

ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ



*«Παρουσίαση της καλλιέργειας της
Αγριαγκινάρας και μελέτη των
ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα»*

Λουκόπουλος Σωτήρης Α.Μ 1955

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :
ΒΡΑΧΝΑΚΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ 2009

*" All peoples everywhere should have free energy sources."
Nikola Tesla*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.

3.1. Κατανάλωση και εισαγωγή συμβατικών καυσίμων.

3.2. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και Χρήση βιομάζας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ.

4.1. Πόροι βιομάζας.

4.2. Σύγκριση βιομάζας και RES.

4.3. Βιομάζα και βιοκαύσιμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.

6.1. Καλλιέργειες ξύλου.

6.1.1. Ιτιά.

6.1.2. Λεύκα.

6.1.3. Ευκάλυπτος.

6.2. Ποώδεις καλλιέργειες.

6.2.1. Μίσχανθος.

6.2.2. Χλόη καναρίνιων καλάμων.

6.2.3. Αγριαγκινάρα.

6.2.4. Κάνναβη.

6.2.5. Συγκριτική ανάλυση των ποωδών ενεργειακών καλλιεργειών.

6.3. Ελαιούχες καλλιέργειες.

6.4. Καλλιέργειες για ζύμωση.

6.4.1. Σύγκριση των καλλιεργειών για την παραγωγή αιθανόλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	40
7. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ CO ₂ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.	40
7.1. Χρησιμοποίηση της στερεάς βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας/ ηλεκτρικής ενέργειας.	41
7.1.1. Σύστημα άμεσου καύσης.	41
7.1.2. Σύστημα αεριοποίησης.	46
7.2. Μετατροπή βιομάζας σε υγρά βιολογικά καύσιμα.	48
7.2.1. Biodiesel.	49
7.2.2. Αιθανόλη.	49
	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	53
8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9	55
9. ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ (<i>Cynara cardunculus</i>).	55
9.1. Προέλευση και διάδοση.	55
9.2. Γενική περιγραφή.	56
9.3. Βοτανική περιγραφή.	57
9.4. Περιβαλλοντικές απαιτήσεις.	59
9.5. Καλλιεργητική τεχνική.	60
9.5.1 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.	60
9.5.2. Προετοιμασία εδάφους.	61
9.5.3. Λίπανση.	61
9.5.4. Αποστάσεις φύτευσης.	62
9.5.5. Εχθροί και ασθένειες.	62

9.5.6. Συγκομιδή.	62
9.6. Αποδόσεις.	63
9.7. Χρήσεις των προϊόντων της καλλιέργειας.	66
9.7.1. Στερεή καύσιμη ύλη.	66
9.7.1.α Θερμαντική αξία της βιομάζας της αγριαγκινάρας.	71
9.7.2. Παραγωγή χαρτοπολτού.	72
9.7.3 Παραγωγή biodisel από τα σπέρματα.	73
9.7.4. Χρήση ως ζωοτροφή.	75
9.7.5. Χρήση στην τυροκόμηση.	78
9.8. Κόστος παραγωγής της καλλιέργειας.	79
9.8.1. Δαπάνες παραγωγής.	80
9.8.2. Σύγκριση βιομάζας της αγριαγκινάρας και πετρελαίου.	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10	83
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.	87
Συνομογραφίες.	97
Παράρτημα 1.	98
Παράρτημα 2.	101
	102

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.

1. 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 διασυνδεόμενες: 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,).

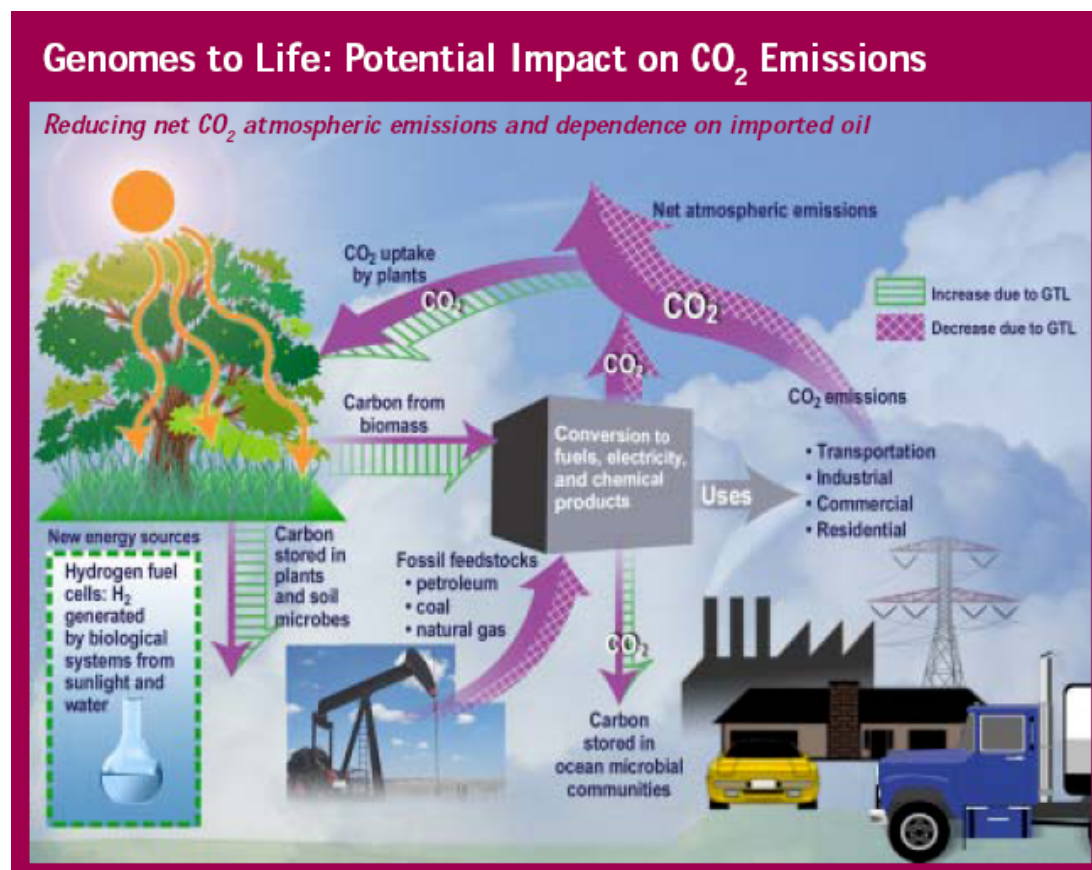
"Το CO₂ είναι το αέριο πρώτιστα αρμόδιο για την αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος, ενώ το 94% των εκπομπών του CO₂ που παράγονται στην Ευρώπη μπορεί να αποδοθεί στον τομέα της ενέργειας γενικά και ειδικότερα στα συμβατικά καύσιμα όπως βενζίνη, άνθρακας και φυσικό αέριο." (European Commission, 2001c).

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 αυτοκίνητων, 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.

2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα εργασία είναι επικεντρωμένη σε ότι αφορά στην Ευρώπη, και όπου υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, στην Ελλάδα. Όλα τα στοιχεία παρουσιάζονται για την ΕΕ- 15 λόγω της διαθεσιμότητας πληροφοριών για τα παλαιότερα κράτη μέλη (πριν από τις 1. Μαΐου 2004), εντούτοις, παρουσιάζονται επίσης μερικά στοιχεία για την ΕΕ- 25, ειδικά στην προβολή των μελλοντικών ενεργειακών απαιτήσεων.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες, έχουν αναφερθεί στην βιβλιογραφία ως μια από τις μεγαλύτερες δυνατότητες των πηγών βιομάζας στο μέλλον. "Οποιοδήποτε σημαντικό επίπεδο παροχής ενέργειας από βιομάζα θα χρειαστεί να στηριχθεί στις ενεργειακές καλλιέργειες. " (Bauen, Woods και Hailes, 2004). Τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, αναμένεται να μην μπορούν να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση για τα καύσιμα βιομάζας στο μέλλον. Τα γεωργικά και τα δασικά υπολείμματα αποτελούν ένα μεγάλο μέρος του συνολικού συγκομισμένου υλικού. Παραδείγματος χάριν, το σιτάρι και το άχυρο έχουν σχεδόν το ίδιο βάρος, που σημαίνει ότι το άχυρο αποτελεί το μισό από το συγκομισμένο υλικό. Συνήθως τέτοια υπολείμματα έχουν πολύ ελάχιστη, ενδεχομένως και καθόλου, οικονομική αξία και αποτελούν πολύ φτηνές λύσεις στην βιομηχανία για την ενεργειακή παραγωγή.

Παρόλα αυτά, οι καλλιέργειες όπως το σιτάρι καλλιεργήθηκαν αρχικά για παραγωγή τροφίμων και έτσι βελτιώθηκαν για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση σε σπόρο, και όχι το σύνολο της παραγωγής βιομάζας, αντίθετα από τις αφιερωμένες στην ενέργεια καλλιέργειες. Έτσι, η δημιουργία ποικιλιών με ταυτόχρονη υψηλή απόδοση σε σπόρο, αλλά και βιομάζα, ίσως αποτελεί μια πρόκληση για τους βελτιωτές, καθώς φαίνεται να αποτελούν δύο διαφορετικούς στόχους. Μπορεί να είναι δύσκολο να προγραμματισθεί και να στηριχθεί η όποια προσπάθεια, μόνο στα υπολείμματα της καλλιέργειας σαν βιομάζα που εισάγεται για την ενεργειακή παραγωγή.

Ένας άλλος περιορισμός βρίσκεται στο γεγονός ότι η χρησιμοποίηση τέτοιων υπολειμμάτων μπορεί να οδηγήσει στην εδαφολογική υποβάθμιση, καθώς περιέχουν πολλές θρεπτικές ουσίες, τις οποίες σε περίπτωση αφαίρεσης των υπολειμμάτων από το έδαφος θα παρθούν από το έδαφος. Οι καλλιέργειες τροφίμων, απαιτούν σχετικά υψηλές εισαγωγές λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Οι ανόργανες θρεπτικές ουσίες από τα λιπάσματα θα εξαχθούν από το χώμα με το άχυρο και θα καταλήξουν τέλος στον αέρα, μαζί με τα εξαντλημένα αέρια κατά τη διάρκεια της καύσης (Khokhotva, 2004).

