριαγκινάρα προέρχεται από την περιοχή της Μεσογείου, όπου ήταν γνωστή στους αρχαίους Αιγύπτιους, Έλληνες και Ρωμαίους. Στη σύγχρονη εποχή η αγριαγκινάρα απαντάται ως αυτοφυής στις όχθες των ποταμών των Μεσογειακών χωρών, τόσο στις ηπειρωτικές, όσο και στις νησιωτικές περιοχές. Η αγριαγκινάρα επίσης έχει μεταφερθεί στην Αυστραλία, στην Καλιφόρνια, στο Μεξικό και στις νότιες χώρες της Νότιας Αμερικής (Αργεντινή, Χιλή και Ουρουγουάη). Επίσης καλλιεργείται παραδοσιακά σε μερικές περιοχές ως κηπευτικό.

Η αγριαγκινάρα ανήκει στην Οικογένεια Asteraceae (Compositae), και είναι πολυετές φυτό (15 ετών). Η σπορά της γίνεται το φθινόπωρο, η βλάστηση αρχίζει με την έναρξη των φθινοπωρινών βροχών. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα αναπτύσσεται σε μορφή ροζέτας και την άνοιξη αναπτύσσει την ανθική κεφαλή. Το καλοκαίρι το υπέργειο τμήμα του φυτού ξηραίνεται, ενώ τα υπόγεια ριζώματα παραμένουν ζωντανά. Το επόμενο φθινόπωρο, οι οφθαλμοί που βρίσκονται στο ανώτερο τμήμα του ριζώματος εκπύσσονται, αναπτύσσοντας μια νέα ροζέτα και με αυτόν τον τρόπο ολοκληρώνεται ο ετήσιος κύκλος του φυτού. Χάρη στο βαθύ ριζικό του σύστημα, είναι ικανό να απορροφά νερό και θρεπτικά στοιχεία από πολύ βαθιές εδαφικές ζώνες και για το λόγο αυτό είναι ικανό να αναπτύσσεται σε ημι-ξηρικές περιοχές, σε άνυδρες συνθήκες.



Εικόνα 1 Ανθοκεφαλή αγριαγκινάρας

Τα φύλλα της βάσης της ροζέτας είναι πολύ μεγάλα (50 x 35 cm), έμμισχα, έντονα έλλοβα, ανοιχτοπράσινα. Τα τμήματα των φύλλων είναι επιμήκη και καταλήγουν σε ισχυρές κίτρινες μικρές άκανθες, μήκους 15-35 mm. Το φυτό μπορεί να φτάσει σε ύψος μέχρι και 2 μέτρων. Τα άνθη του βρίσκονται συγκεντρωμένα σε μεγάλες σφαιρικές ανθοδόχες, οι οποίες μερικές φορές ξεπερνούν και τα 8 cm σε διάμετρο. Τα φύλλα, και κατ' επέκταση ολόκληρη η ανθική κεφαλή, έχουν χρώμα κυανοπράσινο έως μωβ.

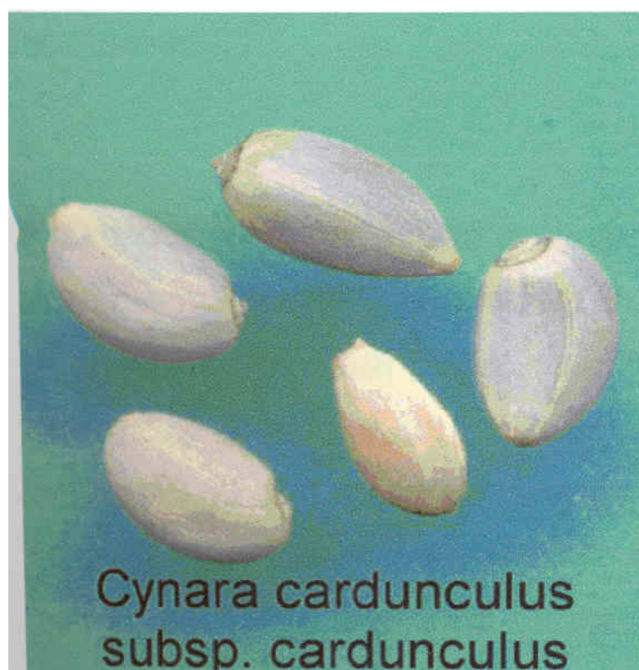
Το είδος *Cynara cardunculus* ($2n=34$) είναι δυνατόν να διακριθεί σε δύο υποείδη, το υποείδος *flavescens* και το υποείδος *cardunculus*. Τα υποείδη αυτά διακρίνονται ανάλογα με τη γεωγραφική κατανομή τους. Το υποείδος *flavescens* απαντάται στην Πορτογαλία και τη Β.Δ. περιοχή της Μεσογείου, ενώ το υποείδος *cardunculus* βρίσκεται κυρίως στις Κεντρικές και Ν.Α. μεσογειακές περιοχές. Οι ποικιλίες που έχουν μεταφερθεί στην Αμερική και Αυστραλία ομοιάζουν στο υποείδος *flavescens*. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσει βιομάζα, η οποία φτάνει τους 20 - 30 τόνους ανά εκτάριο (8), εκ των οποίων 2-3 τόννοι είναι σπέρματα πλούσια σε έλαιο, περιεκτικότητα 25%, και πρωτεΐνη, περιεκτικότητα 20%.

Η αγριαγκινάρα είναι από τα χαρακτηριστικά φυτικά είδη της μεσογειακής κλιματικής ζώνης. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στον παγετό, στο στάδιο του σπορόφυτου. Το χειμερινό ψύχος είναι δυνατόν να επιδράσει δραστικά στην κατάσταση των φύλλων της ροζέτας, τόσο στο πρώτο έτος της εγκατάστασης της καλλιέργειας, όσο και στα επόμενα. Μπορεί να προκαλέσει σχισίματα στα φύλλα, με αποτέλεσμα το θάνατό τους. Ωστόσο το φυτό παραμένει ζωντανό και επανέρχεται μόλις περάσει η περίοδος του ψύχους. Το φυτό, λόγω της ιδιαίτερης διαμόρφωσης των φύλλων του (με βαθιές εγκολπώσεις), παρουσιάζει αρκετή αντοχή στους ισχυρούς ανέμους.

Οι βροχές κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, χειμώνα και της άνοιξης δρουν ευνοϊκά στην ανάπτυξη των φυτών, θα πρέπει ωστόσο να έχουν ύψος τουλάχιστον 400 mm. Αν το ύψος βροχόπτωσης είναι χαμηλότερο τότε παρατηρείται έντονη μείωση στην ποσότητα της παραγόμενης βιομάζας.

Η αγριαγκινάρα αναπτύσσεται σε ποικιλία εδαφικών τύπων. Ωστόσο προτιμά τα ελαφρά αμμοπηλώδη ή πηλοαμμώδη εδάφη, τα οποία είναι βαθιά, με ικανότητα συγκράτησης του νερού των βροχών, του χειμώνα και της άνοιξης, στο υπέδαφος,

ακόμα και σε βάθος 1-3 m. Ακόμα μπορεί να καλλιεργηθεί σε ασβεστώδη έως και ελαφρά αλκαλικά εδάφη.



Εικόνα 2 Σπόρος αγριαγκινάρας

Η εγκατάσταση της νέας καλλιέργειας γίνεται συνήθως με σπόρο. Η σπορά πραγματοποιείται στις περισσότερες περιπτώσεις το φθινόπωρο, λίγο μετά την έναρξη των βροχών, ή τέλος του καλοκαιριού, αν προηγηθεί πότισμα, ώστε το έδαφος να είναι στο ρώγο του. Η σπορά αυτή την εποχή γίνεται με σκοπό να αναπτυχθεί η ροζέτα, πριν την έναρξη των χειμερινών παγετών, ώστε το φυτό να είναι ανθεκτικό σ' αυτούς, δηλαδή 1-2 μήνες πριν, ανάλογα με την ταχύτητα αύξησης του φυτού. Τα νεαρά φυτά, αφού αποκτήσουν 4 φύλλα, είναι ανθεκτικά σε θερμοκρασίες ακόμα και κάτω από -5 0C.

Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους η παραγωγή της καλλιέργειας είναι χαμηλή, αλλά από το επόμενο έτος η παραγωγή αυξάνεται και φτάνει σε ένα σταθερό επίπεδο, το οποίο βέβαια εξαρτάται και από τις καιρικές συνθήκες. Η προετοιμασία του εδάφους είναι ανάλογη με εκείνη των σιτηρών. Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας συνιστάται η εφαρμογή της κατάλληλης βασικής λίπανσης, ανάλογα με τη γονιμότητα του εδάφους. Η παραγωγή βιομάζας από την καλλιέργεια αυτή είναι μεγάλη, κατά συνέπεια η ανάγκη των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία είναι αντίστοιχα μεγάλη. Υπολογίζεται ότι για μια μέση παραγωγή 20 t βιομάζας/ ha η καλλιέργεια απορροφά περίπου 277 kg / ha N, 56 kg / ha P και 352 kg / ha K από το έδαφος .

Οι γραμμές φύτευσης καλό είναι να έχουν απόσταση 1m, γεγονός που επιβεβαιώνεται από αντίστοιχες μελέτες (Πουλέας 2001, Σκούρας 2002, Γιαννούλης 2003). Ικανοποιητική πυκνότητα φύτευσης θεωρείται εκείνη των 10.000 φυτών / ha. Αυτός ο αριθμός μπορεί να αυξηθεί μέχρι 15.000 φυτά, αν το έδαφος έχει επαρκή υγρασία, είτε μπορεί να μειωθεί μέχρι 7.500 φυτά, αν το βροχομετρικό ύψος είναι χαμηλό.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων αποτελεί σημαντική εργασία κυρίως κατά την πρώτη περίοδο της εγκατάστασης των φυταρίων. Αυτό γιατί μέχρι να αυξηθούν σε μέγεθος τα μικρά φυτά, παραμένει ακάλυπτο ένα μεγάλο τμήμα του εδάφους του αγρού. Η εργασία αυτή είναι δυνατόν να γίνει είτε με χημικό, είτε με μηχανικό τρόπο, δηλαδή είτε με τη χρήση ζιζανιοκτόνων (trifluralin, alachlor, linuron κλπ), είτε με τη χρήση του καλλιεργητή, περίπου δύο φορές, μέχρι να καλύψουν το έδαφος οι ροζέτες. Για περιβαλλοντικούς λόγους βέβαια είναι προτιμότερη η μηχανική καταπολέμηση.

Από το στάδιο που τα φυτά αποκτούν ένα συγκεκριμένο μέγεθος και μετά δε χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα, όσον αφορά τον έλεγχο των ζιζανίων, αφού η σκίαση από τα φύλλα της καλλιέργειας, παρεμποδίζει την ανάπτυξη νέων ζιζανίων. Τα επόμενα έτη τα φυτά παρουσιάζουν ιδιαίτερα γρήγορη αύξηση, μετά την αναβλάστησή τους, και σχηματίζουν μεγάλη ροζέτα, με αποτέλεσμα τα ζιζάνια να μην έχουν την ευκαιρία να αναπτυχθούν.

Ο σημαντικότερος εχθρός της αγριαγκινάρας είναι το λεπιδόπτερο *Pyrausta nautalis*. Άλλοι σημαντικοί εχθροί είναι οι αφίδες (*Aphis* spp.), φυλλοφάγα ή βλαστοφάγα κολεόπτερα και λεπιδόπτερα (*Gortyna xanthenes*, *Apion carduorum*, *Spodoptera littoralis*), οι αγρότιδες (*Grotis segetum*) και κάποια δίπτερα (*Terellia* spp., *Agromyza* spp.). Τα έντομα αυτά είναι δυνατόν να καταπολεμηθούν με εντομοκτόνα ευρέως φάσματος ή και εντομοκτόνα εντοπισμένης δράσης. Σημαντικές ασθένειες της αγριαγκινάρας είναι ο περονόσπορος, το ωίδιο και ο βοτρυτής. Οι μύκητες αυτοί καταπολεμώνται ο μὲν περονόσπορος με χαλκούχα σκευάσματα, είτε με maneb, zineb, captan, το δε ωίδιο και ο βοτρυτής με θείο ή σκευάσματα με βάση το benomyl.

Η υπέργεια βιομάζα του φυτού συλλέγεται το καλοκαίρι από Ιούλιο μέχρι Σεπτέμβριο. Η συλλογή πραγματοποιείται αφού έχει ξηραθεί η βιομάζα και πριν να απελευθερωθούν οι σπόροι. Η συλλογή μπορεί να γίνει είτε με θεριζοαλωνιστική μηχανή, οπότε γίνεται διαχωρισμός των σπερμάτων από την υπόλοιπη βιομάζα, η

οποία στη συνέχεια δένεται σε μπάλες, είτε κατ' ευθείαν με θεριστική μηχανή. Η δεύτερη πρακτική χρησιμοποιείται στην περίπτωση που δεν ενδιαφέρει ο διαχωρισμός των σπερμάτων.

Πειράματα από ελληνικής πλευράς που διεξήχθησαν στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας τα έτη 2001-3, έδειξαν δυναμικό παραγωγής που κυμαινόταν από 1,3 έως 1,7 τόνους ξηρής ολικής βιομάζας ανά στρέμμα (Πουλέας 2001, Σκούρας 2002, Γιαννούλης 2003) σε μη αρδευόμενους αγρούς και με ελάχιστη λίπανση. Την καλλιεργητική περίοδο 2002-2003 σημειώθηκε έντονη χιονόπτωση στην πειραματική περιοχή (30 cm κάλυψη με χιόνι επί μια εβδομάδα). Το φυτό ξεράθηκε αλλά πολύ γρήγορα με την άνοδο της θερμοκρασίας και κάποιες ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις αναβλάστησε και συνέχισε την ανάπτυξη του σε κανονικά επίπεδα (όψιμη καλλιέργεια με μειωμένη παραγωγή, πάνω όμως από 1,6 τόνους ανά στρέμμα). Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η αγριαγκινάρα μπορεί να ανταπεξέλθει και κάτω από πολύ δύσκολες καταστάσεις.

Η παραγωγή της υπέργειας βιομάζας της αγριαγκινάρας εξαρτάται κυρίως από τη διαθεσιμότητα νερού κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης, δηλαδή κατά την άνοιξη. Εκτιμάται ότι σε περιοχές με μέσο βροχομετρικό ύψος 450 mm, με την προϋπόθεση βέβαια ότι οι βροχές εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, χειμώνα και άνοιξης, όπως στις περισσότερες μεσογειακές περιοχές, η μέση παραγωγή βιομάζας φτάνει τους 20 τόνους ξηρής ουσίας / εκτάριο. Την περίοδο της συλλογής της η βιομάζα έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, περίπου 10- 15%. Η βιομάζα αυτή αποτελείται από το σύνολο των υπέργειων φυτικών οργάνων.