Τα αστικά απόβλητα, δεν εξετάζονται ως πηγή βιομάζας στην παρούσα εργασία. Κι αυτό γιατί μια από τις πολιτικές της ΕΕ, στοχεύει στην αύξηση του μεριδίου της βιομάζας στις πηγές ενέργειας, που σημαίνει ότι απαιτείται περισσότερη βιομάζα. Την ίδια στιγμή, επιθυμία της ΕΕ είναι η ελαχιστοποίηση αποβλήτων, που σημαίνει πως λιγότερα απόβλητα πρέπει να παραχθούν. Εξετάζοντας αυτές τις δύο κατευθύνσεις, τα αστικά απόβλητα μπορούν να θεωρηθούν ως πηγή βιομάζας μόνο σε τοπικό επίπεδο.

Ως εκ τούτου, η εργασία αυτή εξετάζει περιληπτικά τις κυριότερες ενεργειακές καλλιέργειες, όπως οι πλώδεις φυτείες, και τις καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά για την παραγωγή ενέργειας και τροφίμων (παραδείγματος χάριν, δημητριακά) ως εισροές για τη θερμότητα, την ηλεκτρική ενέργεια και την παραγωγή υγρών καυσίμων, και αναλυτικότερα την καλλιέργεια της αγριαγκινάρας, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Για την βιομάζα που παράγεται από την καλλιέργεια της αγριαγκινάρας, υπολογίζονται το ενεργειακό και θερμιδικό περιεχόμενο, το κόστος παραγωγής και η σύγκριση του κόστους αυτού με τις τρέχουσες τιμές του πετρελαίου, ώστε να εκτιμηθεί αν συμφέρει η παραγωγή βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

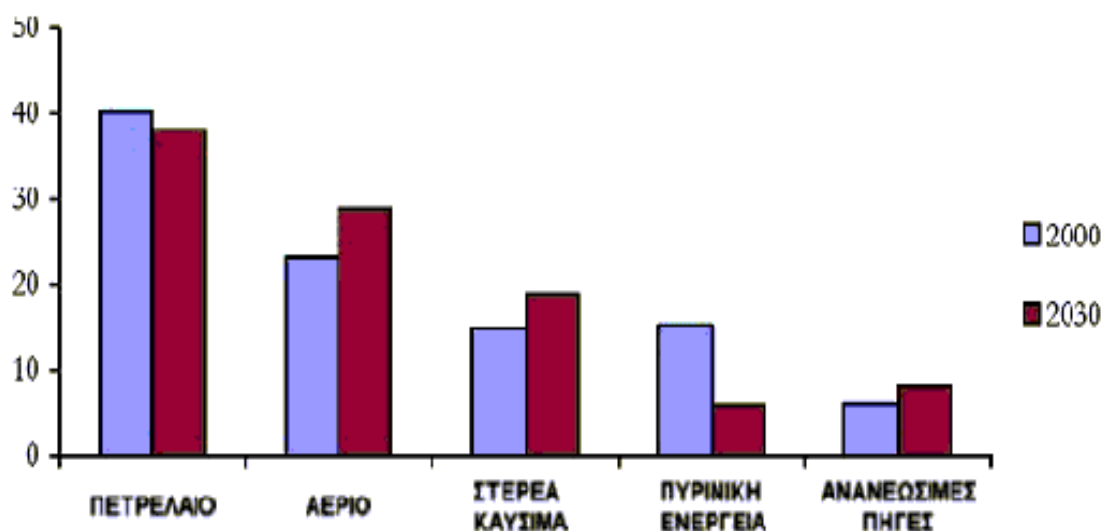
Το μέλλον της οικονομίας της Ευρώπης εξαρτάται από τον αειφόρο ενεργειακό ανεφοδιασμό, από άποψη συνοχής, προσιτής τιμής και του οικολογικά φιλικού τρόπου παραγωγής. Οι Ευρωπαϊκές χώρες είναι σχετικά φτωχές σε συμβατικές πηγές ενέργειας και κατέχουν μόνο το 2,0% του πετρελαίου, το 3,5% του φυσικού αερίου 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.

3.1. 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 οποιοσδήποτε δραστικές αλλαγές στις πολιτικές και τεχνολογίες, και χωρίς οποιαδήποτε σημαντικά μέτρα.



Σχήμα 2. 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).

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).

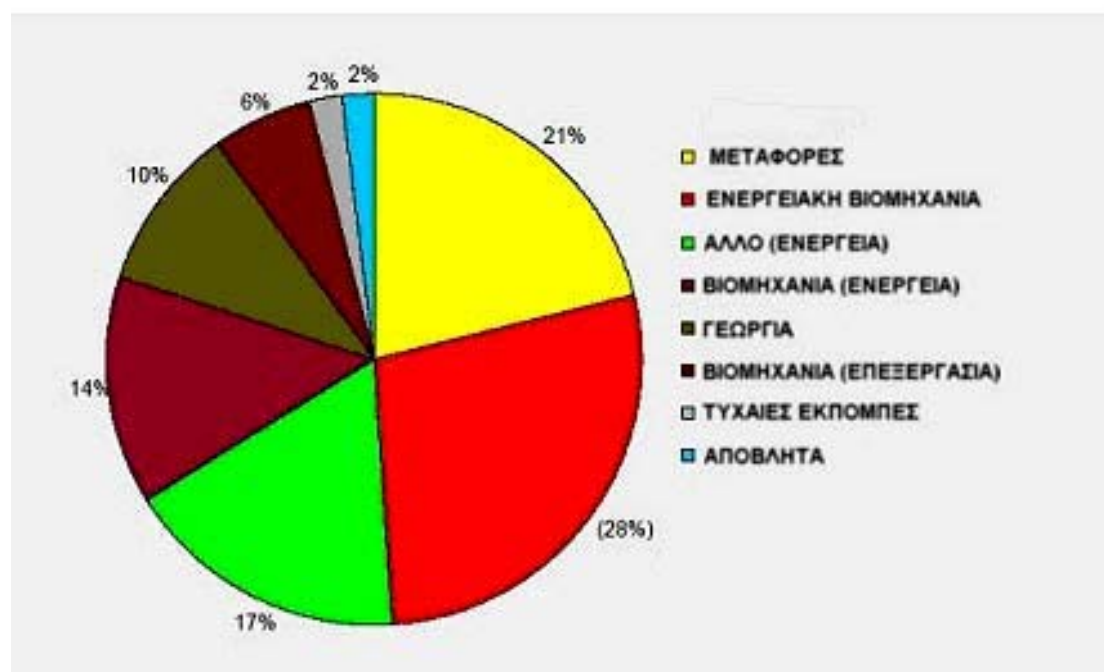
Κατά τη διάρκεια μιας μακράς χρονικής περιόδου ο άνθρακας ήταν το κύριο καύσιμο για τις συμβατικές θερμικές εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ενέργειας (στη χώρα μας εξακολουθεί να είναι), αντιπροσωπεύοντας το 72,3% της αγοράς για τα στερεά καύσιμα. Κατά τη διάρκεια των πρόσφατων ετών, η ηλεκτρική παραγωγή παρουσιάζει 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 3.



Σχήμα 3. 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 αποδοτικότητας 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, μετριοούνται 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).

3.2. 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 Mtoe ως το 2010. Με την τρέχουσα τάση, οι χώρες της ΕΕ, θα είναι σε θέση να φθάσουν σε 71 Mtoe ανώτατα, (EurObserv'ER, 2003), αλλά ο ακόμη πιο απαισιόδοξος αριθμός των 62 Mtoe είναι επίσης προβλεπόμενος. Το ποσοστό αύξησης της βιοενέργειας πρέπει να ενισχυθεί.

4. ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ.

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.

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 συγκομιστούν, 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.

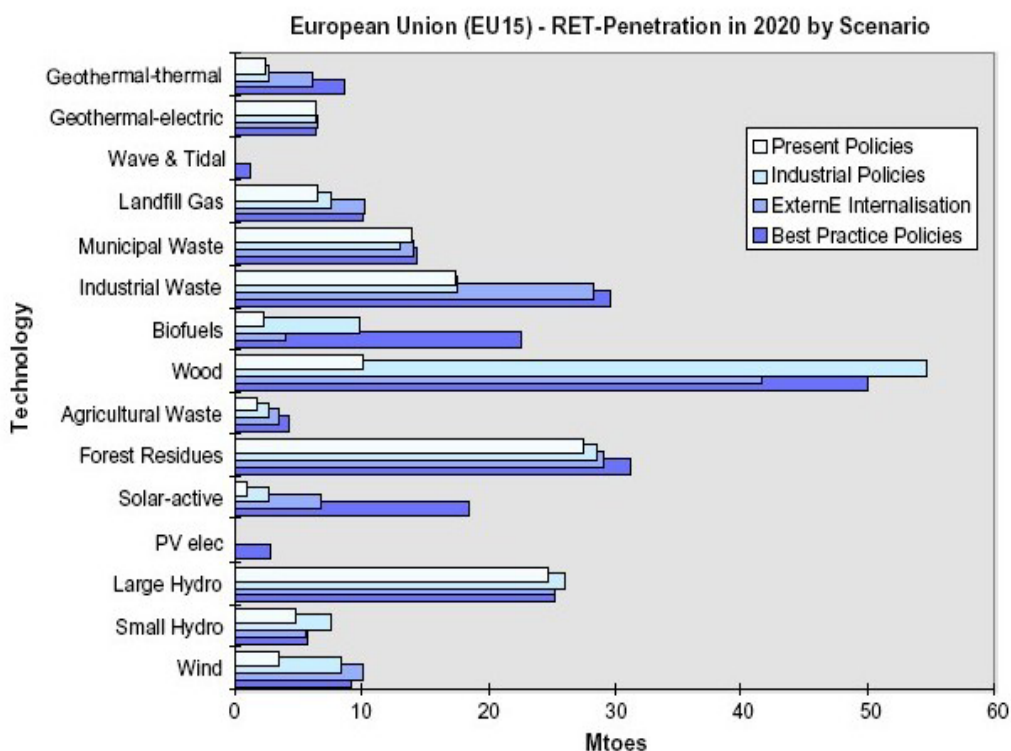
Μια κάπως παλαιότερη μελέτη που αναλύει τη δυνατότητα για ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες (RES) στην ΕΕ-15 είναι η αποκαλούμενη μελέτη TERES. Με τη βοήθεια τεσσάρων σεναρίων, υπολογίζεται η διείσδυση των RES ως το 2020.