2.2.1 Πιθανές Χρήσεις Αγριαγκινάρας

Στερεή Καύσιμη Ύλη

Η ξηρή βιομάζα της αγριαγκινάρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για τη χρήση της ως καύσιμο σε καυστήρες ακόμα και μεγάλης κλίμακας, είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε για παραγωγή θερμότητας. Η θερμογόνο δύναμη της αγριαγκινάρας κατά μέσο όρο κυμαίνεται μεταξύ 3714 kcal / kg και 4000 kcal / kg ξηρής βιομάζας. Έλαιο από τα σπέρματα και Χαρτομάζα Τα σπέρματα της αγριαγκινάρας έχουν περιεκτικότητα σε έλαιο 25% και αποτελούν μια πολύ καλή πηγή ελαίου, αφού, όπως αναφέρθηκε, αντιπροσωπεύουν το 13,2% της συνολικά συγκομιζόμενης βιομάζας, δηλαδή περίπου 2640 kg /εκτάριο. Το κύριο συστατικό

του ελαίου αυτού είναι το λινελαϊκό οξύ (59%), ενώ ακόμα περιέχει ολεϊκό κατά 26,7% και παλμιτικό οξύ κατά 10,7%. Επίσης περιέχει σιλιμαλίνη, η οποία είναι πολύ σημαντική από διατροφική άποψη, επειδή μπορεί να δράσει σαν παράγοντας αναγέννησης των ηπατικών κυττάρων. Το έλαιο εξάγεται εύκολα από τα σπέρματα της αγριαγκινάρας με ψυχρή πίεση στους 20-250C. Με τον τρόπο αυτό η σύνθεση του ελαίου παραμένει σχεδόν αναλλοίωτη, κι έτσι αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ανθρώπινη κατανάλωση. Ωστόσο το έλαιο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο. Για το σκοπό αυτό το κυριότερο χαρακτηριστικό που ενδιαφέρει είναι ο αριθμός κετανίου, ο οποίος μπορεί να χαρακτηρίζει την καταλληλότητα του καυσίμου για απευθείας χρήση του σε νηζελοκινητήρες ψεκασμού σε προθάλαμο ή σε κανονικούς νηζελοκινητήρες σε ανάμειξη με βενζίνη και η χαμηλή ελάχιστη θερμοκρασία ροής, τα οποία αποτελούν πλεονέκτημα για απευθείας χρήση σε πετρελαιομηχανές ή μετά από μίξη με πετρέλαιο.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ελαίου των σπόρων της αγριαγκινάρας ως καύσιμου είναι τα παρακάτω:

- Πυκνότητα (g/ml): 0,916
- Ιξώδες (mm²/s στους 20 οC): 95
- Ελάχιστη Θερμοκρασία Ροής (οC): - 21
- Αριθμός Κετανίου: 51
- Θερμαντική Αξία (MJ/kg): 17,7
- Σημείο Καύσης (οC): 350
- Τιμή Ιωδίου: 125
- Τιμή Σαπωνοποίησης: 194 (Fernandez, 1998).

Η δυνατότητα χρησιμοποίησης της βιομάζας της αγριαγκινάρας για παραγωγή χαρτοπολτού έχει διερευνηθεί και ακόμα ερευνάται από πολλά ερευνητικά κέντρα σε όλη την Ε.Ε. Οι προοπτικές για αυτή τη χρήση της αγριαγκινάρας φαίνονται πολύ θετικές, αλλά το κενάφ φαίνεται να θέτει σοβαρότερα πλεονεκτήματα περί αυτής της χρήσης. Το 1997 οι Benjelloun-Mlayah et al. παρουσίασαν τα πρώτα αποτελέσματα των ερευνών τους περί της δυνατότητας της *Cynara cardunculus* για παραγωγή ελαίου και χαρτοπολτού. Οι αναλύσεις των βλαστών και των σπερμάτων των φυτών της αγριαγκινάρας έδειξαν ότι, οι μεν βλαστοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή χαρτοπολτού, ο οποίος μάλιστα παρουσιάζει και πολύ καλά χαρακτηριστικά, ενώ με την επεξεργασία των σπερμάτων παράγεται έλαιο, το οποίο έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με το έλαιο του ηλίανθου. Οι Gominho et al. (2001) μελέτησαν τη δυνατότητα της *Cynara cardunculus* για παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού. Η μελέτη έγινε βάσει της ανατομικής κατασκευής και της χημικής

σύστασης των βλαστών, επίσης μελετήθηκαν οι ιδιότητες και οι παραγόμενες ποσότητες του πολτού. Ο βλαστός του φυτού περιέχει κεντρικά την εντεριώνη, η οποία αποτελεί το 45% περίπου του όγκου και το 10% του βάρους του βλαστού. Αποτελείται από μικρά παρεγχυματικά κύτταρα και περιβάλλεται από πολυάριθμες ξυλώδεις ίνες. Οι βλαστοί αποτελούνται από 7.7% τέφρα, 14.6% εκχυλίσματα, 17.0% λιγνίνη και 53.0% πολυσακχαρίτες, κυρίως κυτταρίνη και ξυλάνες. Η διαδικασία παραγωγής χαρτοπολτού Kraft έχει πολύ καλό βαθμό απόδοσης 44 – 47% και ο παραγόμενος πολτός έχει πολύ καλές ιδιότητες, κυρίως όσον αφορά την αντοχή του παραγόμενου χαρτιού. Η εξαγωγή της εντεριώνης, προ της κατεργασίας των βλαστών, αυξάνει την απόδοση και την αντοχή του χαρτιού και βελτιώνει τις χημικές του ιδιότητες. Οι ίνες έχουν μέσο μήκος 1,3 mm. πλάτος 18,8 mm και πάχος στρώσης 4,8 mm (Gominho et al. 2001).

Ζωοτροφή

Τα πράσινα φύλλα του φυτού, που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, φτάνουν αρκετά μεγάλο μέγεθος, ώστε να συλλεχθούν στην αρχή του χειμώνα και να χρησιμοποιηθούν ως φρέσκια χονδροειδής ζωοτροφή ή για την παρασκευή ενσιρώματος. Επίσης είναι δυνατόν πρόβατα ή αίγες να βοσκήσουν απ' ευθείας τα φύλλα του φυτού. Έτσι μπορούν να ληφθούν περίπου 40 - 50 τόννοι φρέσκιας ζωοτροφής / εκτάριο. Οι οφθαλμοί στη βάση του λαιμού του φυτού δίνουν την ευκαιρία νέας αναγέννησης του φυτού, κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης, με αποτέλεσμα το φυτό να ολοκληρώνει κανονικά τον ετήσιο βιολογικό του κύκλο το καλοκαίρι. Η πρακτική της συλλογής των φύλλων κατά τη διάρκεια του χειμώνα, είναι πιθανό να οδηγήσει στη μείωση της ποσότητας της βιομάζας που παράγεται στο τέλος, αν και συνήθως το έλλειμμα αυτό ισοσταθμίζεται από τη δυνατότητα διάθεσης του φυλλώματος ως ζωοτροφή.

Ιατρική

Η αγριαγκινάρα θεωρείται σημαντικό ιατρικό φυτό μετά την πρόσφατη ανακάλυψη ότι περιέχει την ένωση κυναρίνη (cynarin). Η ένωση αυτή έχει πικρή γεύση και βρίσκεται στα φύλλα. Οι ιδιότητές της είναι η βελτίωση της λειτουργίας των κύστεων του συκωτιού, η υποκίνηση της έκκρισης χωνευτικών υγρών και η μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα.

Τα φύλλα της αγριαγκινάρας είναι αντιρρευματικά, και βοηθούν στην πρόληψη της χοληστερόλης, της υπογλυκαιμίας, και της αρτηριοσκλήρυνσης ενώ δρουν και ως αντιοξειδωτικά. Επιπλέον, εργαστηριακές μελέτες έχουν δείξει ότι η κυναρίνη (cynarin) μετά από διάφορες διεργασίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά του HIV-1, αλλά η έρευνα αυτή βρίσκεται ακόμα σε αρχικά στάδια (Slamina et al., 2001).

Άλλες χρήσεις

Τα λουλούδια της αγριαγκινάρας χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία τυριού στην Ισπανία. Επιπλέον, χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες ως καλλωπιστικό φυτό στους κήπους, ενώ για πολλούς λαούς έχει σημαντική διατροφική αξία.

2.2.2 Προσαρμογή σε περιθωριακά εδάφη

Η αγριαγκινάρα είναι ένα πολυετές ενεργειακό φυτό, με πολύ περιορισμένες απαιτήσεις, όσον αφορά τις εισροές. Προσαρμόζεται πολύ καλά σε εγκαταλειμμένους, περιθωριακούς αγρούς και με την προϋπόθεση ότι τυχαίνει της κατάλληλης καλλιεργητικής διαχείρισης, είναι δυνατόν να αποτελέσει μια καλή πρόταση για την εκμετάλλευση τέτοιων περιοχών, με φτωχά εδάφη, δίνοντας την ευκαιρία για την παροχή ενός συμπληρωματικού εισοδήματος. Η αγριαγκινάρα, όντας ένα φυτό που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, δηλαδή την περίοδο των βροχών, είναι δυνατόν να συμβάλλει στην προστασία των περιθωριακών εδαφών από τη διάβρωση και κυρίως των επικλινών, όπου το φαινόμενο απαντάται πιο συχνά και σε πιο έντονο βαθμό. Πειράματα που διεξήχθησαν για να προσδιοριστεί η αποδοτικότητα της καλλιέργειας της αγριαγκινάρας σε περιθωριακά εδάφη, έδειξαν ότι χωρίς την προσθήκη εξωτερικών εισροών, ήταν δυνατή η παραγωγή μέχρι και 9 τόνων ξηρής βιομάζας / εκτάριο. Αυξημένες πυκνότητες φύτευσης είχαν θετική επίδραση στις αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα, ενώ η συγκομιδή της ροζέτας κατά τη διάρκεια του χειμώνα, για τη χρήση της για ζωοτροφή, είχε σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη παραγωγή ξηρής βιομάζας κατά το καλοκαίρι.

2.2.3 Θερμαντική αξία προϊόντων Αγριαγκινάρας

Η θερμαντική αξία των διαφόρων οργάνων του φυτού κυμαίνεται μεταξύ 14 και 21 MJ / kg. Ο μέσος όρος της θερμαντικής αξίας των φύλλων και στελεχών είναι περίπου 18,314 MJ / kg. Αν η βιομάζα της αγριαγκινάρας υποστεί τη διαδικασία της

πυρόλυσης τότε τα προϊόντα που παραλαμβάνονται είναι βιοαέριο, βιοάνθρακας και βιοέλαιο, σε αναλογία 60% - 20% - 20% αντίστοιχα. Η αντίστοιχη μέση θερμοαντική αξία για κάθε ένα από αυτά τα παράγωγα είναι 8 MJ / kg για το βιοαέριο, 29 MJ / kg για τον βιοάνθρακα και 21 MJ / kg για το βιοέλαιο.

Το 1999 οι Foti et al. μελέτησαν τις πιθανές εναλλακτικές χρήσεις του γένους *Cynara* spp. Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δύο ποικιλίες της απλής αγκινάρας *Cynara scolymus*, δύο της καλλιεργούμενης αγριαγκινάρας *C. cardunculus* var. *altilis* και μία της αυτοφυούς αγριαγκινάρας *C. cardunculus* var. *sylvestris*, οι οποίες δοκιμάστηκαν σε καλλιέργεια διάρκειας 3 ετών. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η καλλιεργούμενη αγριαγκινάρα υπερτερούσε έναντι των άλλων σε ποσότητα παραγόμενης βιομάζας, η οποία ανερχόταν σε 31 t / ha, κατά μέσο όρο των 3 ετών, ενώ η παραγωγή της αυτοφυούς ήταν 18.8 t / ha και της απλής αγκινάρας 11.8 t / ha, κατά μέσο όρο. Η θερμοαντική αξία της υπέργειας βιομάζας (εκτός των σπερμάτων) ωστόσο, δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στους διαφορετικούς γονότυπους και κυμαινόταν μεταξύ 16005 και 17028 KJ / kg ξηράς ουσίας.

2.3 Μίσχανθος (*Miscanthus sinensis*)

Μια νέα πολλά υποσχόμενη πολυετής καλλιέργεια του τύπου C4, για παραγωγή βιομάζας θεωρείται ο **Miscanthus sinensis** με πολλαπλές χρήσεις που κατακτά τελευταίως όλο και περισσότερο έδαφος σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες.

Ο Μίσχανθος ανήκει στο γένος των εύκρατων γρασιδιών που περιλαμβάνει αποκλειστικά C4 είδη. Το γένος *Miscanthus* περιλαμβάνει 20 περίπου είδη με μια φυσική διασπορά στην Ασία, τη Μαλαισία και την Πολυνησία. Γενικά, το γένος αυτό αποτελείται από εύρωστα, πολυετή φυτά με επιμήκη γραμμικά, λογχοειδή φύλλα. Ένας αριθμός από τα είδη του γένους υβριδίζονται και διασταυρώνονται ελεύθερα. Το γένος του Μίσχανθου είναι στενά συγγενικό με το *Saccharum* που ανήκει στο ζαχαροκάλαμο. Ο *Miscanthus sinensis* είναι διαδεδομένος στη μεγαλύτερη περιοχή της Ιαπωνίας και είναι το πιο σημαντικό και επικρατέστερο φυτό στους ημιφυσικούς λιβαδότοπους τόσο σε κρύες όσο και σε θερμές περιοχές. Οι λιβαδότοποι με υψηλούς τύπους γρασιδιών κυριαρχούνται από το *M. sinensis* και διατηρούνται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όπως ο θερισμός και το

κάψιμο. Η παραγωγικότητα τέτοιων περιοχών έχει αναφερθεί ότι πλησιάζει τους 10 t ha⁻¹ ετησίως (Jones et al., 1996).

Ο Μίσχανθος εμφανίστηκε στην Ευρώπη το 1930 ως διακοσμητικό φυτό κήπων. Στην Κεντρική Ευρώπη, η καλλιέργεια Μίσχανθου ερευνήθηκε σε υπαίθρια πειράματα για να λύσει τα αγρονομικά προβλήματα όπως η καθιέρωση νέων φυτών, ο θρεπτικός ανεφοδιασμός, η ανάπτυξη παραγωγής και οι ιδιότητες βιομαζών (Greef, 1996; Himken et al, 1997; Jorgensen, 1997; Walsh and McCarthy, 1998). Η ποικιλία *M. sinensis giganteus* προερχόμενη από τη Δανία έτυχε ευρείας διάδοσης. Η ποικιλία αυτή είναι τριπλοειδής και άγονη, και θεωρήθηκε ότι είναι υβρίδιο του *M. sinensis* και του *M. sacchariflorus*.

Ο *Miscanthus sinensis* μπορεί να πολλαπλασιαστεί με τρεις τρόπους:

- Με **σπόρους** που είναι φθηνότεροι, εξασφαλίζουν υψηλή παραγωγικότητα καθώς και ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Επειδή το πλήθος των συλλεγόμενων σπόρων αποτελείται και από πλήθος γενοτύπων, απαιτείται μια περαιτέρω διαλογή για να εντοπιστούν οι βελτιωμένοι τύποι φυτών. Αυτή τη στιγμή, τα περισσότερα φυτά είναι ετεροζύγωτα για απευθείας χρήση των σπόρων τους.

- Με **ριζώματα**. Είναι η καταλληλότερη μέθοδος πολλαπλασιασμού, συνδυάζοντας ταχύτητα στην εφαρμογή, ομοιομορφία στον αγρό και σχετικά μικρό κόστος. Τα ριζώματα πρέπει να έχουν μήκος 5-10 cm για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες (Rutheford and Heath, 1992). Βέβαια η τεχνική αυτή χρειάζεται να βελτιωθεί με περισσότερα πειράματα. Όπως θα περιγραφεί παρακάτω, στην Ελλάδα έχει πραγματοποιηθεί για πρώτη φορά πολλαπλασιασμός ριζωμάτων στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας το 1998 (Σακελλάρη, 1999).

- Με **μικροπολλαπλασιασμό φυταρίων**. Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται από μεγάλη αποτελεσματικότητα. Τα φυτάρια προέρχονται από την ανάπτυξη ριζωμάτων (Jones et al., 1996), και θα πρέπει να έχουν ύψος περί τα 30-35 cm και αναπτυγμένες ρίζες. Όμως η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται και από μεγάλο κόστος, που σύμφωνα με τους Venturi et al., (1999) είναι πενταπλάσιο του κόστους εγκατάστασης της φυτείας με ριζώματα.

Επειδή η ποικιλία *M. sinensis giganteus* είναι άγονη, μπορεί να πολλαπλασιαστεί μόνο με τις τελευταίες δυο μεθόδους.

Υψηλές παραγωγικότητες στην Ευρώπη έχουν αναφερθεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφικών τύπων από αμμώδη έως αργιλώδη και εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία. Παρόλο που τα ελαφρά εδάφη δίδουν καλή παραγωγή μόνο όταν η

βροχόπτωση είναι ικανοποιητική, στα βαριά εδάφη ίσως να υπάρχουν προβλήματα συμπίεσης του εδάφους κατά την περίοδο θερισμού της φυτείας εξαιτίας της συγκράτησης μεγάλου ποσοστού υγρασίας. Σκουρόχρωμα εδάφη προτιμούνται στην Κ. Ευρώπη από τα ανοιχτόχρωμα επειδή ζεσταίνονται γρηγορότερα, ενώ εδάφη με νότιο προσανατολισμό είναι προτιμότερα γιατί είναι πιο ζεστά από εκείνα με βόρειο προσανατολισμό (Rutheford and Heath, 1992), παράγοντες οι οποίοι όμως δεν είναι σημαντικοί για την Ελλάδα.

Ο Μίσχανθος αναπτύσσει βαθύ ριζικό σύστημα που φτάνει τα 1-2 m και έτσι μπορεί να εκμεταλλευτεί το διαθέσιμο νερό και στα βαθιά αμμώδη εδάφη (Sloth, 1986). Όμως η ανάπτυξη του Μίσχανθου μπορεί να μειωθεί σημαντικά από την έλλειψη εδαφικής υγρασίας τόσο στις ήδη εγκαταστημένες φυτείες (Horvey, 1991) όσο και κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης (Knoblouch et al., 1991).

Την περίοδο 1995 διεξήχθη πείραμα άρδευσης του Μίσχανθου στην περιοχή Σπερχειάδας, με επίπεδα άρδευσης 0, 300, 500, 750, και 850 mm. Ο μάρτυρας έκλεισε το βιολογικό του κύκλο μόλις 60 ημέρες μετά την αναβλάστηση με παραγωγή μόλις 291,2 kg/στρέμμα. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου οι επεμβάσεις με 300, 500, και 750 mm ξεπέρασαν τους 3 τόνους ξηρής ουσίας ανά στρέμμα. Φαίνεται ότι για τα Ελληνικά κλιματολογικά δομένα, άρδευση περί τα 500 mm μπορεί να εξασφαλίσει υψηλές αποδόσεις του Μίσχανθου (Danalatos et al., 1997).

Σε περιοχές της Κ. Ευρώπης, ο άνεμος αναφέρεται ότι μειώνει την ανάπτυξη του *M. sinensis giganteus* εξαιτίας της μείωσης της θερμοκρασίας που προκαλεί και ίσως να συντελεί στην καθήλωση της καλλιέργειας. Αντίθετα σε Μεσογειακά κλίματα ζημιές που προκαλούνται από τον άνεμο οφείλονται κυρίως στην αποξηραντική επίδραση όπως απώλεια εδαφικής υγρασίας, λόγω αυξημένης εξάτμισης και διαπνοής, και πρόωρη ωρίμανση με μειωμένη απόδοση. Οι ώριμοι βλαστοί είναι ανθεκτικοί στον άνεμο και οι κορυφές των καλαμιών μπορούν να λυγίζουν και να ακουμπούν στο έδαφος χωρίς να σπάνε (Rutheford and Heath, 1992).

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. (Rutheford and Heath, 1992).

Οι ασθένειες του Μίσχανθου είναι αμελητέες στην Ευρώπη. Τα ριζώματα περιστασιακά προσβάλλονται από *Fusarium* spp. αλλά μπορούν να προστατευτούν αν εμβαπτιστούν στο κατάλληλο μυκητοκτόνο. Στην Άπω Ανατολή ο Μίσχανθος προσβάλλεται από ένα πλήθος σκωριάσεων καθώς και από ασθένειες που προσβάλλουν το στέλεχος του φυτού. Εξαιτίας της συνεκτικής επιδερμίδας των φύλλων, ο Μίσχανθος είναι ανθεκτικός στις ασθένειες του φυλλώματος. Μόνο ένας ιός έχει βρεθεί στον Μίσχανθο (*Miscanthus streak virus*) και τα συμπτώματά του είναι καθήλωση του φυτού και ραβδώσεις στα φύλλα (Rutheford and Heath, 1992). Από δεδομένα που έχουν προκύψει από πειράματα στη Δανία και τη Γερμανία φαίνεται ότι 0,8-1 φυτό ανά m² είναι ένας ικανοποιητικός πληθυσμός αν και μεγαλύτεροι πληθυσμοί δίνουν ακόμα μεγαλύτερες παραγωγές στα πρώτα δυο ως τρία χρόνια. Αν και το μέγεθος της πειραματικής δουλειάς που έχει γίνει ίσως είναι μικρό, θεωρητικά η φύτευση πρέπει να γίνεται όσο πιο κοντά στο τετράγωνο για να εκμεταλλεύονται τα φυτά καλύτερα το φωτισμό και τα θρεπτικά συστατικά. Στη Δανία εφαρμόζεται ένα σύστημα με διπλές γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 75 cm και ανάμεσά τους έχουν αυλάκια διαστάσεων 175 cm (Rutheford and Heath, 1992). Από ελληνικής πλευράς μεγάλες αποδόσεις σε ξηρή ουσία (πάνω από 3 τόνους) έδειξε και πληθυσμός 850 φυτών στο στρέμμα (Danalatos et al., 1997). Η συγκομιδή των πολυετών ενεργειακών φυτών διαφέρει αρκετά από εκείνη των συμβατικών καλλιεργειών. Μερικές από τις σημαντικότερες διαφορές είναι οι ακόλουθες: 1) Χρόνος συγκομιδής 2) Μέθοδοι συγκομιδής 3) Απαιτούμενος εξοπλισμός.

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. Όσον αφορά στον κατάλληλο χρόνο συγκομιδής, πειράματα που διεξήχθησαν στην Ν. Γερμανία παρουσίασαν ενεργειακή παραγωγή 187-528 GJ ha⁻¹ (ή 4,4 – 12,5 t/ha) συγκομιδής του Μίσχανθου το Δεκέμβριο. Με την καθυστερημένη συγκομιδή μεταξύ Δεκεμβρίου και Φεβρουαρίου η παραγωγή μειώθηκε 14-15%. Η παραγωγή σημείωσε περαιτέρω πτώση κατά 13% μεταξύ του Φεβρουαρίου και του Μαρτίου (Lewandowski and Heinz, 2003). Καθυστερημένη συγκομιδή σημαίνει απώλειες σε βιομάζα που οφείλεται σε πτώση των φύλλων κατά τη διακοπή των

ακραίων μίσχων ενώ η παραγωγή μπορεί να μειωθεί έως και 35% (Thiemann, 1995; Beuch, 1998).

Από την άλλη πλευρά, μια καθυστερημένη συγκομιδή βελτιώνει την ποιότητα της καύσης της βιομάζας λόγω μειωμένης περιεκτικότητας σε υγρασία, και την διύλιση των ανεπιθύμητων τμημάτων βιομάζας όπως CI, K και τέφρας (Jorgensen and Sander, 1997; Lewandowski and Kicherer, 1997; Boelke et al., 1998). Επίσης, η μείωση της περιεκτικότητας του CI, N και του νερού εκτός από τις μειωμένες εκπομπές επιβλαβών ουσιών κατά την διάρκεια της καύσης, μειώνει και την ενέργεια που απαιτείται για την ξήρανση της βιομάζας (Struschka, 1993; IPCC, 1997; Kaltschmitt and Reinhardt, 1997). Ως εκ τούτου, κατά την επιλογή κατάλληλης ημερομηνίας συγκομιδής, ο παραγωγός βιομάζας αντιμετωπίζει μια σύγκρουση μεταξύ της παραγωγής και της ποιοτικής βελτιστοποίησης.

Η συγκομιδή μπορεί να γίνει με τις παρακάτω μεθόδους:

- Η πρώτη μέθοδος περιλαμβάνει θερισμό, συγκέντρωση σε γραμμές και δεματοποίηση. Ο θερισμός του χόρτου γίνεται με χορτοκοπτικά μηχανήματα. Υπάρχουν δύο κατηγορίες χορτοκοπτικών μηχανημάτων: α) με μαχαίρια που παλινδρομούν και β) με περιστρεφόμενα εργαλεία κοπής τα οποία πλεονεκτούν σε απόδοση εργασίας (μεγαλύτερη ταχύτητα) και ακρίβεια κοπής των φυτών (Γέμτος, 2002).

Το χόρτο αφήνεται στην επιφάνεια του χωραφιού για να ξεραθεί. Μια σειρά μηχανημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιτάχυνση της ξήρανσης του χόρτου, τα λεγόμενα μηχανήματα περιποίησης του χόρτου. Κατά την δεματοποίηση αυξάνεται η πυκνότητα του χόρτου για ευκολότερη διακίνηση. Διακρίνουμε δυο κατηγορίες μηχανημάτων: των ορθογωνίων και των κυλινδρικών δεμάτων. Σε κάθε κατηγορία υπάρχουν μηχανές που παράγουν δέματα από 20 kg μέχρι πολλές εκατοντάδες κιλά (Γέμτος, 2002).

- Η δεύτερη μέθοδος περιλαμβάνει κοπή, ψιλοτεμαχισμό (2-25 cm) και μεταφορά του υλικού στο όχημα μεταφοράς. Τα μηχανήματα αυτά λέγονται σιλοκοπτικά. Κατασκευάζονται ελκόμενα ή αναρτώμενα, συνήθως εργάζονται έξω από το γεωργικό ελκυστήρα, ώστε ο τελευταίος να κινείται πάνω σε ήδη συγκομισμένο μέρος του χωραφιού (Γέμτος, 2002).

Διεθνώς, ο Μίσχανθος μελετάται ως φυτό βιοενέργειας από εικοσαετίας, και σχετικά δημοσιεύματα υπάρχουν από Ιαπωνικής και Ευρωπαϊκής πλευράς. Συγκεκριμένα στην Ευρώπη έχει αναπτυχθεί το Δίκτυο Παραγωγικότητας του

Μίσχανθου. Ο κύριος και αντικειμενικός σκοπός του δικτύου είναι να παράγει πληροφορίες πάνω στο δυναμικό του Μίσχανθου ως καλλιέργεια βιομάζας για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Το δίκτυο καθιερώθηκε μέσω του προγράμματος JOULE το 1989 και περιλαμβάνει 18 τοποθεσίες σε ολόκληρη την Ευρώπη, όπου συλλέγονται δεδομένα παραγωγικότητας κάτω από διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Σχετικό πρόγραμμα υποστήριξης της Ε.Ε ήταν το πρόγραμμα AIR, ενώ στην Ελλάδα ερευνητικά προγράμματα έχουν εκπονηθεί από το ΚΑΠΕ, το ΓΠΑ και το Π.Θ.

Παρόλη την επιτυχή ανάπτυξη του Μίσχανθου στις περισσότερες περιοχές, τα δεδομένα παραγωγής έως τώρα δείχνουν μια μεγάλη διακύμανση, που οφείλεται σε έναν αριθμό παραγόντων, εδαφικών, κλιματικών και μεταχειρίσεων. Επίσης η μέγιστη παραγωγικότητα επιτυγχάνεται δύο-τρία χρόνια μετά τη φύτευση. Σημαντική διακύμανση της ανεκτικότητας σε χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρήθηκε, που ίσως να οφείλεται στην παραλλακτικότητα των γενότυπων του Μίσχανθου. Αυτό προσδίδει μεγάλη σημασία στην επιλογή ποικιλιών που θα ανταποκριθούν καλύτερα στις ανάγκες μας από το τωρινό δοκιμασμένο υλικό. Η παραγωγή ξηρής ουσίας του Μίσχανθου τη χρονιά της εγκατάστασης είναι πολύ χαμηλή, 500-750 kg/στρέμμα (Σακελλάρη, 1999). Αυτό είναι αναμενόμενο εξαιτίας του stress που υφίστανται τα φυτά κατά την φύτευσή τους. Επίσης μικρός είναι και ο αριθμός των αδελφιών. Στο τέλος της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου, ο μέσος όρος των αδελφιών ποικίλει μεταξύ 2,5 (στο Cashel της Ιρλανδίας), 15,8 (στο Brounschweig της Γερμανίας) (Jones et al., 1996) και 31,4 στο Βελεστίνο (Σακελλάρη, Πτυχιακή Διατριβή, 1999).