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

(προβαλλόμενη ενεργειακή χρήση της ΕΕ-15: 68,000 PJ)



Σχήμα 4. Επισκόπηση της συμβολής των διάφορων ανανεώσιμων ενεργειών στον ενεργειακό ανεφοδιασμό της ΕΕ-15 το 2020 σύμφωνα με τέσσερα διαφορετικά σενάρια (TERES, 1997).

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).

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).

5. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Η εγχώρια παραγωγή ενέργειας, στηρίζεται κατά 82% στον χαμηλής ποιότητας παραγόμενο λιγνίτη, στον οποίο στηρίζεται το 64% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της χώρας (ΙΑΕ, 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 Mtoe, 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 Mtoe, 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 Mtoe, ενώ η βιομηχανική χρήση της βιομάζας αντιστοιχούσε στην παραγωγή 205 Mtoe 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 Mtoe 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. ορίσθηκε 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 αγρό-βιομηχανιών, όπως επίσης και από το βίο-αέριο που παράγεται σε Χ.Υ.Τ.Α. κατά την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.

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-εισορών, 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/εισορές) και ενεργειακό κέρδος (εκροές-εισορές). Το ενεργειακό κέρδος είναι σημαντικός παράγοντας, επειδή με την υψηλή αναλογία εκροές/εισορές, η πραγματική παραγωγή μπορεί να είναι τόσο μικρή, που να μην αντιπροσωπεύει οποιοδήποτε εμπορικό ενδιαφέρον. "Αντ' 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 αιφορική 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.

6.1. Καλλιέργειες ξύλου.

6.1.1. Ιτιά (*Salix sp.*)

Η ιτιά είναι μια ιδιαίτερα αναπτυγμένη ενεργειακή καλλιέργεια, που αυξάνεται κυρίως στη βόρεια Ευρώπη. Υψηλή προτεραιότητα για την παραγωγή ιτιών δόθηκε στη Σουηδία από το 1975 και έγινε με επιτυχία σε εμπορική κλίμακα από το 1991. Περίπου 17.000 εκτάρια ιτιάς καθιερώθηκαν. Κατ' εκτίμηση, η καθαρή παραγωγή στη Σουηδία, είναι 8-10 odt/ha/έτος, αλλά 12 odt/ha/έτος είναι επιτεύξιμοι, με παροχή ενός συνόλου από βελτιωμένο γενετικό υλικό και τη βελτιστοποίηση των γεωργικών πρακτικών. Η παραγωγή ιτιών στη Σουηδία επιχορηγείται (Venendaal, Jørgensen, Foster, 1997).

Το κόστος παραγωγής ποικίλλει από χώρα σε χώρα από 38 – 86 €/odt , με μέσο όρο τα 59 €/odt, το οποίο μειώνεται σε 50 €/odt με τις επιχορηγήσεις για την εγκατάσταση των φυτειών.

6.1.2. Λεύκα (*Populus sp.*)

Η λεύκα είναι καλλιέργεια με προτίμηση σε πιο θερμά κλίματα από την ιτιά, αλλά και τα δύο είδη καλλιεργούνται στο Η.Β., τη Γερμανία, Αυστρία, Ιρλανδία και το Βέλγιο. Η πυκνότητα της φυτείας ποικίλλει από 700 έως 1700 δέντρα/εκτάριο και συγκομίζεται χαρακτηριστικά κάθε 4-6 έτη. Η παραγωγή είναι 10-15 odt/ha/έτος με παραλλαγές της ετήσιας παραγωγής από 3 έως 30 odt/ha. Η εγκατάσταση της φυτείας λευκών κοστίζει περίπου 1600 €/ εκτάριο. Αυτό το υψηλό κόστος είναι ένα εμπόδιο για την περαιτέρω καθιέρωση των φυτειών λευκών, καθώς επίσης και η διαθεσιμότητα του ύδατος (Venendaal, et al., 1997).

6.1.3. Ευκάλυπτος (*Eucalyptus sp.*)

Η Πορτογαλία κατέχει τη μεγαλύτερη φυτεία ευκαλύπτου στην Ευρώπη, που λογαριάζει περίπου 500.000 εκτάρια για την παραγωγή πολτού. Οι ευκάλυπτοι που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πολτού και χαρτιού είναι πολύ ευαίσθητα είδη στον παγετό και δεν μπορούν να καλλιεργηθούν πιο βόρεια στην Ευρώπη. Ο ευκάλυπτος συγκομίζεται συνήθως κάθε 8-10 έτη και η παραγωγή, παρεχόμενης της άρδευσης και λίπανσης θα μπορούσε να υπερβεί τους 20 odt/ha/έτος, αν και εξαρτάται πάρα πολύ από το έδαφος και ποικίλλει από χρόνο σε χρόνο (Venendaal, et al., 1997).

6.2. Πλώδεις καλλιέργειες.

Μια ιδανική ενεργειακή καλλιέργεια, πρέπει να επιτρέπει την υψηλή ενεργειακή παραγωγή με χαμηλές εισροές, να είναι περιβαλλοντικά και εμπορικά βιώσιμη, ενώ απαιτώντας χαμηλή επένδυση να είναι οικονομικώς αποδοτική (Heaton et al., 2004).

6.2.1. Μίσχανθος (*Miscanthus sp.*)

Ο μίσχανθος είναι χαρακτηριστικό C4 πολυετές φυτό, και είναι γνωστός στην Ευρώπη τα τελευταία 50 έτη. Συμπαθεί τα θερμότερα κλίματα. Η περιοχή, όπου ο μίσχανθος μπορεί να αναπτυχθεί, περιορίζεται από το βορρά από τη Δανία, και νότια τη Σουηδία, το ΗΒ και την Ιρλανδία. Η Δανία ήταν η πρώτη ευρωπαϊκή χώρα που άρχισε την καλλιέργεια του μίσχανθου στη δεκαετία του '60 για την παραγωγή πολτού και ενέργειας. Η μέση παραγωγή ήταν 7-14 odt/ha στη συγκομιδή της άνοιξης. Δεδομένου ότι αυτό είναι μόνο το μισό από αυτό που παράγεται βιολογικά από τις εγκαταστάσεις, επειδή τα φύλλα και οι κορυφές χάνονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα (30% της βιομάζας), αποφασίστηκε να συγκομίζεται το φθινόπωρο.

Διάφορα μειονεκτήματα της συγκομιδής φθινοπώρου, όπως η υψηλότερη υγρασία, αναμένονταν να αντισταθμισθούν από το χαμηλότερο κόστος παραγωγής λόγω του μειωμένου κόστους αποθήκευσης δεδομένου ότι το συγκομισμένο υλικό θα παραδιδόταν άμεσα στις εγκαταστάσεις θέρμανσης. Το κόστος εγκατάστασης είναι απαγορευτικά υψηλό για να κάνει το μίσχανθο ανταγωνιστική ενεργειακή καλλιέργεια, όπως έχει υπολογίσει ένα γερμανικό ερευνητικό πρόγραμμα (2500 – 5000 €/ha). Αυτό το ποσό, διαιρούμενο με τη συνολική διάρκεια ζωής της καλλιέργειας, αποτελεί το 50-60% του ετήσιου κόστους παραγωγής.

Μια χαμηλού κόστους μέθοδος καλλιέργειας (1000 €/ha), έδειξε γρηγορότερη δημιουργία συγκομιδών και την καλύτερη επιβίωση των εγκαταστάσεων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν στις ερευνητικές εργασίες στη Γερμανία, έδειξαν

ότι η εγκατάσταση της καλλιέργειας, επηρεάζεται από τον εδαφολογικό τύπο και είναι ταχύτερη στο αμμώδες έδαφος, ενώ το έδαφος με μεγάλη περιεκτικότητα αργίλου παρέχει την υψηλότερη παραγωγή (Venendaal, et al., 1997).

Ο μίσχανθος σπέρνεται με ριζώματα. Με κόστος 0,04 \$US ανά ρίζωμα και ποσοστό σποράς 10.000 ριζώματα/εκτάριο, η δαπάνη του πολλαπλασιαστικού υλικού αγγίζει τα 402 \$US/ha (Heaton et al., 2004).

6.2.2. Χλόη καναρίνιων καλάμων (RCG).

Η Σουηδία, όπου όπως σε άλλες σκανδιναβικές χώρες, η RCG είναι εγγενής καλλιέργεια, έχει τη μεγαλύτερη εμπειρία της καλλιέργειας για ενεργειακούς λόγους. Αρχικά καλλιεργήθηκε ως χορτονομή. Λόγω των επιχορηγήσεων για τη μετατροπή της, από καλλιέργεια τροφίμων σε ενεργειακή καλλιέργεια, στη Σουηδία αρκετές χιλιάδες εκτάρια RCG καθιερώθηκαν, εκ των οποίων μόνο ένα μικρό μερίδιο της χλόης χρησιμοποιήθηκε πραγματικά για την ενέργεια, επειδή η αγορά για την καύση χλόης, ήταν ουσιαστικά υπανάπτυκτη (Venendaal, et al., 1997).

Το κόστος παραγωγής RCG είναι περίπου 66 €/odt στη Σουηδία και 59 €/odt στη Φινλανδία, που είναι ελάχιστα υψηλότερη απ'ό,τι για την ιτιά, επειδή η RCG έχει συνήθως χαμηλότερη παραγωγή και συγκομίζεται κανονικά άνοιξη, οπότε και πρέπει να αποθηκευτεί μέχρι το φθινόπωρο, ενώ η ιτιά συγκομίζεται το φθινόπωρο και παραδίδεται άμεσα στις εγκαταστάσεις καύσης. Εντούτοις, η δυνατότητα αποθήκευσης του RCG είναι καλή και εγγυάται την ασφάλεια της παράδοσης καυσίμων (Venendaal, et al., 1997).