Αναφέρεται ότι η καλλιέργεια του Μίσχανθου δεν έχει μόνο υψηλή παραγωγή αλλά και υψηλή περιεκτικότητα ξηρής ουσίας, και μάλιστα τόση όση περιέχεται σε μια φυτεία από ιτιές ή λεύκες. Πειραματικά αποτελέσματα σε Ευρωπαϊκό επίπεδο καλλιέργειας με ιτιά, η οποία συγκομίζεται ανά 4 χρόνια (Venturi et al., 1999) ή λεύκα μπορεί να φτάσει τους 10-12 t/ha/year ξηρής ουσίας (Cannell, 1988; Hytonen, 1996), ενώ η καλλιέργεια Μίσχανθου (C4) έχει σημαντικά υψηλότερα δυναμικά απόδοσης. Η παραγωγικότητα σε εύκρατες περιοχές (temperate regions) κυμάνθηκε στους 20-30 t/ha/year ξηρής ουσίας και με άρδευση έφτασε τους 40 t/ha/year σε ξηρή ουσία στη Ν. Ευρώπη ο γενότυπος *Miscanthus sinensis* x *Giganteus* (Schwarz et al., 1995; Lewandowski and Kicherer, 1997; Christou et al., 1998). Επίσης ο Μίσχανθος έχει καλά χαρακτηριστικά καύσης και χαμηλή

περιεκτικότητα σε θείο και άζωτο, μικρότερες εκπομπές CO₂ και SO₂ σε σύγκριση με τη συμβατική παραγωγή θερμότητας από καύση πετρελαίου (Lewandowski and Heinz, 2003), έτσι ώστε η χρήση του να είναι ευεργετική για το περιβάλλον.

Παραγωγή Μίσχανθου 20 τόνων ξηρής ουσίας δίνει ακαθάριστη ενέργεια περί τους 7 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (Rutheford and Heath, 1992).

Σχετικά λίγα δεδομένα είναι διαθέσιμα για την καλλιέργεια κάτω από Ελληνικές συνθήκες. Παρόλα αυτά φαίνεται ότι ο Μίσχανθος θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό φυτό στη χώρα μας για έναν αριθμό βιομηχανικών χρήσεων (κατασκευαστικό ή μονωτικό υλικό) αλλά και ως καύσιμη ύλη (βιοενέργεια). Τα πρώτα Ελληνικά αποτελέσματα την τριετία 1993-1996 παρείχαν σοβαρές ενδείξεις ότι ο Μίσχανθος έχει μεγάλο δυναμικό παραγωγής στη Β. Ελλάδα και μπορεί να ξεπεράσει και το διπλάσιο από αυτό των χωρών της Κ. και Β. Ευρώπης (Danalatos et al., 1996).

Συγκεκριμένα, σε πειραματική φυτεία Μίσχανθου που εγκαταστάθηκε το 1993 στο Κουτσό της Ξάνθης, με πληθυσμό 1000 φυτών ανά στρέμμα και ευνοϊκές συνθήκες λίπανσης και άρδευσης, το δυναμικό παραγωγής ξεπέρασε τους 8 τόνους χλωρής βιομάζας και 4,36 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα στο τέλος του δεύτερου χρόνου καλλιέργειας. Αντίστοιχα, μέγιστοι ρυθμοί αύξησης περί τα 40 kg ξηρής ουσίας/στρ/ημέρα μετρήθηκαν σε περιόδους με μεγάλη ηλιοφάνεια και ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.

Σε άλλο πείραμα αύξησης του Μίσχανθου κάτω από δυο επίπεδα λίπανσης και πέντε επίπεδα άρδευσης, σε αμμώδες άγονο έδαφος της περιοχής Λαμίας, προέκυψε ότι η λίπανση δεν επέδρασε στην ανάπτυξη και παραγωγή της βιομάζας καθώς επίσης δεν παρατηρήθηκαν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δυο παραγόντων. Αντίθετα μια ισχυρή επίδραση της άρδευσης βρέθηκε στο εύρος των 0-500mm (Danalatos et al., 1997), ενώ η μέγιστη παραγωγή βιομάζας πραγματοποιήθηκε την τρίτη καλλιεργητική περίοδο.

Σε πειράματα που διεξήχθησαν σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, ο μέσος όρος ύψους της φυτείας έφτασε τα τρία μέτρα, η παραγωγή ξηρής ουσίας κυμάνθηκε από 2,6 έως 3,2 τόνους ανά στρέμμα ετησίως και το εκτιμώμενο ενεργειακό δυναμικό ανήλθε στα 1,38 TΠΠ ανά στρέμμα (Κ.Α.Π.Ε, 1998).

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών προέκυψε ότι η άρδευση αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα για την επίτευξη μεγάλης παραγωγικότητας, αλλά ακόμη και με χαμηλά επίπεδα άρδευσης αναμένεται ικανοποιητική παραγωγή βιομάζας. Η

εφαρμογή αζωτούχου λιπάνσεως στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου δεν επηρέασε την ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγή βιομάζας αν και κάποιες φορές παρατηρήθηκαν καλύτερα αποτελέσματα με υψηλά επίπεδα λίπανσης (Κ.Α.Π.Ε, 1998).

Το αυξημένο δυναμικό παραγωγής σε βιομάζα του Μίσχανθου στα Ελληνικά εδάφη φανερώνει νέες μελλοντικές προοπτικές για το φυτό αυτό στη χώρα μας, ως εναλλακτική καλλιέργεια χαμηλών εισροών και προστασίας του περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ

3.1 Κόστος παραγωγής Αγριαγκινάρας

Ο παρακάτω προϋπολογισμός αφορά την εγκατάσταση μιας νέας φυτείας αγριαγκινάρας (μη αρδευόμενη). Ο προϋπολογισμός της καλλιέργειας θα πραγματοποιηθεί για δυο περιπτώσεις: (α) για ένα γεωργό που θέλει να αλλάξει την καλλιέργεια του (β) για ένα νέο επιχειρηματία που θέλει να ασχοληθεί με τον τομέα παραγωγής βιομάζας. Η παραγόμενη ποσότητα θα διανέμεται για καύση σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις.

Δεδομένα

- Διάρκεια καλλιέργειας 15 έτη
 - Ετήσια παραγωγή ξηρής βιομάζας 1300 κιλά / στρέμμα (από το 2ο έτος και μετά). Το πρώτο έτος 500 κιλά / στρέμμα.
 - Θερμική απόδοση 17 MJ/kg
 - Θερμική αξία καλλιέργειας ανά στρέμμα ανά χρόνο 22100 MJ ή 22,1 GJ (= 17 MJ/kg * 1300 κιλά)
 - Έκταση αγρού 200 στρέμματα
 - Πυκνότητα φύτευσης 2000 φυτά στο στρέμμα (0,5m x 1m)
 - Μέτρια γονιμότητα εδάφους
- * Η παραγωγή των 1300 κιλά ανά στρέμμα, η διάρκεια καλλιέργειας 15 ετών, η πυκνότητα φύτευσης και η θερμική απόδοση του Μίσχανθου καθορίστηκαν ύστερα από ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας.

Οικονομικά στοιχεία

Προκειμένου να γίνει ο οικονομικός απολογισμός της καλλιέργειας, ως μεροκάματο ορίστηκε το ποσό των 4,5 € ανά ώρα εργασίας (δηλαδή 36 € το οχτάωρο) και οι παρακάτω εργασίες λαμβάνονται υπόψη:

1. Προμήθεια υλικού

Η αγριαγκινάρα πολλαπλασιάζεται με σπόρο, είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος, και η σπορά γίνεται με σπαρτική μηχανή ακριβείας. Η προμήθεια του υλικού θα γίνει (χειρονακτική συλλογή) από τις υπάρχουσες φυτείες αγριαγκινάρας. Ανάγκες

σε σπόρο: $2000 \text{ φυτά στο στρέμμα} \times 200 \text{ στρέμματα} + 40\% \text{ απώλειες} = 400.000 + 160.000 = 560.000 \text{ σπόρους αγριαγκινάρας}$. Το βάρος 1000 κόκκων προσδιορίστηκε στα 42 gr.

Ως κόστος αγοράς του σπόρου υπολογίζεται μόνον το κόστος συλλογής του, το οποίο υπολογίζεται να χρειαστεί 7 ημερομίσθια, δηλαδή $7 \times 36 = 252 \text{ €}$, για την σπορά 200 στρεμμάτων. Συμπεριλαμβανομένων και των απρόβλεπτων εξόδων (μεταφορικά, αποθήκευση) υπολογίζουμε ότι ο σπόρος θα κοστίσει 300 €.

2. Προετοιμασία αγρού

Προκειμένου να γίνει η φύτευση, ο αγρός θα πρέπει να προετοιμαστεί κατάλληλα. Υπολογίζεται ότι μια βαθιά άροση αργά το καλοκαίρι (30-40 cm), 2 απλά δισκοσβάρνισματα και ένα συνδυασμένο δισκοσβάρνισμα είναι αρκετά προκειμένου να επιτευχθεί η κατάλληλη σποροκλίση στο έδαφος. Με βάση οικονομικές τιμές του έτους 2005, η άροση κοστολογείται στα 9 € ανά στρέμμα και το δισκοσβάρνισμα στα 3 € ανά στρέμμα από έμπειρο επαγγελματία. Εδώ θα γίνει διαχωρισμός του κόστους μεταξύ των δυο υπό μελέτη περιπτώσεων. Στην περίπτωση του νέου επιχειρηματία το κόστος είναι:

Για την άροση $9 \text{ €} / \text{στρ} \times 200 \text{ στρ} = 1.800 \text{ €}$

Για τη δισκοσβάρνα $3 \text{ €} / \text{στρ} \times 3 \text{ φορές} \times 200 \text{στρ} = 1.800 \text{ €}$

Συνολικά θα κοστίσει στον επιχειρηματία 3.600 € για την προετοιμασία του αγρού.

Για τον αγρότη το κόστος είναι μικρότερο, και ανέρχεται στο μισό περίπου, καθώς θα χρησιμοποιήσει το δικό του εξοπλισμό. Έτσι το κόστος για το γεωργό είναι 1.800 €.

3. Φύτευση αγριαγκινάρας

Η φύτευση θα γίνει με πνευματικό σπορέα ακρίβειας (2 φυτά ανά m^2 , αποστάσεις φύτευσης 50 εκατοστά επί της γραμμής και 1 μέτρο μεταξύ των γραμμών). Το κόστος σποράς ανέρχεται στα 3 € ανά στρέμμα. Άρα στα 200 στρέμματα το ολικό κόστος θα είναι $200 \text{ στρ} \times 3 \text{ €} = 600 \text{ €}$ για το νέο επιχειρηματία. Για το γεωργό το κόστος θα είναι το μισό εφόσον ο υφιστάμενος εξοπλισμός θεωρείται δεδομένος. Έτσι για το γεωργό θα κοστίσει 300 €.

4. Λίπανση - άρδευση - ζιζανιοκτόνα

Τα φυτά χρειάζονται μόνο μικρά ποσά λιπάσματος και παρασιτοκτόνων μετά το δεύτερο έτος εγκατάστασης. Εκτιμάται ότι αρκούν 7 μονάδες αζώτου και 3.5 μονάδες φωσφόρου κατ' έτος που θα εφαρμοστούν ως βασική εφαρμογή. Αν χρησιμοποιηθεί φωσφορική αμμωνία (20-10-0) θα χρειαστούν περί τα 35 κιλά

λιπάσματος (20-10-0) ανά στρέμμα ή $35 \times 200 = 7.000$ κιλά λίπασμα ή 140 τσουβάλια. Η τιμή του λιπάσματος εκτιμάται στα 11 € το τσουβάλι ή (0.2 €/κιλό) και επομένως το συνολικό κόστος λιπάσματος περί τα $11 \times 140 = 1.540$ €.

Προσθέτοντας το συνολικό κόστος εργασίας (man and machine) για λίπανση περί τα 360 € (10 μεροκάματα x 36 € ανά μεροκάματο), το συνολικό ετήσιο κόστος λίπανσης είναι $1.540 + 360 = 1.900$ €. Αν η περίοδος ζωής του προγράμματος είναι 15 έτη, το συνολικό κόστος λίπανσης αφορά 14 έτη, και υπολογίζεται στα 26.600 € (14 έτη x 1.900 € ανά έτος). Άρα για το λίπασμα χρειάζονται 26.600 € για όλο το πλάνο καλλιέργειας.

Καταπολέμηση ζιζανίων θα χρειαστεί μόνο κατά τον 1ο χρόνο εγκατάστασης της φυτείας. Τα έξοδα από τη χρήση των ζιζανιοκτόνων υπολογίζονται ως εξής: Έξοδα ψεκαστικού και ζιζανιοκτόνου στα 2€ /στρ άρα στα 200 στρέμματα κόστος 400 €.

Επιπλέον υπολογίζουμε και συμπληρωματικές καλλιεργητικές φροντίδες που ανέρχονται στο πόσο των 300 €. Άρα συνολικά για την καταπολέμηση ζιζανίων χρειάζονται 700 €. Οι καλλιέργειες δεν θα είναι αρδευόμενες και έτσι το κόστος άρδευσης είναι μηδενικό.

5. Ετήσια συγκομιδή – αποθήκευση - μεταφορά

Για τη συγκομιδή απαιτείται χορτοκοπτικό μηχάνημα και ένας δεματοποιητής. Η συλλογή και η μεταφορά μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση γεωργικών ελκυστήρων στους οποίους θα έχει ενσωματωθεί κατάλληλο εξάρτημα, για τη φόρτωση των δεμάτων που θα έλκουν πλατφόρμα μεταφοράς. Το κόστος των μηχανημάτων συμπεριλαμβάνεται στα έξοδα εργασίας (βλ. εξοπλισμός).

Το μέγεθος του παραγόμενου δέματος θα είναι $0,5 \times 0,8 \times 2$ μέτρα. Υπολογίζεται ότι το βάρος κάθε δέματος περίπου στα 500 κιλά. Με υφισταμένη παραγωγή 1300 κιλά ανά στρέμμα ανά έτος, υπολογίζονται ότι κάθε χρόνο θα παραχθούν $1300 \text{ κιλά} \times 200 \text{ στρ} / 500 \text{ κιλά ανά δέμα} = 520$ δέματα ανά έτος. Ο όγκος που θα καταλαμβάνει ολόκληρη η παραχθείσα ποσότητα ανέρχεται στα $520 \text{ δέματα} \times 0,8 \text{ m}^3 = 416 \text{ m}^3$. Τα ορθογώνια δέματα, μετά την παραγωγή τους από το μηχάνημα συγκομιδής αφήνονται στον αγρό, από όπου πρέπει να μεταφερθούν και να αποθηκευθούν προσωρινά σε επιλεγμένες θέσεις, στην άκρη της φυτείας ή σε άλλες θέσεις εκτός της φυτείας. Στην περίπτωση αυτή, η μεταφορά τους στη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής θα γίνεται ανάλογα με τις ανάγκες της.

Επιπλέον θα χρειαστούν κάποια ημερομίσθια προκειμένου να περατωθούν οι όλες διαδικασίες. Αυτά υπολογίστηκαν κοντά στα 20 ημερομίσθια ανά έτος ή 20

μεροκάματα x 14 έτη x 36 € ανά μεροκάματο = 10.080 € για όλο το πλάνο καλλιέργειας.

6. Συμπύκνωση

Το κόστος για την συμπύκνωση υλικού προκειμένου να προωθηθεί για καύση ανέρχεται στα 0,045 € ανά κιλό υλικού. Συνολικά: 1300 κιλά ανά έτος ανά στρέμμα x 200 στρέμματα x 14 έτη x 0,045 € / κιλό = 163800 €.

7. Καταστροφή καλλιέργειας

Υπάρχει ήδη σχετική εμπειρία (Π.Θ. - αδημοσίευτα αποτελέσματα) καταστροφής των υπολειμμάτων αγριαγκινάρας μετά το τέλος διάρκειας ζωής της καλλιέργειας και ο απαιτούμενος μηχανικός εξοπλισμός. Βαθιά άροση με ειδικό μηχάνημα σε βάθος 60 εκατοστών. Το κόστος εργασίας για εκρίζωση ανέρχεται στα 17 € ανά στρέμμα, δηλαδή 3.400 € για όλη την έκταση.

8. Ενοίκιο αγρού

Στην περίπτωση του αγρότη χειμερινών σιτηρών που θέλει να αλλάξει την καλλιέργειά του, οι αγροί θεωρούνται δεδομένοι και δεν υπολογίζονται έξοδα για αυτήν την κατηγορία. Στην περίπτωση του νέου επιχειρηματία θα πρέπει να ενοικιαστεί αγρός 200 στρεμμάτων. Η ενοικίαση το 2005 κυμαίνεται στα 45 € ανά στρέμμα (περιοχή χωρίς αρδευτικό πλάνο, και μικρής γονιμότητας). Κάνοντας τους υπολογισμούς για μια περίοδο 15 ετών, βρέθηκε ότι το συνολικό κόστος ενοικίασης της γης ανέρχεται στα (45 € ανά στρέμμα x 200 στρέμματα x 15 έτη =) 135.000 €.

9. Αγορά κύριου εξοπλισμού

Γεωργικός ελκυστήρας 22.000 €

Λιπασματο-διανομέας 500 €

Εξοπλισμός κοπής (Glass) 12.000 €

Εξοπλισμός δεματοποίησης 15.000 €

Εξοπλισμός συλλογής και μεταφοράς 7.000 €

Λοιπός εξοπλισμός 5.000 €

Σύνολο : 61.500 €

Το παραπάνω κόστος είναι για την περίπτωση του νέου επιχειρηματία ο οποίος θέλει να ξεκινήσει μια νέα επένδυση από την αρχή. Στην περίπτωση του αγρότη πολλά από τα παραπάνω μηχανήματα είναι δεδομένα και το κόστος μια «συμπληρωματικής» αγοράς εξοπλισμού ανέρχεται στις 15.000 €.

10. Εργασία και αναλώσιμα

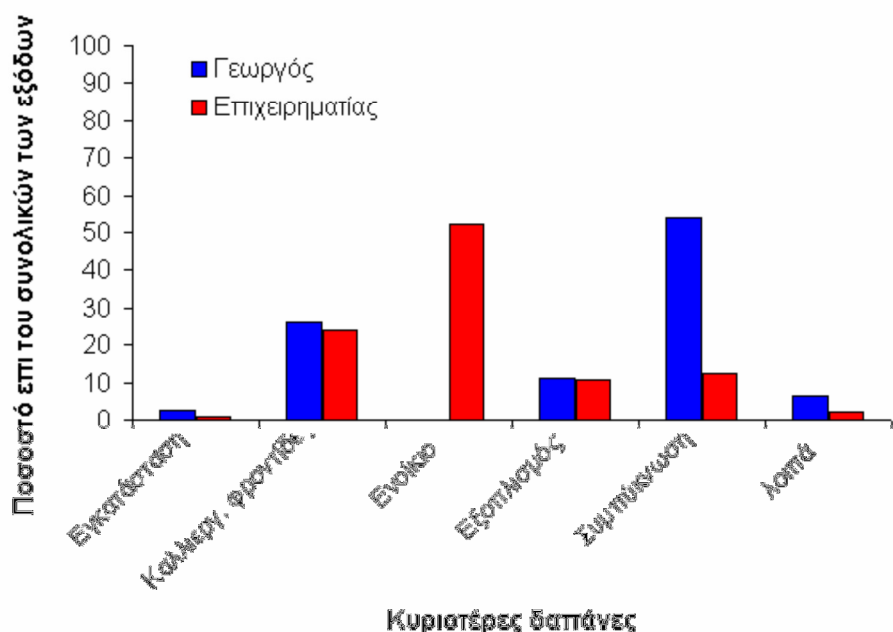
Ένας τεχνο-εργάτης (στην περίπτωση του επενδυτή μόνον, διότι στην περίπτωση

του αγρότη αυτή θα είναι και η κύρια απασχόλησή του) που θα απασχολείται σε μόνιμη βάση. Αμοιβή 600 €/μήνα * 6 μήνες = 7.200 € /έτος. Συνολική δαπάνη 7.200 x 14 = 102.172 €.

Όσον αφορά στην αμοιβή εποχιακών εργασιών κυρίως κατά την συγκομιδή και αποθήκευση, αυτά υπολογίστηκαν παραπάνω. Αναλώσιμα 500 €/έτος x 14 έτη = 7.000 €. Άρα το κόστος σε αυτό το κεφαλαίο ανέρχεται στα 7.000 € στην περίπτωση του γεωργού και στα 109.172 € στην περίπτωση του επενδυτή.

11. Επιδότηση

Η καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών στις μέρες μας επιδοτείται με το ποσό των 4,5 € ανά στρέμμα. Δηλαδή στα 15 έτη καλλιέργειας ο παραγωγός θα εισπράξει το ποσό των (15 έτη x 200 στρέμματα x 4,5 € ανά στρέμμα ανά έτος =) 13.500 €. Το πόσο είναι πολύ μικρό για να πείσει κάποιον να ασχοληθεί με την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών, παρόλα αυτά ευελπιστούμε ότι γρήγορα θα αλλάξει η υπάρχουσα κατάσταση μιας και η ανάγκη εισαγωγής και καλλιέργειας των φυτών αυτών είναι κάτι παραπάνω από επιτακτική.



Σχήμα 6 Οι κυριότερες δαπάνες (% του συνόλου των εξόδων) για την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας αγριαγκινάρας, για τις υπό μελέτη δυο περιπτώσεις.

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται οι κυριότερες δαπάνες. Στην περίπτωση του γεωργού η συμπύκνωση του προϊόντος προς πώληση σε θερμοκηπιακές και άλλες εγκαταστάσεις είναι η πιο ακριβή (περί το 53% του συνόλου των εξόδων του). Ενώ στην άλλη περίπτωση το ενοίκιο του αγρού

καταλαμβάνει την πρώτη θέση στις δαπάνες του νέου επιχειρηματία. Οι καλλιεργητικές φροντίδες και στις 2 περιπτώσεις καταλαμβάνουν το ίδιο ποσοστό. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται και τα εργατικά.

3.2 Κόστος παραγωγής Μίσχανθου

Ο παρακάτω προϋπολογισμός αφορά την εγκατάσταση μιας νέας φυτείας Μίσχανθου στη Θεσσαλία το 2005 (αρδευόμενη καλλιέργεια). Ο προϋπολογισμός της καλλιέργειας θα πραγματοποιηθεί για δυο περιπτώσεις: (α) για ένα γεωργό που θέλει να αλλάξει την καλλιέργειά του, και (β) για ένα νέο επιχειρηματία που θέλει να ασχοληθεί με τον τομέα παραγωγής βιομάζας. Η παραγόμενη ποσότητα θα διανέμεται για καύση σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις. Οι παρακάτω υπολογισμοί είναι αναπροσαρμογή προηγούμενης μελέτης του Π.Θ. (Αρχοντούλης, 2003)

Δεδομένα

- Διάρκεια καλλιέργειας 15 έτη
- Ετήσια παραγωγή ξηρής βιομάζας 3.000 κιλά / στρέμμα (από το 2ο έτος και μετά)
- Θερμική απόδοση Μίσχανθου 17 MJ/kg
- Θερμική αξία καλλιέργειας ανά στρέμμα ανά χρόνο 51.000 MJ ή 51 GJ (= 17 MJ/kg * 3.000 κιλά)
- Έκταση αγρού 200 στρέμματα
- Πυκνότητα φύτευσης 1000 φυτά στο στρέμμα (1m x 1m)
- Μέτρια γονιμότητα εδάφους

Η παραγωγή των 3.000 kg ανά στρέμμα, η διάρκεια καλλιέργειας (15 έτη), και η θερμική απόδοση του Μίσχανθου καθορίστηκαν ύστερα από ανασκόπηση της διεθνούς και Ελληνικής βιβλιογραφίας.

Οικονομικά στοιχεία

Προκειμένου να γίνει ο οικονομικός απολογισμός της καλλιέργειας, ως αμοιβή εργασίας ορίστηκε το πόσο των 4,5 € ανά ώρα εργασίας (δηλαδή 36 € το οχτάωρο) και οι παρακάτω εργασίες λαμβάνονται υπόψη:

1. Προμήθεια - Πολλαπλασιασμός φυταρίων

α) Προμήθεια και εισαγωγή γενετικού υλικού από το εξωτερικό

Πειραματικές καλλιέργειες Μίσχανθου σε ερευνητικό επίπεδο και επίπεδο demonstration field από το 1993 βασίστηκαν στην αγορά και εισαγωγή φυταρίων από Γερμανία και Ολλανδία. Τα φυτάρια αγοράστηκαν προς 0,60 € έκαστο και φυτεύτηκαν σε πυκνότητα 1000 φυτάρια ανά στρέμμα, η οποία φαίνεται να είναι η καλύτερη (Αρχοντούλης, 2003).

β) Πολλαπλασιασμός φυταρίων στο Π.Θ.

Για πρώτη φορά το 1998 πολλαπλασιάστηκε επιτυχώς Μίσχανθος με ριζώματα στην Ελλάδα (Σακελλάρη, 1998) και η όλη διαδικασία ήταν επιτυχής. Το κόστος εργασίας για τον πολλαπλασιασμό των φυταρίων κυμάνθηκε περίπου στο 1/5 της αξίας (δηλαδή 0,12 € ανά φυτάριο), το οποίο επιβεβαιώθηκε και από τους Venturi et al. (1999).

Στην παρούσα μελέτη επιλέγουμε το δεύτερο τρόπο εγκατάστασης της καλλιέργειας, ο οποίος είναι λιγότερο χρονοβόρος αλλά και ο πιο οικονομικός. Δηλαδή έχουμε: 200 στρέμματα x 1000 φυτά στο στρέμμα = 200.000 φυτάρια. Προκειμένου να εξαλείψουμε κάθε παράγοντα που μπορεί να μειώσει την πυκνότητα φύτευσης, δεχόμαστε ως απώλειες ένα 30% (δηλαδή παράγουμε 30% φυτάρια παραπάνω). Αυτό σημαίνει: 200.000 φυτάρια + 30% x 200.000 φυτάρια = 200.000 + 60.000 = 260.000 φυτάρια θα πρέπει να παραχθούν. Έτσι το κόστος παραγωγής των φυταρίων είναι: 260.000 φυτάρια x 0,12 € ανά φυτάριο = 31.200 € για όλη την έκταση των 200 στρεμμάτων.

2. Μεταφορά φυταρίων

Εδώ υπολογίζονται τα έξοδα μεταφοράς του υλικού από τον αγρό τροφοδοσίας στο θερμοκήπιο πολλαπλασιασμού (η εγκατάσταση τους εκεί) και από το θερμοκήπιο πολλαπλασιασμού στον αγρό εγκατάστασης.

Υπολογίζεται ότι χρειάζονται 10 ημερομίσθια (36 € x 10 = 360 €). Απρόβλεπτα έξοδα ένα 20% επιπλέον, δηλαδή 20% x 360 € + 360 € = 72 € + 360 € = 432 €.

3. Προετοιμασία αγρού

Προκειμένου να γίνει η φύτευση, ο αγρός θα πρέπει να προετοιμαστεί κατάλληλα. Υπολογίζεται ότι μια βαθιά άροση αργά το φθινόπωρο (30-35 cm), 2 απλά δισκοσβάρνισματα και ένα συνδυασμένο δισκοσβάρνισμα είναι αρκετά προκειμένου να επιτευχθεί η κατάλληλη σποροκλίση στο έδαφος. Σύμφωνα με τιμές του 2005, η άροση κοστολογείται στα 9 € ανά στρέμμα και η δισκοσβάρνα στα 3 € ανά στρέμμα από έμπειρο επαγγελματία. Εδώ θα γίνει διαχωρισμός του κόστους μεταξύ των δυο περιπτώσεων που μελετάμε. Στην περίπτωση του νέου

επιχειρηματία το κόστος είναι:

Για την άροση $9 \text{ €} / \text{στρ} \times 200 \text{ στρ} = 1.800 \text{ €}$

Για τη δισκοσβάρνα $3 \text{ €} / \text{στρ} \times 3 \text{ φορές} \times 200 \text{ στρ} = 1.800 \text{ €}$

Συνολικά θα κοστίσει στον επιχειρηματία 3.600 € για την προετοιμασία του αγρού.

Για τον αγρότη το κόστος είναι μικρότερο, και ανέρχεται στο μισό περίπου, καθώς θα χρησιμοποιήσει το δικό του εξοπλισμό. Έτσι το κόστος για τον γεωργό είναι 1.800 €.