6.2.3. Αγριαγκινάρα (*Cynara cardulus*).

Η αγριαγκινάρα είναι μια πολυετής καλλιέργεια, ευδοκιμώντας στο ξηρό κλίμα της περιοχής της Μεσογείου στην Ελλάδα, Ισπανία, Πορτογαλία και Ιταλία. Προηγουμένως ήταν μια εδώδιμη συγκομιδή, η οποία αργότερα χρησιμοποιήθηκε επίσης για άλλες εφαρμογές όπως για την ενέργεια και την παραγωγή πολτού και χαρτιού.

Σαν ενεργειακή καλλιέργεια, η διάρκεια ζωής της στην κεντρική Ισπανία είναι περισσότερο από 10 έτη (Curt, Sanchez, Fernandez, 2002). Στο θερινό χρόνο καμία άρδευση δεν απαιτείται (αντίθετα από, παραδείγματος χάριν, το μίσχανθο) δεδομένου ότι οι καλλιέργειες χρησιμοποιούν το νερό που συλλέγεται κατά τη διάρκεια των χειμερινών βροχών. Περί τα 450 χιλ. βροχοπτώσεων είναι αρκετά ικανά να παραγάγουν μέχρι 20 odt/ha. Η συγκομιδή πραγματοποιείται προς το τέλος του καλοκαιριού, όταν είναι ξηρά (περιεκτικότητα σε υγρασία 10-15%), και αποτελείται συνήθως από το κεφάλι (45%) καθώς επίσης και φύλλα (33%) και στελέχη (22%). Οι σπόροι (0.4-0.9 t/ha), που περιέχουν

περίπου 26% έλαιο, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πετρελαίου (Venendaal, et al., 1997, Curt, et al., 2002).

Το κόστος της βιομάζας από την αγριαγκινάρα, ανέρχεται σε 24 €/odt λόγω του χαμηλού κόστους εγκατάστασης, των χαμηλών αναγκών λιπασμάτων, της αναγκαίας άρδευσης και της υψηλής παραγωγής που είναι πολύ ανταγωνιστική έναντι άλλων ενεργειακών καλλιεργειών. Η ενεργειακή αξία της συγκομιδής ανά odt οφείλεται στην υψηλότερη περιεκτικότητα σε έλαιο (Venendaal, et al., 1997). Άλλη μελέτη (Curt, et al., 2002) δείχνει το κόστος παραγωγής σε 44 €/t ξερής ουσίας, ή 2,98 €/GJ.

Η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας, θα παρουσιαστεί αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.

6.2.4. Κάνναβη (*Cannabis sativa L.*) .

Η κάνναβη είναι παραδοσιακά καλλιέργεια ινών και μερικές μόνο έρευνες έχουν γίνει για εισαγωγή χρήσης της, ως παραγωγή πολτού. Μια νέα ιδέα είναι να χρησιμοποιηθεί για τον ενεργειακό σκοπό. Η κάνναβη είναι παρόμοια με τον αραβόσιτο και στην περίπτωση της χρήσης για την ενέργεια πρέπει να συγκομιστεί εντελώς, αλλά ο βέλτιστος χρόνος συγκομιδής δεν είναι καθορισμένος ακόμα και

περαιτέρω έρευνες απαιτούνται. Από την εμπειρία, που αποκτιέται στις Κάτω Χώρες από την καλλιέργεια κάνναβης για πολτό, η παραγωγή είναι 10-17 odt/ha με τους καλύτερους αριθμούς για τα αργιλικά εδάφη. Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνου δεν απαιτείται δεδομένου ότι η καλλιέργεια μπορεί επιτυχώς να ανταγωνιστεί με τα ζιζάνια για τους πόρους, αλλά οι μύκητες μπορούν να βλάψουν ουσιαστικά τη συγκομιδή στα υγρά έτη, αν και αυτό μπόρεσε να λυθεί από την επιλογή και την αναπαραγωγή κατάλληλου γενετικού υλικού (Venendaal, et al., 1997).

6.2.5. Συγκριτική ανάλυση των ποωδών ενεργειακών καλλιεργειών.

Το ύψος της παραγωγής και το ενεργειακό ισοζύγιο για τις ποώδεις ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Η παραγωγή κάθε είδους ποικίλλει ευρέως, πρώτα λόγω των διαφορών στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την ανάπτυξη, και έπειτα "λόγω της διαφορετικής γενετικής δυνατότητας των δοκιμασμένων γονοτύπων και των αυξανόμενων χρησιμοποιούμενων τεχνικών " (Venturi and Venturi, 2003). Το ενεργειακό ισοζύγιο (αναλογία εκροών/εισορών και ενεργειακό κέρδος) για όλες τις καλλιέργειες είναι ιδιαίτερα θετικό. Η υψηλότερη ενεργειακή δυνατότητα θα μπορούσε να παρατηρηθεί για το μίσχανθο, εντούτοις, αυτό δεν είναι εφαρμόσιμο στο επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης

ακόμα (Venturi and Venturi, 2003). Έτσι, περαιτέρω έρευνες είναι απαραίτητες για να βάλουν την παραγωγή των ενεργειακών καλλιεργειών στην εμπορική κλίμακα.

6.3. Ελαιούχες καλλιέργειες.

Η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος θεωρούνται ως οι πιο πολλά υποσχόμενες ελαιούχες καλλιέργειες για περαιτέρω ανάπτυξη. Μπορούν να καλλιεργηθούν σε υποβαθμισμένα εδάφη σε όλη την Ευρώπη. Οι καλλιέργειες για την παραγωγή biodiesel δεν παρουσιάζουν οποιαδήποτε τεχνικά προβλήματα επειδή έχουν καλλιεργηθεί για την παραγωγή τροφίμων για μια μεγάλη χρονική περίοδο και οι τεχνικές της καλλιέργειάς τους είναι γνωστές.

6.4. Καλλιέργειες για ζύμωση.

Οξυγονωμένες ενώσεις, όπως η αιθανόλη, το ETBE, συμπεριλαμβάνονται στον τύπο της βενζίνης για να μειωθεί η εκπομπή των αρωματικών ουσιών και των ολεφινών στα καύσιμα και, επομένως, στα εκπεμπόμενα αέρια. Η αιθανόλη μπορεί να παραχθεί από το μετασχηματισμό των υλικών που περιέχουν κυτταρίνη (η διαδικασία είναι υπό ανάπτυξη για να καταστεί φτηνότερη και οικονομικά βιώσιμη) ή από τη ζύμωση των καλλιεργειών με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα / άμυλο. Για την τελευταία περίπτωση, υπάρχουν πολλές τεχνολογίες. Οι υδατάνθρακες μπορούν να αποθηκευτούν στους σπόρους, στους μίσχους ή το υπόγειο μέρος των φυτών. Οι καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της ζύμωσης αυτής είναι κυρίως, το ζαχαρότευτλο, τα δημητριακά (σιτάρι, κριθάρι σίκαλη), και το σόργο.

6.4.1. Σύγκριση των καλλιεργειών για την παραγωγή αιθανόλης.

Η παραγωγή της αιθανόλης από τις προσανατολισμένες στη χρήση αυτή καλλιέργειες, βαίνει αυξανόμενη στην Ευρώπη, από το Βορρά στο Νότο και από τη Δύση στην Ανατολή, λόγω των κλιματολογικών συνθηκών και των διαφορών σε γεωργικές τεχνικές. Η εισροές για τα χειμερινά σιτάρια είναι χαμηλότερες απ' ό,τι για τα θερινά. Οι σχέσεις μεταξύ των χαμηλότερων εισροών –χαμηλότερη παραγωγή, είναι ευνοϊκότερη για το ζαχαρότευτλο και το γλυκό σόργο, το οποίο σημαίνει ότι με μια ίση μείωση των εισροών, η μείωση της παραγωγής θα είναι μικρότερη για τις δύο συγκομιδές (Venturi and Venturi, 2003). Ο πίνακας 2 παρουσιάζει μόνο τα γεωργικά στάδια και δεν καλύπτει ολόκληρη την αλυσίδα παραγωγής οινόπνευματος, για την οποία η ενεργειακή αναλογία προφανώς θα είναι χαμηλότερη.

Καλλιέργεια	Εισροές, GJ/ha			Εύρος ενεργειακού ισοζυγίου	
	Μικρές	Μεγάλες	Μεσαίες	Αναλογία Εκροών/εισροών	Κέρδος (Εκροές-εισροές) GJ/ha
Σιτάρι	15	30	25	1,0-2,8	0-55
Κριθάρι	10	28	22	1,5-2,1	5-32
Ζαχαρότευτλο	25	60	35	2,8-3,2	45-130
Γλυκό σόργο	15	50	40	6,6-9,0	85-400

Πίνακας 2. Ενεργειακή εισαγωγή και ισοζύγιο για τις σημαντικότερες καλλιέργειες παραγωγής αιθανόλης στην Ευρώπη. (Πηγή Venturi and Venturi,2003)

7. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ CO₂ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.

Τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν όπως ήδη αναφέρθηκε δεσμευθεί, κάτω από το πρωτόκολλο του Κιότο, να μειώσουν το CO₂ και άλλες εκπομπές GHGs, κατά 8% (272 Mt CO₂) μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Τα επίπεδα των εκπομπών CO₂ μειώθηκαν κατά 3,5% το 2000, αλλά μετά από αυτό, άρχισαν να αυξάνονται πάλι και, σύμφωνα με την αξιολόγηση που γίνεται από τους εμπειρογνώμονες από το "κοινό πρόγραμμα ανάλυσης", το 2010 θα είναι 7% πιο υψηλά απ' ό,τι το 1990 (European Commission, 2001b). Κατά συνέπεια, στην πραγματικότητα, μιλάμε για προσπάθειες που απαιτούνται για να μειώσουν τις εκπομπές CO₂ κατά 15% (ή 544 Mt σε πραγματικούς αριθμούς). Έτσι, η αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών στην ενεργειακή παραγωγή από 6 σε 12% παρέχει 200 Mt μειώσεις των εκπομπών CO₂ (European Commission, 2001b).