4. Φύτευση φυταρίων

Η φύτευση πρέπει να γίνει κατά τα μέσα Απριλίου και δεν πρέπει να διαρκέσει περισσότερο από 2 εβδομάδες, προκειμένου να πετύχουμε ομοιομορφία στον αγρό.

Ύστερα από συζητήσεις με έμπειρους εργάτες πάνω σε αγροτικά θέματα

καταλήξαμε ότι για τη μεταφύτευση ενός στρέμματος Μίσχανθου χρειάζονται 2,5 ημερομίσθια. Δηλαδή 500 ημερομίσθια για όλο τον αγρό των 200 στρεμμάτων, δηλαδή το κόστος ανέρχεται στα $500 \text{ ημερομίσθια} \times 36 \text{ € το ημερομίσθιο} = 18.000 \text{ €}$. Με αλλά λόγια 90 € ανά στρέμμα για όλα τα έτη ή 6 € ανά στρέμμα ανά έτος (περίπου το διπλάσιο από το κόστος μιας σπαρτικής μηχανής). Θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω έρευνες (μεταφυτευτική μηχανή) σε αυτό τον τομέα για την μείωση του κόστους εγκατάστασης.

5. Λίπανση - άρδευση – έλεγχος ζιζανίων

Τα φυτά χρειάζονται μόνο μικρά ποσά λιπάσματος και παρασιτοκτόνων μετά το δεύτερο έτος εγκατάστασης. Εκτιμάται ότι αρκούν 7 μονάδες αζώτου και 3.5 μονάδες φωσφόρου κατ' έτος που θα εφαρμοστούν ως βασική εφαρμογή. Αν χρησιμοποιηθεί φωσφορική αμμωνία (20-10-0) θα χρειαστούν περί τα 35 κιλά λιπάσματος (20-10-0) ανά στρέμμα ή $35 \times 200 = 7.000 \text{ κιλά λίπασμα}$ ή 140 τσουβάλια. Η τιμή του λιπάσματος εκτιμάται στα 11 € το τσουβάλι ή (0.2 €/κιλό) και επομένως το συνολικό κόστος λιπάσματος περί τα $11 \times 140 = 1.540 \text{ €}$.

Προσθέτοντας το συνολικό κόστος εργασίας (man and machine) για λίπανση περί τα 360 € (10 ημερομίσθια \times 36 € ανά ημερομίσθιο), το συνολικό ετήσιο κόστος λίπανσης είναι $1.540 + 360 = 1.900 \text{ €}$. Αν η περίοδος ζωής του προγράμματος είναι 15 έτη, το συνολικό κόστος λίπανσης αφορά 14 έτη, και υπολογίζεται στα 26.600 € (14 έτη \times 1.900 € ανά έτος). Άρα για το λίπασμα χρειάζονται 26.600 € για όλο το πλάνο καλλιέργειας.

Καταπολέμηση ζιζανίων θα χρειαστεί μόνο κατά τον 1ο χρόνο εγκατάστασης της φυτείας. Τα έξοδα από τη χρήση των ζιζανιοκτόνων υπολογίζονται ως εξής: Έξοδα

ψεκαστικού και ζιζανιοκτόνου στα 2€ /στρ άρα στα 200 στρέμματα κόστος 400 €.
Επιπλέον υπολογίζουμε και συμπληρωματικές καλλιεργητικές φροντίδες που
ανέρχονται στο πόσο των 300 €. Άρα συνολικά για την καταπολέμηση ζιζανίων
χρειάζονται 700 €.

Το κόστος άντλησης του νερού για την άρδευση ανέρχεται στα 600 € ανά έτος ή
συνολικά ($14 \times 600 =$) 8.400 €. Η άντληση του νερού υπολογίστηκε να γίνει με τη
χρήση ηλεκτρικού ρεύματος. Το κόστος του λιπαντήρα, αντλίας άρδευσης, και
γενικά του εξοπλισμού άρδευσης συμπεριλαμβάνονται στα έξοδα εργασίας (βλ.
εξοπλισμός).

6. Ετήσια συγκομιδή – αποθήκευση - μεταφορά

Για τη συγκομιδή απαιτείται χορτοκοπτικό μηχάνημα και ένας δεματοποιητής. Η
συλλογή και η μεταφορά μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση γεωργικών
ελκυστήρων στους οποίους θα έχει ενσωματωθεί κατάλληλο εξάρτημα, για τη
φόρτωση των δεμάτων και που θα έλκουν πλατφόρμα μεταφοράς. Το κόστος των
μηχανημάτων συμπεριλαμβάνεται στα έξοδα εργασίας (βλ. εξοπλισμός).

Το μέγεθος του παραγόμενου δέματος θα είναι 0,5 x 0,8 x 2 μέτρα. Υπολογίζεται ότι
το βάρος κάθε δέματος είναι περί τα 700 κιλά. Με υφισταμένη παραγωγή 3.000 κιλά
ανά στρέμμα ανά έτος, υπολογίζονται ότι κάθε χρόνο θα παραχθούν 3.000 κιλά x
200 στρ / 700 κιλά ανά δέμα = 857 δέματα ανά έτος. Ο όγκος που θα καταλαμβάνει
ολόκληρη η παραχθείσα ποσότητα ανέρχεται στα 857 δέματα x 0,8 m³ = 685 m³. Τα
ορθογώνια δέματα, μετά την παραγωγή τους από το μηχάνημα συγκομιδής,
αφήνονται στον αγρό, από όπου πρέπει να μεταφερθούν και να αποθηκευτούν
προσωρινά σε επιλεγμένες θέσεις, στην άκρη της φυτείας ή σε άλλες θέσεις εκτός
της φυτείας. Στην περίπτωση αυτή, η μεταφορά τους στη μονάδα χρήσης θα γίνεται
ανάλογα με τις ανάγκες της.

Επιπλέον θα χρειαστούν κάποια ημερομίσθια προκειμένου να περατωθούν οι όλες
διαδικασίες. Αυτά υπολογίστηκαν κοντά στα 30 ημερομίσθια ανά έτος ή 30
ημερομίσθια x 14 έτη x 36 € ανά ημερομίσθιο = 15.120 € για όλο το πλάνο
καλλιέργειας του Μίσχανθου.

7. Συμπύκνωση

Το κόστος για την συμπύκνωση υλικού προκειμένου να προωθηθεί για καύση
ανέρχεται στα 0,045 € ανά κιλό Μίσχανθου. Συνολικά: 3.000 κιλά ανά έτος ανά
στρέμμα x 200 στρέμματα x 14 έτη x 0,045 € / κιλό = 378.000 €.

8. Καταστροφή καλλιέργειας

Υπάρχει ήδη σχετική εμπειρία (Π.Θ. - αδημοσίευτα αποτελέσματα) καταστροφής των υπολειμμάτων μίσχανθου μετά το τέλος διάρκειας ζωής της καλλιέργειας και ο απαιτούμενος μηχανικός εξοπλισμός. Βαθιά άροση με ειδικό μηχάνημα σε βάθος 60 εκατοστών. Το κόστος εργασίας για εκρίζωση ανέρχεται στα 17 € ανά στρέμμα, δηλαδή 3.400 € για όλη την έκταση.

9. Ενοίκιο αγρού

Στην περίπτωση του αγρότη που θέλει να αλλάξει την καλλιέργειά του, οι αγροί θεωρούνται δεδομένοι και δεν υπολογίζονται έξοδα για αυτήν την κατηγορία. Στην περίπτωση του νέου επιχειρηματία θα πρέπει να ενοικιαστεί αγρός 200 στρεμμάτων. Η ενοικίαση το 2005 κυμαίνεται στα 100 € ανά στρέμμα. Κάνοντας τους υπολογισμούς για μια περίοδο 15 ετών, βρέθηκε ότι το συνολικό κόστος ενοικίασης της γης ανέρχεται στα (100 € ανά στρέμμα x 200 στρέμματα x 15 έτη =) 300.000 €.

10. Αγορά κύριου εξοπλισμού

Γεωργικός ελκυστήρας 22.000 €

Λιπασματο-διανομέας 500 €

Αντλία βαθέων υδάτων * 9.000 €

Αρδευτικός εξοπλισμός ** 28.000 €

Εξοπλισμός κοπής (Glass) 12.000 €

Εξοπλισμός δεματοποίησης 15.000 €

Εξοπλισμός συλλογής και μεταφοράς 7.000 €

Λοιπός εξοπλισμός 5.000 €

Σύνολο : 98.500 €

Το παραπάνω κόστος είναι για την περίπτωση του νέου επιχειρηματία ο οποίος θέλει να ξεκινήσει μια νέα επένδυση από την αρχή. Στην περίπτωση του αγρότη πολλά από τα παραπάνω μηχανήματα είναι δεδομένα και το κόστος μια «συμπληρωματικής» αγοράς εξοπλισμού ανέρχεται στις 20.000 €.

Αντλία βαθέων υδάτων: υπολογίστηκε βάθος γεώτρησης 100 μέτρων. Έξοδα γεωτρύπανου (12 € ανά μέτρο, σωληνώσεων 20 € ανά μέτρο = 3200 €). Εργασίες εγκαταστάσεις (χαλίκι = 300 €, υποβρύχιο μοτέρ = 4.000 €, λοιπά έξοδα = 1.500 €). Σύνολο = 9.000 €.

Εξοπλισμός άρδευσης: Η άρδευση θα γίνεται με σταλακτηφόρους σωλήνες με σταθερή πίεση (αυτορυθμιζόμενους). Κόστος ανά στρέμμα ανέρχεται χοντρικά στα 90 € ανά στρέμμα και για όλο τον αγρό στα 90 € x 200 στρέμματα = 18.000 € (1 μέτρο κοστίζει 0,146 και στο στρέμμα υπολογίζονται κοντά στα 500 μέτρα. Μαζί με

τον υπόλοιπο εξοπλισμό το κόστος ανέρχεται στα 90 € ανά στρέμμα, τιμές 2005).

Άλλα έξοδα (μεταφοράς νερού, φιλτράρισμα νερού, σωληνώσεων και λοιπά απρόβλεπτα έξοδα) υπολογίζονται στις 10.000 €. Συνολικά 28.000 €.

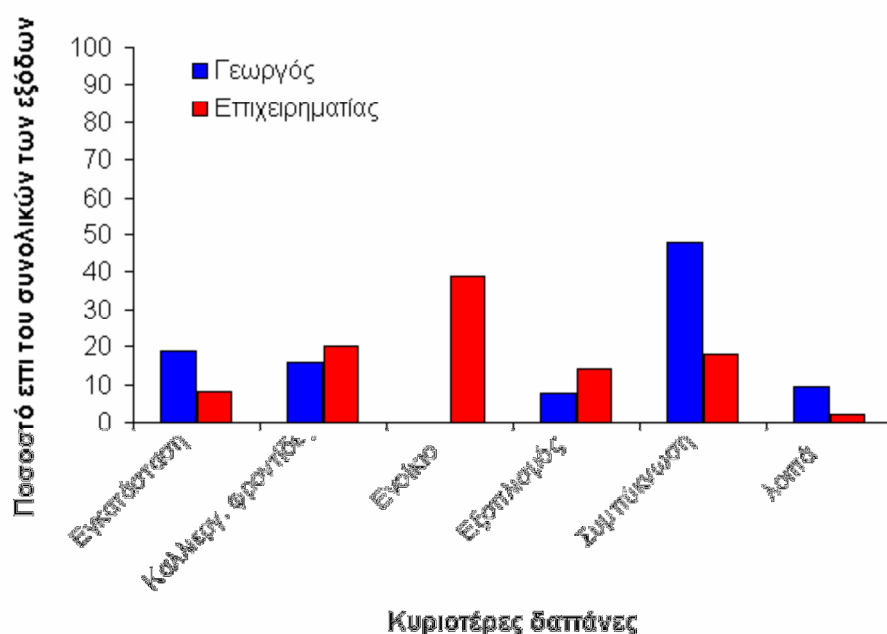
11. Εργασία και αναλώσιμα

Ένας μόνιμος τεχνο-εργάτης (στην περίπτωση του επενδυτή μόνον, διότι στην περίπτωση του αγρότη αυτή θα είναι και η κύρια απασχόλησή του) που θα απασχολείται σε μόνιμη βάση. Αμοιβή 600 €/μήνα * 6 μήνες = 7.200 € ανά έτος. Συνολική δαπάνη 7.200 x 14 = 102.172 €.

Όσον αφορά στην αμοιβή εποχιακών εργασιών κυρίως κατά την συγκομιδή και αποθήκευση, αυτά υπολογίστηκαν παραπάνω. Αναλώσιμα 500 €/έτος x 14 έτη = 7.000 €. Άρα το κόστος σε αυτό το κεφαλαίο ανέρχεται στα 7.000 € στην περίπτωση του γεωργού και στα 109.172 € στην περίπτωση του επενδυτή.

12. Επιδότηση

Η καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών επιδοτείται σήμερα με το ποσό των 4,5 € ανά στρέμμα. Δηλαδή στα 15 έτη καλλιέργειας ο παραγωγός θα εισπράξει το πόσο των (15 έτη x 200 στρέμματα x 4,5 € ανά στρέμμα ανά έτος =) 13.500 €. Το πόσο είναι πολύ μικρό για να πείσει κάποιον να ασχοληθεί με την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών. Όμως ελπίζουμε ότι σύντομα θα αλλάξει η υπάρχουσα κατάσταση εφόσον και η ανάγκη εισαγωγής και καλλιέργειας των φυτών αυτών είναι κάτι παραπάνω από επιτακτική.



Σχήμα 7: Οι κυριότερες δαπάνες ως επί τοις εκατό του συνόλου των εξόδων για την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας Μίσχανθου, για δυο περιπτώσεις.

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται οι κυριότερες δαπάνες. Στην περίπτωση του γεωργού η συμπύκνωση του προϊόντος προς πώληση σε θερμοκηπιακές και άλλες εγκαταστάσεις είναι η πιο ακριβή (περί το 48% του συνόλου των εξόδων του). Ενώ στην άλλη περίπτωση το ενοίκιο του αγρού καταλαμβάνει την πρώτη θέση στις δαπάνες του νέου επιχειρηματία. Οι καλλιεργητικές φροντίδες και στις 2 περιπτώσεις καταλαμβάνουν το ίδιο ποσοστό. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται και τα εργατικά.