Η αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μαζί με την υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα, θα μπορούσε να προωθήσει τη μείωση του μεγαλύτερου ποσού εκπομπών CO₂ από την ενεργειακή παραγωγή και χρήση. "Η χρήση της βιομάζας για να παραγάγει ενέργεια, είναι μόνο μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τον αντίκτυπο της ενεργειακής παραγωγής και της χρήσης στο παγκόσμιο περιβάλλον. Όπως με οποιοδήποτε ενεργειακό πόρο, υπάρχουν περιορισμοί στη χρήση και

τη δυνατότητα εφαρμογής της, βιομάζας και πρέπει να ανταγωνιστεί όχι μόνο με τα συμβατικά καύσιμα αλλά και με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική" (McKendry, 2002b).

Η παραγωγή και η χρησιμοποίηση βιοενέργειας απαιτούν επίσης την ύπαρξη της κατάλληλης υποδομής. Οι παρακάτω αλυσίδες βιομάζα -ενέργεια μπορούν να εξεταστούν:

- η χρήση των ξηρών προϊόντων (κυτταρινούχα υπολείμματα και καλλιέργειες) για τη θερμοχημική μετατροπή (αεριοποίηση, πυρόλυση)
- η χρήση των καλλιεργειών (ελαιοκράμβη, ηλιάνθος, ζαχαρότευτλο, δημητριακά κ.λπ....) για την παραγωγή υγρών βιολογικών καυσίμων
- η χρήση των υγρών προϊόντων για την αναερόβια χώνευση (με τη λήψη του μεθανίου) ή Υδροθερμική Αναβάθμιση.

Η επιλογή μιας διαδικασίας ρυθμίζεται από τον τύπο και την ποσότητα της διαθέσιμης βιομάζας, την επιθυμητή μορφή ενέργειας, τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις και τους οικονομικούς όρους. Σε πολλές περιπτώσεις η διαδρομή της διαδικασίας καθορίζεται από την απαραίτητη μορφή ενέργειας και έπειτα από την ποσότητα και τον τύπο βιομάζας (McKendry, 2002b).

7.1. Χρησιμοποίηση της στερεάς βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας/ ηλεκτρικής ενέργειας.

Η απαίτηση για ηλεκτρική ενέργεια στην ΕΕ προβλέπεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να αυξηθεί στο εγγύς μέλλον (European Commission, 1999). Δύο τεχνολογικά σχέδια υπάρχουν: η άμεση καύση βιομάζας, συμπεριλαμβανομένης της σύγκαισης με τα συμβατικά καύσιμα, και η διαδρομή αεριοποίησης. Η τελευταία είναι πιο προηγμένη και ελπιδοφόρα όσον αφορά την αποδοτικότητα συστημάτων.

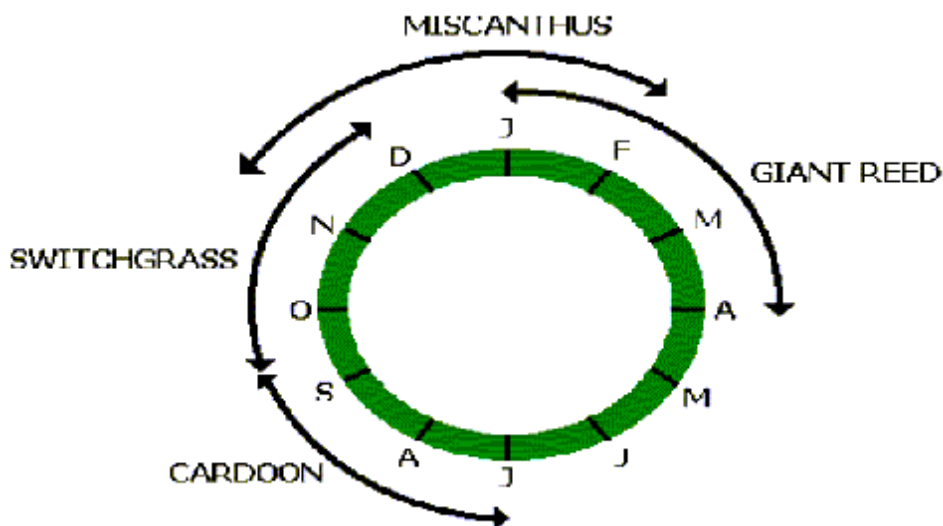
7.1.1. Σύστημα άμεσου καύσης.

Η καύση της βιομάζας χρησιμοποιείται για να μετατρέψει την ενέργεια που αποθηκεύεται στους χημικούς δεσμούς της βιομάζας σε θερμότητα, σε μηχανική δύναμη και σε ηλεκτρική ενέργεια, με τη χρήση ποικίλου εξοπλισμού: φούρνοι, λέβητες, στρόβιλοι ατμού κ.λπ. Τα καυτά αέρια με θερμοκρασία 800-1000°C παράγονται ως αποτέλεσμα της διαδικασίας καύσης. Οποιοσδήποτε τύπος βιομάζας είναι κατάλληλος για καύση, αλλά στην πράξη περιορίζεται από την περιεκτικότητα σε υγρασία < 50%, διαφορετικά η βιομάζα πρέπει να είναι ξηραθεί (McKendry, 2002b).

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βιομάζας, είναι βασισμένη στον κύκλο ατμού-Rankine. Η βιομάζα καίγεται σε έναν λέβητα για να παραγάγει το διατηρημένο υπό σταθερή ατμοσφαιρική πίεση ατμό, ο οποίος εκτονώνεται σε έναν στρόβιλο για να παραγάγει την ηλεκτρική ενέργεια. Εάν η παραγωγή της δύναμης είναι ο μόνος στόχος, κατόπιν χρησιμοποιείται ένας στρόβιλος πλήρους συμπύκνωσης, ενώ για την παραγωγή θερμότητας και δύναμης ένας στρόβιλος συμπυκνώ-εξαγωγής (ή backpressure) υιοθετείται. Η υπόλοιπη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή την ξήρανση μιας γεωργικής πρώτης ύλης. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα μέσω της καύσης και του κύκλου ατμού είναι καλά καθιερωμένη τεχνολογία. Ένας κύκλος ατμού σε μικρή κλίμακα δεν είναι μια ελκυστική λύση λόγω της χαμηλής αποδοτικότητας (ανώτατη 20%) και της μεγάλης επένδυσης (1 Μ€/MW που εγκαθίσταται, για ικανότητα συστημάτων 1-5 MW) (Berna, 1997). Ηλεκτρική αποδοτικότητα εγκαταστάσεων 1-10 MWe⁹ είναι 20-30%, αν και η αναλογία δύναμη/θερμότητα συνήθως δεν υπερβαίνει το 0.4-0.5.

Κατά συνέπεια, η ηλεκτρική παραγωγή κύκλων ατμού, βάση βιομάζας, μπορεί να είναι μια βιώσιμη επιλογή μόνο εάν η θερμότητα/ ατμός, απαιτούνται (Salomon Pora, 2002). Καύση στους μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με μια ικανότητα > 50MW , δείχνει υψηλότερη αποδοτικότητα και σχετικά χαμηλότερες επενδύσεις. Σε τέτοιες μονάδες, τα παλαιά συστήματα καύσης σε σχάρα, αντικαθίστανται βαθμιαία από τους ρευστοποιημένους λέβητες τύπου κλίνης. Οι αυξανόμενες συνθήκες ατμού οδηγούν σε αποδοτικότητα 35-40% (για εγκαταστάσεις 50 MW). Η κατασκευή εγκαταστάσεων καύσης βιομάζας είναι πολύ παρόμοια με αυτήν που χρησιμοποιείται για τα συμβατικά καύσιμα, με εξαίρεση τον λέβητα, όπου μια χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα και μια περιεκτικότητα σε υψηλότερη υγρασία της βιομάζας, έναντι των συμβατικών καυσίμων, έχουν επιπτώσεις στη μορφολογία (Berna, 1997).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, που χρησιμοποιεί αποκλειστικά αποθέματα βιομάζας, θα απαιτούσε την ανάγκη ενός μεγάλου αριθμού αποκεντρωμένων εγκαταστάσεων. Μια τέτοια εργασία θα έπαιρνε χρόνο, και συνεπάγεται απαιτήσεις υψηλών επενδύσεων και μεγάλων εγκαταστάσεων αποθήκευσης καυσίμων (λόγω της εποχικότητας του ανεφοδιασμού σε βιομάζα, δεδομένου ότι η βιομάζα δεν συγκομίζεται όλο το χρόνο αλλά ακριβώς μόνο μία φορά ή δύο φορές σε ένα έτος) (Hein, Bemtgen, 1998). Η διαθεσιμότητα βιομάζας από τις πιο διαδεδομένες ενεργειακές φυτείες στη διάρκεια του ενός έτους, παρουσιάζεται στο *Σχήμα 5*.



Σχήμα 5. Διαθεσιμότητα της βιομάζας στη διάρκεια του έτους.

Η σύγκαυση της βιομάζας στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος με τα συμβατικά καύσιμα (γενικά τον άνθρακα) είναι μια απλή και αποδοτική μέθοδος ενεργειακής παραγωγής. Η σύγκαυση μπορεί να οριστεί ως η ταυτόχρονη καύση των διαφορετικών καυσίμων στον ίδιο λέβητα. Υπάρχουν τρεις τεχνολογικές επιλογές για σύγκαυση, άμεσοι, έμμεσοι και παράλληλοι. Η άμεση καύση σημαίνει την καύση του μίγματος καυσίμων στην ίδια αίθουσα καύσης. Η έμμεση σύγκαυση είναι καύση της προηγουμένως εξαερωμένης βιομάζας με τα συμβατικά καύσιμα. Η παράλληλη σύγκαυση είναι χωριστή καύση των συμβατικών καυσίμων και της βιομάζας σε δύο λέβητες (EUBIONET, 2003a).

Τα χαρακτηριστικά της βιομάζας και του άνθρακα διαφέρουν αρκετά. Η ξύλινη βιομάζα περιέχει περίπου 80% πτητικές ουσίες, ενώ ο άνθρακας έχει μόνο 30%. Η βιομάζα έχει συνήθως υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία που οδηγεί σε σχετικά χαμηλή καθαρή θερμιδική αξία. Οι ιδιότητες των ξύλινων καυσίμων (περιεκτικότητα τέφρας, χημική σύσταση της τέφρας, συμπεριφορά τήξης τέφρας) επίσης θέτουν διάφορες απαιτήσεις στο σχέδιο εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας. Η παρουσία άλλων καυσίμων, ειδικά αυτών που περιέχουν χλώριο, μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα στις επιφάνειες μεταφοράς θερμότητας και λεβήτων (EUBIONET, 2003a).

7.2. Μετατροπή βιομάζας σε υγρά βιολογικά καύσιμα.

Η ενεργειακή ζήτηση από τις μεταφορές στην Ευρώπη, αναμένεται να αυξηθεί, με συνέπεια υψηλότερες εκπομπές στον αέρα παρά τη βελτιωμένη ενεργειακή αποδοτικότητα των

οχημάτων. Τα βιολογικά καύσιμα μπορούν να βοηθήσουν ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αυτές, δεδομένου ότι έχουν πολύ χαμηλότερα επίπεδα εκπομπών CO₂, έναντι των συμβατικών καυσίμων. Η σοβαρή εκτίμηση των υγρών βιολογικών καυσίμων για την αντικατάσταση του συμβατικού diesel και της βενζίνης, άρχισε αρκετά έτη πριν, και οφείλεται στις εθνικές και ευρωπαϊκές πολιτικές που θέτουν τους στόχους για μείωση των εκπομπών CO₂, επειδή τα βιολογικά καύσιμα δεν δημιουργούν καμία πρόσθετη εκπομπή, εκτός από αυτήν επάνω στάδιο παραγωγής και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς της βιομάζας και της διανομής του παραγόμενου biodiesel. Ακόμη όμως και στα στάδια αυτά, (της παραγωγής και διανομής) η εκπομπή CO₂ θα μπορούσε να μειωθεί εάν τα μηχανήματα τροφοδοτούνται με βιολογικά καύσιμα.

Οι Thuijl, Roos, Beurskens (2003) παρέχουν διάφορες διαθέσιμες διαβάσεις από την ακατέργαστη βιομάζα, στα καύσιμα «έτοιμα προς χρήση» από αυτοκίνητα:

- διαδικασία άμεσης μετατροπής - εξαγωγή του φυτικού ελαίου με την ακολουθία αιθεροποίησης (biodiesel)
- ζύμωση των σακχάρων/ αμύλου που περιέχουν καλλιέργειες (αιθανόλη)
- πυρόλυση του ξύλου (πετρέλαιο πυρόλυσης – ισοδύναμο με το diesel)
- αεριοποίηση της βιομάζας με την περαιτέρω μετατροπή του αερίου σύνθεσης (methanol, dymethylester (DME), Fischer-Tropsch liquids);
- υδροθερμική αναβάθμιση της υγρής βιομάζας (πετρέλαιο HTU – ισοδύναμο με το diesel).

Μόνο τα δύο πρώτα καύσιμα παράγονται τώρα σε εμπορική κλίμακα, ενώ οι άλλες επιλογές είναι ακόμα στο στάδιο της έρευνας, και πιθανότατα δεν θα είναι εμπορικά διαθέσιμες στο βραχυπρόθεσμο μέλλον. Η αιθανόλη (και ETBE, που προέρχεται από αυτή) και το biodiesel (κυρίως RME) χρησιμοποιούνται σήμερα σε εμπορική βάση στην Ευρώπη και θα παραμείνουν τα κυρίαρχα εναλλακτικά καύσιμα στο πιο εγγύς μέλλον (Thuijl, et. al.,2003).

7.2.1. Biodiesel.

Το biodiesel κατασκευάζεται από ένα φυτικό έλαιο που εξάγεται από τους σπόρους διάφορων ελαιούχων καλλιεργειών.

Οι ευρύτερα χρησιμοποιημένες πηγές ελαίου είναι η ελαιοκράμβη, ο ηλίανθος, η σόγια και ο φοίνικας. Το πρώτο βήμα για την παραγωγή biodiesel, είναι η εξαγωγή ελαίου, η οποία δεν διαφέρει από αυτήν για τη βιομηχανία τροφίμων. Η παραγωγή biodiesel στην Ευρώπη είναι βασισμένη στην ελαιοκράμβη. 1 τόνος RME μπορεί να προέλθει από κατά προσέγγιση 1 τόνου ελαίου ελαιοκράμβης. (European Commission, 1994). Το έλαιο από τους σπόρους μπορεί να εξαχθεί με συμπίεση ή με τη βοήθεια διαλυτών όπως το εξάνιο. Η τελευταία τεχνολογία εφαρμόζεται σχεδόν στο 100% της παραγωγής (Jensen, 2003).

Σήμερα το κόστος παραγωγής του biodiesel είναι περίπου 0,50 €/l (15 €/GJ). Η πραγματική τιμή επηρεάζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από το κόστος της απαιτούμενης βιομάζας, το μέγεθος και τον τύπο εγκαταστάσεων παραγωγής και την αξία των υποπροϊόντων («πίτα» των ελαιούχων σπόρων – μια πλούσια σε πρωτεΐνες ζωική τροφή, και γλυκερίνη). Βραχυπρόθεσμες δαπάνες επένδυσης για εγκαταστάσεις, με ικανότητα θερμικής εισαγωγής 400 MW_{th} αποτελούν περίπου 150 €/kW_{th}, όμως μακροπρόθεσμα, αυτές οι δαπάνες αναμένονται να μειωθούν κατά 30% με τη διεύρυνση των εγκαταστάσεων σε 1000 MW_{th} λόγω της οικονομίας κλίμακας. Οι υπολογισμοί, που εξετάζουν την αξία των υποπροϊόντων μακροπρόθεσμα, δείχνουν την περαιτέρω μείωση των δαπανών παραγωγής RME μέχρι 0,20 €/l (6 €/GJ) (Thuijl, et. al., 2003).

7.2.2. Αιθανόλη.

Αυτή την περίοδο, η αιθανόλη παράγεται από τη γεωργική ζάχαρη (ζαχαρότευτλο, γλυκό σόργο) και το άμυλο (δημητριακά, καλαμπόκι, πατάτες) που περιέχοντας στις αντίστοιχες καλλιέργειες. Το ευκολότερο προϊόν που χρησιμοποιείται, είναι καλλιέργειες ζάχαρης, ενώ το άμυλο πρέπει να μετατραπεί σε ζάχαρη πριν να είναι σε κατάλληλη μορφή για τη ζύμωση. Η μέση παραγωγή αιθανόλης ποικίλει από 2,1 έως 5,6 m³/ εκτάριο ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο είδος. Στην κορυφή αυτής της σειράς είναι το ζαχαρότευτλο, ενώ στο κατώτατο σημείο είναι τα δημητριακά. Για να παραχθεί 1 τόνος αιθανόλης, απαιτούνται 3 τόνοι σιταριού (Thuijl, et. al., 2003).

Η τεχνολογία παραγωγής από τα σάκχαρα/άμυλο που περιέχουν οι καλλιέργειες, είναι σχετικά ώριμη και πλέον απίθανο να βελτιωθεί για να μειώσει τις δαπάνες παραγωγής. Μέχρι και 80% του κόστους παραγωγής είναι το κόστος της απαραίτητης για την διαδικασία, βιομάζας. Οι βραχυπρόθεσμες επενδύσεις για την παραγωγή αιθανόλης από τις καλλιέργειες που περιέχουν ζάχαρη, υπολογίζονται σε 290 €/kW_{th} για εγκαταστάσεις

ικανότητας εισαγωγής 400 MW_{th}. Για την παραγωγή αιθανόλης, με επεξεργασία ξύλινων πρώτων υλών, το κόστος παραγωγής είναι 350 €/kW_{th} για εγκαταστάσεις της ίδιας ικανότητας. Στις μακροπρόθεσμες προοπτικές, το κόστος παραγωγής πρόκειται να μειωθεί με τη διεύρυνση των εγκαταστάσεων σε 1000 MW_{th} λόγω των οικονομιών κλίμακας για τις ξύλινες τροφοδοσίες κατά 50% και της τροφοδοσίες καλλιεργειών ζάχαρης κατά 40%, αν και στην τελευταία περίπτωση, η αποδοτικότητα παραγωγής καυσίμων δεν αναμένεται να αυξηθεί.

Το κόστος παραγωγής της αιθανόλης από το ζαχαρότευτλο είναι περίπου 0.32-0.54 €/l (15-25 €/GJ). Το κόστος παραγωγής από το κυτταρινικό υλικό υπολογίζεται σε 0.11-0.32 €/l (5-15 €/GJ), το χαμηλότερο κόστος για προηγμένες τεχνολογίες (Thuijl, et. al., 2003).

8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.

Οι τύποι των καλλιεργειών «υπό κάλυψη» χαρακτηρίζονται ανάλογα με το είδος του συστήματος θέρμανσης που χρησιμοποιείται και το καλλιεργούμενο είδος. Τα θερμοκήπια, ανάλογα με το είδος θέρμανσης, χαρακτηρίζονται ως:

- Θερμοκήπια χωρίς σύστημα θέρμανσης,
- Θερμοκήπια με αντιπαγετική προστασία,
- Θερμοκήπια με συστηματική θέρμανση.

Η θέρμανση, αντιπροσωπεύει την κυριότερη ενεργειακή δαπάνη ενός θερμοκηπίου, αγγίζοντας το 40% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας. Ωστόσο, η ρύθμιση και των υπολοίπων περιβαλλοντικών παραμέτρων (ψύξη, έλεγχος υγρασίας, τεχνητός φωτισμός, αερισμός, εμπλουτισμός με CO₂), αποτελεί μια εξίσου σημαντική παράμετρο της επιβάρυνσης του ενεργειακού ισοζυγίου.

Στον τομέα των έμμεσων ενεργειακών δαπανών, περιλαμβάνονται οι ενεργειακές δαπάνες για τις προστατευτικές κατασκευές, κυρίως δηλαδή το σκελετό και τα καλύμματα του θερμοκηπίου. Ακόμα, περιλαμβάνονται οι ενεργειακές δαπάνες της καλλιέργειας (λίπανση, άρδευση, φυτοπροστατευτικά κλπ), οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με το καλλιεργούμενο είδος.