Ένα άλλο σημείο που αξίζει να τονιστεί είναι τα έξοδα μεταφύτευσης (βλ. πίνακα) που και στις δυο περιπτώσεις είναι το ίδιο και ανέρχεται στο ποσό των 18.000 €. Κάνοντας περαιτέρω υπολογισμούς καταλήγουμε ότι η φύτευση ανά στρέμμα κοστίζει 90 € (μόνο η διαδικασία της φύτευσης). Το πλεονέκτημα της πολυετούς φυτείας στον καταρτισμό του προϋπολογισμού καταρρίπτεται αν διαιρέσουμε το ποσό με τα χρόνια καλλιέργειας ($90 \text{ €} / 15 \text{ έτη} = 6 \text{ €} / \text{στρ} / \text{έτος}$). Η σπορά των μεγάλων καλλιεργειών το έτος 2005 από έμπειρο επαγγελματία με υψηλής τεχνολογίας σπαρτική μηχανή κοστίζει 3 € / στρ. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνει περαιτέρω έρευνα στον τομέα της μεταφύτευσης των φυταρίων του Μίσχανθου με μεταφυτευτική μηχανή με σκοπό να μειωθεί ακόμα περισσότερο το κόστος καλλιέργειας. Η έρευνα προς αυτό το σημείο έχει πολλαπλά ευεργετήματα, καθώς μειώνεται επίσης και ο χρόνος που απαιτείται για τη μεταφύτευση μιας φυτείας 200 στρεμμάτων (από 2-3 εβδομάδες σε 2-3 ημέρες), πετυχαίνεται μεγαλύτερη ομοιομορφία αγρού και επίσης ο παραγωγός μειώνει τα εργατικά του έξοδα.

3.3 Οικονομική Σύγκριση Μίσχανθου – Αγριαγκινάρας

- Σε αντίθεση με την καλλιέργεια Μίσχανθου η εγκατάσταση της αγριαγκινάρας πλεονεκτεί όσον αφορά το οικονομικό σκέλος (λιγότερα έξοδα σποράς, μηδενικά έξοδα άρδευσης).
- Και στις δυο καλλιέργειες η συμπύκνωση του τελικού προϊόντος καταλαμβάνει περίοπτη θέση στον πίνακα των δαπανών.
- Και στις δυο περιπτώσεις η στροφή των ήδη υπάρχοντων γεωργών (μέρος αυτών) στις εναλλακτικές ενεργειακές καλλιέργειες πλεονεκτούν έναντι των νέων επενδυτών.

- Η καλλιέργεια της Αγριαγκινάρας κοστίζει 19,6 δρχ/κιλό (0,0576 €/Kg) έναντι ενώ του Μίσχανθου 19,47 δρχ/κιλό (0,057 €/κιλό) για ένα γεωργό.
- Η καλλιέργεια της Αγριαγκινάρας κοστίζει 58 δρχ/κιλό (0,17 €/Kg) ενώ του Μίσχανθου 34 δρχ/κιλό (0,1 €/κιλό) για ένα νέο επενδυτή.
- Με υφιστάμενο κέρδος ένα 30% ανά κιλό παραγωγής (έτσι ώστε το προϊόν να είναι ανταγωνιστικό) ο Μίσχανθος μπορεί να πουληθεί στο εμπόριο προς καύση με τιμές 0,034 και 0,1 € / κιλό, στην περίπτωση του γεωργού και του επενδυτή αντίστοιχα. Το κέρδος όμως που θα αποκομίσει ο γεωργός είναι εξαιρετικά μικρό, και αντιστοιχεί περίπου στις 23,6 € / στρέμμα. Στις μέρες μας ένας γεωργός (π.χ. βαμβακοπαραγωγός) αποκομίζει καθαρό κέρδος 102 – 145,7 ανά στρέμμα (μέσο όρο, μαζί με την επιδότηση που είναι τα 2/3 της τιμής). Λαμβάνοντας υπόψη τις επίπονες και ψυχοφθόρες καλλιεργητικές εργασίες του βαμβακιού, και πάλι το κέρδος είναι χαμηλό. Συμπεραίνοντας λοιπόν με το υπάρχον καθεστώς (νομικό πλαίσιο-επιδότησεις) η κύρια καλλιέργεια στην Ελλάδα δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να αντικατασταθεί από ενεργειακά φυτά. Σε δύο χρόνια από τώρα όπου κάποιες αλλαγές στο καθεστώς των επιδοτήσεων θα έχουν αλλάξει (το 2006 αλλάζει στο βαμβάκι), τότε ίσως να μιλάμε για εν μέρει αντικατάσταση κύριων καλλιεργειών με ενεργειακά φυτά. Συγκρίναμε το βαμβάκι διότι αυτό είναι το πιο κερδοφόρο προϊόν για ένα γεωργό στον Ελλαδικό χώρο. Στην περίπτωση του σιταριού τα πράγματα αλλάζουν, διότι το καθαρό κέρδος είναι περίπου 43,7-58,3 € ανά στρέμμα.
- Με υφιστάμενο κέρδος ένα 30% ανά κιλό παραγωγής (έτσι ώστε το προϊόν να είναι ανταγωνιστικό) η αγριαγκινάρα μπορεί να πουληθεί στο εμπόριο προς καύση με τιμές 0,018 και 0,07 € / κιλό, στην περίπτωση του γεωργού και του επενδυτή αντίστοιχα. Το κέρδος όμως που θα αποκομίσει ο γεωργός είναι εξαιρετικά μικρό, και αντιστοιχεί περίπου στα 7,4 € ανά στρέμμα. Στην καλλιέργεια σιταριού η επιδότηση φθάνει τα 43,7 € ανά στρέμμα (όσο είναι και το κέρδος του παραγωγού περίπου, δηλαδή το καλλιεργεί μόνο για την επιδότηση) ενώ στα ενεργειακά φυτά η επιδότηση μόλις αγγίζει τα 4,9 € ανά στρέμμα. Με τις δρομολογούμενες αλλαγές στην ελληνική γεωργία σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα (λιγότερο από 2 χρόνια) η αγριαγκινάρα θα αποτελέσει μια πολύ καλή πρόταση εναλλακτικής καλλιέργειας.
- Τα μεγάλα περιβαλλοντολογικά και όχι μόνο οφέλη των ενεργειακών καλλιεργειών αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφαλαίο.

3.4 Οικονομικός απολογισμός καλλιέργειας

1. Η χρήση του πυρηνόξυλου φαίνεται να είναι η πιο κερδοφόρα για τη θέρμανση ενός θερμοκηπίου. Αλλά η τιμή πώλησης του πυρηνόξυλου ακολουθεί πιστά τους κανόνες της αγοράς και ζήτησης. Τα τελευταία χρόνια η τιμή του πυρηνόξυλου έχει ανέβει από τα 0,026 στα 0,049 € ανά κιλό, και αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω, ενώ οι διαθέσιμες ποσότητες είναι περιορισμένες για ενεργειακούς σκοπούς σε εθνική βάση.
2. Η χρήση Μίσχανθου φαίνεται να είναι αρκετά συμφέρουσα λύση. Το κέρδος που υπολογίστηκε για τον παραγωγό βιομάζας ανέρχεται στα 150 € ανά στρέμμα και χαρακτηρίζεται λίαν ικανοποιητική.
3. Η Αγριαγκινάρα υπολείπεται του Μίσχανθου μόνο στο δυναμικό παραγωγής (1300 kg έναντι 3000 kg ανά στρέμμα). Κατά τα άλλα είναι μια πολύ αξιόλογη πρόταση δεδομένου ότι μπορεί να καλλιεργηθεί χωρίς άρδευση σε επικλινή και υποβαθμισμένα εδάφη, βελτιώνοντας σε μεγάλο βαθμό τις ιδιότητές τους.
4. Τα ενεργειακά φυτά προσφέρουν μεγάλη εξοικονόμηση χρημάτων (από 40 έως 80%) έναντι των ορυκτών καυσίμων.
5. Η έλλειψη διαμορφωμένης αγοράς και το καθεστώς των επιδοτήσεων αποτελούν σημαντικά προβλήματα για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών.
- 6.** Προκειμένου να πειστούν οι κάτοχοι αγροτικών εκτάσεων για αντικατάσταση των καλλιεργειών τους με ενεργειακά φυτά, θα πρέπει να γίνεται η σύγκριση με τις τιμές του πετρελαίου και τις τάσεις ανόδου που παρουσιάζουν οι τιμές αυτές στο εγγύς μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Λόγω του ανταγωνισμού για το έδαφος, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα στόχων, παράμετροι όπως η υψηλή παραγωγή και η σημαντική διαφορά ανάμεσα στις εισροές και εκροές ενέργειας είναι πιθανώς οι δύο κύριες συνιστώσες, που να δικαιολογούν τη χρήση του εδάφους για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών.

Καλλιέργειες με αναλογία εισροών/εκροών χαμηλότερη από 2 (καλλιέργειες ελαίων και αιθανόλης), πιθανά να μην μπορεί να θεωρηθούν ως βιώσιμες ενεργειακές καλλιέργειες. Για τις καλλιέργειες που δεν είναι συνήθως συνδεδεμένες με τη βιοενέργεια, όπως φυτικά είδη που παραδοσιακά καλλιεργούνται για τρόφιμα, στις περισσότερες περιπτώσεις, τα αποτελέσματα είναι χαμηλά. Καλλιέργειες με χαμηλή παραγωγή σε εκροές ενέργειας είναι κατάλληλες για άλλους, (τρόφιμα, χορτονομή, ίνες, κ.ά.) αλλά όχι για ενεργειακούς λόγους.

Το γεγονός ότι η αναλογία εισροών/εκροών για τις καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται ως στερεά βιοκαύσιμα είναι πολύ υψηλότερη απ' ό,τι για τα υγρά βιοκαύσιμα δείχνουν ότι από περιβαλλοντική άποψη, τα στερεά βιοκαύσιμα έχουν πολύ μεγαλύτερα οφέλη από τα αντίστοιχα υγρά.

Η άμεση καύση βιομάζας, συμπεριλαμβανομένης της σύγκαυσης με τα συμβατικά καύσιμα, καθώς και η αεριοποίηση, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Η σύγκαυση της βιομάζας με τα συμβατικά καύσιμα (γενικά το πετρέλαιο) είναι μία απλή και αποδοτική μέθοδος ενεργειακής παραγωγής.

Η διαδρομή αεριοποίησης εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς της αγοράς, εκ των οποίων η Ολοκληρωμένη αεριοποίηση - Integrated Gasification και ο Συνδυασμένος κύκλος για την ισχύ (IGCC) - Combined Cycle for Power, είναι οι πιο ενδιαφέροντες. Είναι ένας συνδυασμός της διαδικασίας αεριοποίησης με θερμότητα και συμπαραγωγή ισχύος. Η αεριοποίηση είναι εύκαμπτη στα χρησιμοποιημένα καύσιμα και σε συνδυασμό με το CHP μπορεί να παραγάγει σχεδόν τόσο όσο και δύο φορές περισσότερη ενέργεια έναντι των συστημάτων λεβήτων. Η κατ' εκτίμηση

αποδοτικότητα είναι περίπου 44-50%. Η ενεργειακή αναλογία εισροών/εκροών μιας αλυσίδας καυσίμων βιομαζών που τελειώνει σε IGCC με τους στροβίλους αερίου και ατμού είναι υπολογισμένη να είναι 8 για μόνο την ηλεκτρική παραγωγή και 15 για την περίπτωση της συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και της ισχύος,

Η χρήση της βιομάζας ως υποκατάστατο του άνθρακα παρέχει την άμεση μείωση περί 0.5-0.6 τόνους άνθρακα ανά κάθε χρησιμοποιούμενο τόνο βιομάζας ή 0,8 τόνους του αντικαταστημένου άνθρακα. Υποθέτοντας ετήσια παραγωγή βιομάζας από τις ενεργειακές φυτείες σε 20 τόνους ξηρής ουσίας/εκτάριο, κάθε εκτάριο μπορεί να εξοικονομηθεί 10-12 τόνοι άνθρακα (36-44 τόνοι CO₂). Σε τέτοιες περιπτώσεις, η καθαρή εκπομπή του CO₂ στην αλυσίδα βιομάζα-σε-ισχύς αποτελεί περίπου το 5% της αλυσίδας άνθρακα-σε-ισχύς.

Διάφοροι τρόποι για την παραγωγή καυσίμων αυτοκίνητων είναι επίσης διαθέσιμοι, αλλά μόνο μερικοί είναι τεχνολογικά ανεπτυγμένοι και στην εμπορική κλίμακα αυτή την περίοδο. Είναι κυρίως η αιθριοποίηση των φυτικών ελαίων για την παραγωγή biodiesel και η ζύμωση των σακχάρων/ αμύλου, διαφόρων καλλιεργειών για την παραγωγή αιθανόλης.

Το καθαρό περιεχόμενο ανανεώσιμης ενέργειας (renewable energy content-RME) του biodiesel στο τελικό προϊόν είναι 65-70%. Η χρήση 1 τόνου του biodiesel αντί του συμβατικού diesel, οδηγεί σε αποφυγή περίπου 2-2,5 τόνων εκπομπών του CO₂. Οι εκπομπές CO₂ του κύκλου βιοκαυσίμων είναι σχεδόν μηδέν ή αρνητικές.

Για την πιθανότητα χρήσης της βιομάζας καλλιέργειας αγριαγκινάρας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών θερμοκηπιακών καλλιεργειών, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν μείωση του κόστους κατά περίπου 1/5 σε σχέση με το πετρέλαιο και περίπου κατά το ήμισυ σε σχέση με το αργό πετρέλαιο.

Η εμπειρία όμως με τις επιλεγμένες ποώδεις καλλιέργειες είναι λιγοστή. Οι διαχειριστικές πρακτικές για τις ενεργειακές καλλιέργειες είναι λιγότερο αναπτυγμένες από ότι για τις παραδοσιακές καλλιέργειες, και επομένως απαιτούν συνεχή προσπάθεια. Τα απαραίτητα μηχανήματα για τη συγκομιδή των ενεργειακών καλλιεργειών είναι περισσότερο εξειδικευμένα απ' ό,τι για τις παραδοσιακές καλλιέργειες, ενώ υπάρχει ένα σύνολο σχετικών κινδύνων για τις ενεργειακές καλλιέργειες, όπως τα παράσιτα και ασθένειες, που δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί η επικινδυνότητά τους ακόμη. Επίσης, ο απαιτούμενος αποθηκευτικός χώρος για τη

βιομάζα είναι μεγαλύτερος απ' ό,τι για άλλα καύσιμα. Η λειτουργία και η συντήρηση στην ενεργειακή μετατροπή είναι περισσότερο σύνθετη, και ένα πιο ειδικευμένο εργατικό δυναμικό απαιτείται, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές τεχνολογίες.