Θα πρέπει να αναφερθεί πως στα συστήματα αυτά, ενδιαφέρει περισσότερο η εξοικονόμηση ενέργειας, όχι με την απόλυτη μορφή της, αλλά ως αύξηση της αποδοτικότητας της ενέργειας, δηλαδή αύξηση των προϊόντων που παράγονται ανά μονάδα της καταναλισκόμενης ενέργειας. Οι θερμοκηπιακές εκμεταλλεύσεις, όπως οποιαδήποτε μορφή επιχείρησης, έχουν ως στόχο τη μεγιστοποίηση της παραγωγής με το μικρότερο δυνατό κόστος, με αποτέλεσμα η εξοικονόμηση ενέργειας να γίνεται με διάφορους τρόπους:

- με επεμβάσεις στην κατασκευή (κατασκευές με μικρό λόγο επιφάνειας, χρήση διπλού πλαστικού ή διπλών τζαμιών, μόνωση της βορινής πλευράς, βελτίωση της περατότητας του καλύμματος από την ηλιακή ακτινοβολία)
- με επεμβάσεις στα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος (αυτοματισμοί, χρήση θερμοκουρτινών, χρήση κουρτινών σκίασης, εκπομπή της θερμότητας στο επίπεδο των φυτών)
- με καλλιεργητικές τεχνικές (επιλογή ποικιλιών με αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες, παροχή άριστων συνθηκών υγιεινής, θρέψης και προστασίας των φυτών.

Οι ακριβείς ενεργειακές ανάγκες των συστημάτων αυτών, ποικίλουν ανάλογα με όλες τις πιο πάνω παραμέτρους και είναι δύσκολο να εκφραστούν σαν μία γενική εκτίμηση, καθώς οι θερμοκρασίες που πρέπει να επικρατούν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου εξαρτώνται όχι μόνο από το είδος της καλλιέργειας, αλλά και από το στάδιο της ανάπτυξής της, το είδος της κατασκευής, τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και μια σειρά από μικρότερης όχι όμως αμελητέας, σημασίας, παραγόντων. Ως εκ τούτου, η παρούσα μελέτη είναι περιορισμένη στην σύγκριση του κόστους της παραγόμενης από βιομάζα, και της αντίστοιχης από πετρέλαιο, ενέργειας που χρησιμοποιείται στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, χωρίς την ποσοτικοποίηση των στοιχείων αυτών, για συγκεκριμένη καλλιέργεια.

9. ΑΓΡΙΑΓΚΙΝΑΡΑ (*Cynara cardunculus*).

9.1. Προέλευση και διάδοση.

Το *Cynara* είναι ένα σχετικά μικρό γένος που περιλαμβάνει δύο είδη: την αγκινάρα (*C. scolymus* L.) και την καλλιεργούμενη «αγριαγκινάρα» (*C. cardunculus* L. var. *altilis* DC.), και πέντε έως έξι άγρια είδη (Wiklund, 1992). Όλα τα άγρια μέλη *Cynara* είναι πολυετής πόες, αυτοφυούμενες στη λεκάνη της Μεσογείου (Basnizki and Zohary, 1994). Ο πιο κοντά στα καλλιεργημένα είδη άγριος τύπος, είναι η άγρια αγκινάρα (*C. cardunculus* L. var. *sylbestris* Lam.).

Η αγριαγκινάρα ήταν γνωστή στους αρχαίους Αιγυπτίους, Έλληνες και Ρωμαίους. Αν και προέρχεται από δυτικό και κεντρικό μέρος της λεκάνης της Μεσογείου (Ισπανία, Νότια Πορτογαλία, Κανάριες Νήσοι) (Bailey and Bailey, 1976, Tutin, 1976, Franco, 1984), συναντάται στη Νότιο Αμερική (Αργεντινή, Χιλή, Ουρουγουάη), την Καλιφόρνια, το Μεξικό και την Αυστραλία (Luger, 2000).

Η αγκινάρες είναι γενικά καλλιέργειες που καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο για τις μεγάλες, σαρκώδης κεφάλες τους. Το μεγαλύτερο μέρος της καλλιέργειάς τους (περίπου 90%) συγκεντρώνεται στις χώρες της Μεσόγειου και ειδικότερα: Ιταλία (51.000 εκτάρια), Ισπανία (24.000 εκτάρια) και Γαλλία (13.000 εκτάρια). Η καλλιεργημένη αγριαγκινάρα, είναι ένα λιγότερο σημαντικό πολυετές ποώδες φυτό, που καλλιεργείται σε μερικές μεσογειακές περιοχές (Ιταλία, Ισπανία και Γαλλία) για τα σαρκώδη νέα φύλλα του.

Άλλες πιθανές χρήσεις των *Cynara* spp. είναι η παραγωγή: βιομάζας για παραγωγή ενέργειας ή χαρτοπολτού, σπόρου για το έλαιο και την πρωτεΐνη (Jones and Earle, 1966, Fernandez and Manzanares, 1990, Foti et al., 1993), φρέσκια βιομάζα ως χορτονομή για τη σίτιση ζωικού κεφαλαίου (Marzi and Bianco, 1969, Dellacecca et al., 1981, Dellacecca and De Palma, 1981), φύλλα ως ουσία για την προετοιμασία οινοπνευματωδών ποτών και φαρμάκων ενάντια σε αρκετές ασθένειες (Oliaro, 1969).

9.2. Γενική περιγραφή.

Η αγριαγκινάρα, ανήκει στην Οικογένεια *Asteraceae* (= *Compositae*), στην οποία ανήκουν η ήμερη αγκινάρα, και άλλες ελαιούχες καλλιέργειες, όπως το κάρδαμο και ο ηλίανθος.

Είναι ποώδης καλλιέργεια με βαθιές ρίζες, παρόμοιες με την αγκινάρα, και είναι διαφορετική από αυτή, λόγω της ανάπτυξης των πλευρών, του μικρού μεγέθους του κεφαλιού και των γενικών διαστάσεων (και του ρυθμού αύξησης), που είναι γενικά ανώτερες από αυτές της αγκινάρας. Το εδώδιμο προϊόν αντιπροσωπεύεται ως πλευρά, τα οποία αποτελούνται από το μίσχο, το κεντρικό πλευρό και ένα μικρό μέρος των διπλών φύλλων (στην πράξη, τα δύο τρίτα του κατώτερου μέρους του φύλλου καταναλώνονται). Αυτά μπορούν να καταναλωθούν φρέσκα, ή μετά από μαγείρεμα. Η κεφαλή ή *capitula*, είναι ένα μη φαγώσιμο μέρος, αντίθετα προς αυτό της αγκινάρας όπου το κεφάλι είναι εδώδιμο.

Η αγριαγκινάρα έχει ένα υψηλό ποσοστό σε νερό (90-94%). Είναι ένα λαχανικό με χαμηλή θερμιδική αξία (λιγότερο από 20 θερμ. ανά 100 γρ του φρέσκου βάρους), αρκετά καλό ποσό ασβεστίου (105 mg/100 γρ φρέσκου βάρους), και πολύ πλούσιο σε κάλιο (400 mg/100 γρ) και νάτριο (170 mg/100 γρ) (Howard et al, 1962).

Η *C. cardunculus* είναι ένα ισχυρό φυτό, που υπομένει την ξηρή θερινή περίοδο, με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα. Ο φυτικός κύκλος των καλλιεργειών αρχίζει με βλάστηση από το σπόρο, με τις πρώτες βροχές μετά το καλοκαίρι. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα αναπτύσσει φύλλα-ροζέτα. Ο μίσχος αρχίζει την επιμήκυνση την άνοιξη και οι πρώτες κεφαλές εμφανίζονται τον Ιούνιο – Ιούλιο. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το υπέργειο μέρος των φυτών ξεραίνεται και το υπόγειο μέρος εισέρχεται σε περίοδο νάρκης, μέχρι να αρχίσει ένας νέος κύκλος, με επαναβλάστηση από τις ρίζες, με τις πρώτες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου (Quer, 1962; Bailey and Bailey, 1976).

Η μέση παραγωγή είναι 20 τόνοι/ha ετησίως, αλλά 30–35 τόνοι/ha ετησίως σε ξηρό υλικό μπορούν επιτευχθούν, με αντιστοιχία σε περίπου 25% μίσχους, 40% φύλλα, και 35% κεφαλές (Fernandez, 1992, Dalianis et al., 1996). Η συγκομισμένη βιομάζα είναι ουσιαστικά ξηρή, αποβάλλοντας κατά συνέπεια ένα από τα μειονεκτήματα της γεωργικής παραγωγής βιομάζας για βιομηχανικές χρήσεις, όπου το υψηλής υγρασίας περιεχόμενο έχει επιπτώσεις στην μεταφορά, αποθήκευση και συντήρηση.

Η μεγάλη παραγωγικότητα του *C. cardunculus* L. κάτω από τις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρότητα του μεσογειακού θέρους, την κάνει ενδεχομένως την πιο ενδιαφέρουσα πρόταση, στις περιοχές με αυτούς τους οικολογικούς όρους, όπως η Ελλάδα.

9.3. Βοτανική περιγραφή.

Τα φύλλα της βάσης της ροζέτας είναι πολύ μεγάλα (50x35 cm), έμμισχα, έντονα έλλοβα, ανοιχτοπράσινα. Τα τμήματα των φύλλων είναι επιμήκη και καταλήγουν σε ισχυρές κίτρινες μικρές άκανθες, μήκους 15-35 mm. Το χαρακτηριστικό αυτό διαφοροποιείται έντονα ανάμεσα στις διάφορες ποικιλίες. Τα φύλλα του βλαστού φύονται κατ' εναλλαγή και είναι άμισχα (Εικόνα 1). Τα εδώδιμα μέρη των φυτών, είναι οι μίσχοι φύλλων (ζεματισμένοι), οι οποίοι θεωρούνται ως μεγάλη λιχουδιά σε πολλά μέρη της μεσογειακής περιοχής (Εικόνα 2).