Από την άλλη πλευρά, οι απαιτήσεις εργατικού δυναμικού είναι παρόμοιες με τις παραδοσιακές συγκομιδές, ενώ η εδαφολογική διάβρωση είναι ουσιαστικά λιγότερη όταν οι ενεργειακές καλλιέργειες αντικαθιστούν τις γνωστές γεωργικές καλλιέργειες. Η παραγωγικότητα των ενεργειακών συγκομιδών μπορεί να είναι πολύ υψηλή, και δεν υπάρχει καμία σχετική αλλαγή στην παραδοσιακή εργασία ή ειδικές απαιτήσεις για το κεφάλαιο, ή τη λειτουργία και συντήρηση. Η ευελιξία των τεχνολογιών ενεργειακής μετατροπής, επιτρέπει προσαρμογή στις αλλαγές των μιγμάτων καυσίμων και το μέγεθος των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας προσαρμόζεται καλά, εξετάζοντας το ρεύμα εμπορικής εμπειρίας της τεχνολογίας.

Πιθανά προβλήματα στην καθιέρωση των ενεργειακών καλλιεργειών θα μπορούσαν να προκύψουν λόγω της χαμηλής γονιμότητας των χωμάτων που ενδεχομένως επιλέγουν, καθώς και της σύνθετης τοπογραφία της Ελλάδας, με δίκτυο μεταφορών χαμηλής ποιότητας και με φτώχη συντήρηση που θα δυσκόλευε τη μεταφορά και τη διαχείριση της καλλιέργειας γενικότερα. Ο αποπληθυσμός των γεωργικών περιοχών είναι ένα ακόμα πιθανό πρόβλημα, σε συνδυασμό με το μικρό εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό.

Βέβαια με την ύπαρξη ενός ευνοϊκού νομοθετικού πλαισίου, μπορεί να επιτευχθούν πολύ θετικά αποτελέσματα στην αγροτική απασχόληση και την ανάπτυξη σε οικονομικά αδύναμες περιοχές και φυσικά στην αύξηση της Ενεργειακής ασφάλειας στην περιοχή.

Εάν η Ευρώπη θέλει να στοχεύσει σοβαρά για μια μείωση της εκπομπής του CO₂ σε 8% μέχρι το 2010, σε σχέση με το 1990, απαιτείται η γρήγορη μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων. Η σύγκραση είναι μια λύση για τη γρήγορη επέκταση παραγόμενης ισχύος από βιομάζα μέσω των υπάρχουσών εγκαταστάσεων.

Εντούτοις, μέσα σε ένα σενάριο της μεγιστοποίησης της μείωσης εκπομπής CO₂, η βιομάζα θα πρέπει να είναι χρησιμοποιημένη ως στερεό καύσιμο στις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και να αντικαταστήσει τον άνθρακα, οι επιφυλάξεις για τον οποίο στην Ευρώπη είναι πολλές. Εάν η Ευρώπη ανησυχεί για την καθιέρωση της ασφάλειας του ενεργειακού ανεφοδιασμού, οι προτεραιότητες στην εφαρμογή της βιομάζας πρέπει να αλλάξουν και προς την παραγωγή των

βιολογικών καυσίμων για τον τομέα των μεταφορών, ώστε να αντικαταστήσει το πετρέλαιο και να μειώσει την εισαγωγή του στην ΕΕ.

Εάν η περιοχή προσπάθειας, περιοριστεί στη μείωση των εκπομπών CO₂ μόνο από την αντικατάσταση των καυσίμων αυτοκίνητων, η Ευρώπη πιθανότατα δεν θα είναι σε θέση να φθάσει στο στόχο της μέχρι το 2010 επειδή δεν θα είναι δυνατό να εισαχθεί ένα τέτοιο σημαντικό ποσό υγρών βιολογικών καυσίμων στην αγορά τόσο βραχυπρόθεσμα, λόγω του υψηλότερου κόστους παραγωγής των βιολογικών καυσίμων έναντι της βενζίνης και του diesel. Η βιοηλεκτρική ενέργεια, καθώς επίσης και η ηλεκτρική ενέργεια από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, απαιτούν νομοθετική και οικονομική ενίσχυση. Η φορολογία των εκπομπών άνθρακα, και εκπομπών GHGs μπορεί να βελτιώσει οικονομικά την παραγωγή βιοενέργειας.

Οικονομικά μέτρα όπως ενισχύσεις, φορολογική ελάφρυνση και γενικότερα οικονομική υποστήριξη, θα προωθούσε στο μέλλον τους φιλόδοξους στόχους της ΕΕ σχετικά με το μερίδιο της βιομάζας και γενικά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ενεργειακή παραγωγή. Ο πολύ ελπιδοφόρος μηχανισμός για να βοηθήσει τα κράτη μέλη της ΕΕ, να εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους σε κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας, είναι ένας συνδυασμός απευθυνόμενος στις εμπορικές συναλλαγές με τη διεθνή ανανεώσιμη ενέργεια. Ο βαθμός στον οποίο η ανανεώσιμη ενέργεια αξιοποιείται, είναι πιθανό να καθοριστεί από την αθροιστική επίδραση των ενθαρρυντικών μέτρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αποστολάκη, Μ. Κυρίτση, Σ. και Σούτερ, Χ. (1987). Το Ενεργειακό Δυναμικό της Βιομάζας Γεωργικών και Δασικών Υποπροϊόντων. Τομέας Μελετών και Εκδόσεων ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα.
- Αρχοντούλης, Σ. (2003). Μελέτη του ενεργειακού φυτού *Miscanthus sinensis* x *Giganteus* κάτω από διαφορετικές συνθήκες πυκνότητας πληθυσμού φυτών και αζωτούχου λίπανσης στη Θεσσαλία το 2001 και 2002. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ. Βόλος, 2003.
- Αυγουλάς, Χρ., Ποδηματάς, Κ., Παπαστυλιανού, Π. (2001). Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Εκδόσεις Σταμούλη, σ. 342-350.
- Βουρδουμπάς, Γ. (2001). Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και γεωργία, Γεωργία - Κτηνοτροφία, Τεύχος 4, σ. 44-48.
- Γέμος, Θ.Α. (2002). Ειδικά Γεωργικά Μηχανήματα. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Βόλος, 41-69 σελ.
- Γιαννούλης Κ. (2003). Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από διαφορετικές συνθήκες πυκνότητας πληθυσμού και αζωτούχου λίπανσης στην Κ. Ελλάδα. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ. Βόλος, 2003.
- Δαναλάτος, Ν. (2000). Ενεργειακά φυτά. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις για το Π.Μ.Σ του Π.Θ. Βόλος, 2000.
- Γεωργική στατιστική της Ελλάδος. (1999). Εκτάσεις και Παραγωγή Γεωργικών προϊόντων, επίσημα στοιχεία.
- Γεωργική στατιστική της Ελλάδος. (1999-2003). Εκτάσεις γεωργικών καλλιεργειών, προσωρινά στοιχεία.
- Γεωργική στατιστική της Ελλάδος. (1999-2003). Παραγωγή γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων, προσωρινά στοιχεία.
- Παπαδάκης, Γ. (2000). Γεωργία και περιβάλλον. Πρακτικά συνεδρίου συνάντησης Εργασίας. Εκδ. Κέντρο ΓΑΙΑ, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα.
- Πουλέας, Η., 2001. Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από διαφορετικές συνθήκες πυκνότητας πληθυσμού και αζωτούχου λίπανσης στη Θεσσαλία. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ. Βόλος, 2001.
- Σακελλάρη, Μ. (1999). Αύξηση και ανάπτυξη του Μίσχανθου (*Miscanthus sinensis* x

Giganteus) κάτω από διαφορετικές συνθήκες λίπανσης και πληθυσμού φυτών στη Θεσσαλία. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ. Βόλος, 1999.

Σιακαβέλλας, Ι. (2000). Χρήση βιομάζας για παραγωγή ενέργειας. Κριτική ανασκόπηση και εφαρμογή στη νήσο Λέσβο, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, πτυχιακή εργασία, Μυτιλήνη.

Σκούρας, Π. (2003). Αύξηση και ανάπτυξη της αγριαγκινάρας (*Cynara cardunculus*) κάτω από τρεις πυκνότητες πληθυσμού και δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης την καλλιεργητική περίοδο 2001-2002 στη Θεσσαλία. Πτυχιακή Διατριβή, Π.Θ. Βόλος, 2003.

Τζουτσομήτρος, Κ. (2002). Περιβαλλοντική αξιολόγηση ελαιουργικών συστημάτων, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, πτυχιακή εργασία, Μυτιλήνη.

Τσιλιγκιρίδης, Γ. (1996). 5ο Εθνικό συνέδριο για τις ήπιες μορφές ενέργειας. Εργαστήριο Ηλιακών και Άλλων ενεργειακών συστημάτων ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, Εκδ. Γιαχούδη- Γιαπούλη, Αθήνα.

Φωτόπουλος, Χ., Πάντζιος, Χ., Τζουβελέκας, Β. (2001). Συγκριτικό Κόστος Παραγωγής Επιλεγμένων Βιοκαλλιεργειών στην Ελλάδα. Σε βιολογική Γεωργία Φυτική και Ζωική Παραγωγή. Πρακτικά Ημερίδας, Παπαναγιώτου Ε., Δ., Φωτόπουλος, Χ., (επιμ.) Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.

Υπουργείο Ανάπτυξης. (2003) Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διεξόδου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το έτος 2010 (άρθρο 3 της οδηγίας 2001/77/ΕΚ).

Υπουργείο Γεωργίας. (2004). Βασικές Αντισταθμίσεις Περιόδου 2003-2004. Δ/ση Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας.

ΛΙΕΘΝΗΣ

ADEME (1996). Rape Methyl-Ester energy, Ecological and Economic Assessments. TELLES Report, EYREC NETWORK on Biomass(Bioelectricity).

AEBIOM, 1995. Strategy for biomass. European biomass Association: 24.

Alakangas, E. and Vesterinen, P. (2003). EUBIONET. Biomass survey in Europe. Summary Report Jyvaskyla, Finland.

Benjelloun-Mlayah, B., De Lopez, S. and Delme S. (1997). Oil and paper pulp from *Cynara cardunculus*: preliminary results. Industrial crops and Products, V. 6, Issues 3-4, p. 233-236.

Dalianis, C., Christou, M., Sooter, C., Kyritsis, C., Zafiris, C. and Samiotakis, G. (1992). Adaption and Biomass Productivity of *Cynara cardunculus* in Abandoned ,

Marginal Fields. In Biomass for Energy and Industry, Hall, D. O., Grassi, G., Scher, H.(eds). 7th EC Conference Florence, Italy.

Danalatos, N.G. (1993). Quantified analysis for selected land use systems in the Larissa region, Greece. Ph.D Thesis. Agricultural University of Wageningen. The Netherlands. p 370.

Danalatos, N.G., C. Dalianis, and S. Kyritsis. (1997). Influence of fertilisation and irrigation on the growth and biomass productivity of *Miscanthus sinensis giganteus* under Greek conditions. International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry. Braunschweig 22-28 June 1997.

Encinar, J. M., Gonzales, J.F. and Gonzales, J. (2002). Steam gasification of *Cynara cardunculus* L: influence of variables. *Fuel Processing Technology*, V.75, Issue 1, p. 27-43.

Encinar, J. M., Gonzalez, J. F. and Gonzalez, J. (2000). Fixed-bed pyrolysis of *Cynara cardunculus* L. Product yields and compositions. *Fuel Processing Technology*, V.68, Issue 3, p. 209-222.

EU, European Commission, IP/04/322, Climate Change: All provisions of the Kyoto Protocol now legally binding in the EU (March 2004).

EUBIONET (2003). Biomass Survey in Europe. Country Report of Greece. Greece.

European Commission (2001). Annual Energy Review. Directorate General for Energy and Transport. Brussels.

FAO (1996). <http://www.fao.org>.

FAO (1999). <http://www.fao.org>.

Fernandez, J. (1998). Characteristics of cardoon for biomass production in Spain. Biobase. European Energy Crops InterNetwork, Utwente, The Netherlands.

Foti, S., Mauromicale, G., Raccuia, S.A., Fanella F. and Maccarone, E. (1999). Possible alternative utilization of *Cynara* spp. : In Biomass, grain yield and chemical composition of grain. *Industrial Crops and Products*, V.10, Issue 3, p. 219-228.

Gominho, J., Fernandez, J. and Pereira, H. (2001). *Cynara cardunculus* L.- a new fibre crop for pulp and paper production. *Industrial Crops and Products*, V. 13, Issue 1, p. 1-10.

Guildford, P. (1994). Advanced Conversion Technologies. In an Assessment of Renewable Energy for the UK, Cavanagh, J., Brooks, V., Bevan, E. (eds.). Energy Technology Support Unit, Harwell, UK.

Hall, D. O., Grassi, G., Scher, H. (1992). Biomass for Energy and Industry. 7th

- Conference. Florence, Italy, 1992. Ponte Press, Germany.
- Himken, M., Lammel, J., Neukirchen, D., Czypionka-Krause, U., Olf, H.-W. (1997). Cultivation of *Miscanthus* under West European conditions: seasonal changes in dry matter production, nutrient uptake and remobilization. *Plant Soil* 189, 117–126.
- Hohenstein, W. G. and Wright, L. L. (1994). Biomass energy production in the United States: An overview. *Biomass and Bioenergy*. p. 191-173, 1994.
- IEA (2002). Energy policies of the IEA Countries. Greece 2002 Review.
- 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.
- Pryde, E. H. (1981). Vegetable Oil vs. Diesel Fuel: Chemistry and Availability of vegetable Oils, in the *Alcohol and Vegetable Oils as Alternative Fuels*, Proceedings of Regional Workshop, USDA, Washington, D.C.
- Sloth, A. (1986). Production of plant fibres from elephant grass. *Tidsskrift for Landokomomi* 2, 113-116. [Institute of Landscape Plants, Hornum, Denmark.]
- Venturi, P., Gigler, J.K., Huisman, W. (1999). Economical and technical comparison between Herbaceous (*Miscanthus x Giganteus*) and Woody crops (*Salix x Viminalis*). *Renewable Energy* 16 (1999) pp. 1023-1026.
- Walsh, M., McCarthy, S. (1998). *Miscanthus handbook*. In: *Biomass for Energy and Industry*. Proceedings of the 10th European Bioenergy Conference, Wurzburg, June 1998. C.A.R.M.E.N, Rimpfing/Wurzburg, pp. 1071–1074.