Τα άνθη βρίσκονται συγκεντρωμένα σε μεγάλες σφαιρικές ανθοδόχες (Εικόνα 3) , με τη διάταξη των ανθών σε κεφαλή, και τον ειδικό τύπο καρπού που η διάταξη αυτή παράγει, το αχάινιο (*cypselα*). Δεδομένου ότι είναι καρπός με ιδιαίτερα ξηρό περικάρπιο, που ενεργεί ως μονάδα διασποράς, οι καρποί αυτοί της οικογένειας των *Asteraceae*, καλούνται συνήθως σπόροι, παρά το γεγονός ότι ο σπόρος είναι μόνο ο πυρήνας που είναι μέσα στο *cypselα*. Με τον ίδιο τρόπο που, ο αποκαλούμενος σπόρος του ηλίανθου (*Helianthus annuus L.*) και του κάρδαμου (*Carthamus tinctorius L.*), ελαιούχες καλλιέργειες της ίδιας βοτανικής οικογένειας όπως η αγριαγκινάρα, είναι επίσης καρπός. Τα βράκτια φύλλα που περιβάλλουν την ανθοδόχη, που μερικές φορές ξεπερνά τα 8 cm σε διάμετρο, έχουν οβάλ ως κυκλικό σχήμα, ενώ στην κορυφή τους γίνονται στενά και επιμήκη και καταλήγουν επίσης σε άκανθες. Τα φύλλα, και κατ' επέκταση ολόκληρη η ανθική κεφαλή, έχουν χρώμα κυανοπράσινο ως μωβ (Εικόνα 4). Η στεφάνη των ανθιδίων είναι μπλε, ή λευκή. Τα αχάινια έχουν μέγεθος 6-8 x 3-4 mm, είναι λεία και φέρουν καφέ κηλίδες. Ο πάππος έχει μήκος 25-40 mm. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι $2n=34$. Το φυτό μπορεί να φτάσει σε ύψος μέχρι και 2 μέτρων.



Εικόνα 1.



Εικόνα 2.



Εικόνα 4.

Το είδος *Cynara cardunculus flavescens* είναι δυνατόν να διακριθεί σε δύο υποείδη, το υποείδος *Cynara cardunculus sp. flavescens* και το υποείδος *Cynara cardunculus sp. cardunculus*. Τα υποείδη αυτά διακρίνονται ανάλογα με τη γεωγραφική κυρίως κατανομή τους. Το πρώτο απαντάται στην Πορτογαλία και την Β.Δ. περιοχή της Μεσογείου, ενώ το δεύτερο βρίσκεται κυρίως στις κεντρικές και Ν.Α. περιοχές (Fernandez, 1998).

9.4. Περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

Κλίμα

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, το φυτό όμως παραμένει ζωντανό, και επανέρχεται μόλις περάσει η περίοδος ψύχους. Η αγριαγκινάρα, λόγω της ιδιαίτερης διαμόρφωσης των φύλλων (βαθιές εγκολπώσεις), παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στους ισχυρούς ανέμους (Fernandez, 1998).

Οι βροχές κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, χειμώνα και της άνοιξης είναι αρκετές για την ανάπτυξη του φυτού, για περιοχές με ετήσιο ύψος βροχόπτωσης τουλάχιστον 350-400 mm. Αν το ύψος βροχόπτωσης είναι μικρότερο, παρατηρείται έντονη μείωση στην ποσότητα της παραγόμενης βιομάζας.

Έδαφος

Η αγριαγκινάρα αναπτύσσεται σε ποικιλία εδαφικών τύπων. Ωστόσο προτιμά τα ελαφρά, αμμοπηλώδη ή πηλοαμμώδη εδάφη, τα οποία είναι βαθιά, με μεγάλη υδατοϊκανότητα, έτσι που να είναι διαθέσιμο το νερό στο υπέδαφος, ακόμα και σε μεγάλο βάθος. Μπορεί να καλλιεργηθεί όμως και σε ασβεστώδη και ελαφρώς αλκαλικά εδάφη (Fernandez, 1998).

Με το τυπικό σύστημα καλλιέργειας, η αγριαγκινάρα, θα βοηθούσε να συντηρηθούν τα εύθραυστα αγρο-οικοσυστήματα της Μεσογείου, λόγω του αποτελεσματικού ελέγχου εδαφολογικής διάβρωσης, ιδιαίτερα σε επικλινή εδάφη,

καθώς παρέχει πολύ μεγάλη φυτοκάλυψη κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων (Curt et al, 2002). Για την εδαφολογική διάβρωση δύο σενάρια έχουν εξεταστεί:

Η φυτεία *Cynara* αντικαθιστά κάποια καλλιέργεια και η *Cynara* φυτεύεται στα εδάφη αγροναπαύσεων. Ο αντίκτυπος οδήγησε σε ένα όφελος που κυμένεται από 0,74 έως 0,11 m€/kWh. Οι συνολικές ζημιές από την εφαρμογή λίπανσης, υπολογίστηκαν σε 0.09 m€/kWh (Sáez and Lechón, 1997).

Υπάρχει επίσης μια θετική επίδραση λόγω της μείωσης των λιπάνσεων, στον περιορισμό της αύξησης της συγκέντρωσης N στο στα υπόγεια νερά άρδευσης. Αυτή η θετική επίδραση είναι πολύ μεγάλης σημασίας για την αρνητική επίπτωση που ασκείται στα οικοσυστήματα πολλών περιοχών με προβλήματα νιτρορύπανσης.

Γενικά, η αγριαγκινάρα όντας ένα φυτό με περιορισμένες απαιτήσεις όσον αφορά τις εισροές, είναι δυνατόν να αποτελέσει μία καλή πρόταση για την εκμετάλλευση εγκαταλειμμένων, περιθωριακών αγρών, με φτωχά εδάφη, δίνοντας την ευκαιρία για την παροχή ενός συμπληρωματικού εισοδήματος. Πειράματα που διεξήχθησαν για να προσδιοριστεί η αποδοτικότητα της καλλιέργειας σε περιθωριακά εδάφη, έδειξαν ότι χωρίς την προσθήκη εξωτερικών εισροών, είναι δυνατή η παραγωγή μέχρι και 9 τόνων ξηρής βιομάζας/ εκτάριο. Αυξημένες πυκνότητες φύτευσης είχαν θετική επίδραση στις αποδόσεις, ενώ η συγκομιδή της ροζέτας κατά τη διάρκεια του χειμώνα για χρήση ως ζωοτροφή, είχε ως αποτέλεσμα τη μειωμένη παραγωγή ξηρής βιομάζας κατά το καλοκαίρι.

9.5. Καλλιεργητική τεχνική.

9.5.1 Εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Η εγκατάσταση της νέας καλλιέργειας γίνεται συνήθως με σπόρο. Η σπορά πραγματοποιείται στις περισσότερες περιπτώσεις το φθινόπωρο, λίγο μετά την έναρξη των βροχών, ή στο 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. Τα νεαρά φυτά, αφού αποκτήσουν 4 φύλλα, είναι ανθεκτικά σε θερμοκρασίες ακόμα και κάτω από -5°C . Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους η παραγωγή της καλλιέργειας είναι χαμηλή, αλλά από το επόμενο έτος η παραγωγή αυξάνεται για να φτάσει σε ένα σταθερό επίπεδο. Τα κύρια στάδια ανάπτυξης και οι κατά προσέγγιση ημερομηνίες τους στην Ισπανία είναι ως εξής: εγκαταστάσεις των

φυτών Σεπτέμβριο–Οκτώβριο, χειμερινή ροζέτα το Νοέμβριο, επιμήκυνση μίσχων το Μάιο–Απρίλιο, πλήρες άνθηση τον Ιούνιο, ώριμοι καρποί τον Ιούλιο και πλήρως ξηρά υπέργεια βιομάζα τον Αύγουστο.

Σε περιοχές που παρατηρούνται πρώιμοι φθινοπωρινοί παγετοί, και υπάρχει κίνδυνος για τα νεαρά φυτά, συστήνεται η εγκατάσταση των καλλιεργειών να πραγματοποιείται την άνοιξη, όταν πλέον έχει ξεπεραστεί ο κίνδυνος. Στην περίπτωση αυτή, τα φυτάρια αναπτύσσονται με το νερό των ανοιξιάτικων βροχών και αναπτύσσουν ροζέτα μέχρι το

καλοκαίρι, οπότε όμως κάποια φύλλα αφυδατώνονται και καταστρέφονται. Με τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου όμως, τα φύλλα συνεχίζουν την ανάπτυξή τους, ολοκληρώνοντας τον βιολογικό τους κύκλο το επόμενο καλοκαίρι.

9.5.2. Προετοιμασία εδάφους.

Η προετοιμασία του εδάφους είναι ανάλογη με εκείνη των σιτηρών (Fernandez, 1998). Αρχικά, πρέπει να γίνεται μέτρια άρωση, όταν το έδαφος βρίσκεται στο ρώγο του, ενσωματώνοντας όπου είναι δυνατόν τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας. Στη συνέχεια εφαρμογή της βασικής λίπανσης και ενσωμάτωσή της με πέρασμα καλλιεργητή ή δισκοσβάρνας.

9.5.3. Λίπανση.

Σύμφωνα με αποτελέσματα πειραμάτων των Piscieneri et al (2000), η βασική λίπανση πρέπει να είναι της τάξης των N 100 μονάδες/ha, P₂O₅ 100 μονάδες /ha και K₂O 200 μονάδες /ha, ανάλογα με την γονιμότητα του εδάφους. Μία δεύτερη εφαρμογή στο τέλος του χειμώνα με N 100 μονάδες /ha, ίσως είναι απαραίτητη, καθώς η παραγωγή βιομάζας είναι μεγάλη, και κατά συνέπεια οι ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία είναι μεγάλες. Υπολογίζεται ότι για μια μέση παραγωγή 20 τόνων βιομάζας/ εκτάριο η καλλιέργεια απορροφά περίπου 227 kg/ha N, 56 kg/ha P και 352 kg/ha K από το έδαφος (Luger, 2000).

9.5.4. Αποστάσεις φύτευσης.

Οι γραμμές φύτευσης καλό είναι να έχουν απόσταση 1 m, αλλά αυτό ποικίλει ανάλογα με την επιθυμητή πυκνότητα. Ικανοποιητική πυκνότητα φύτευσης θεωρείται εκείνη των 10.000 φυτών/εκτάριο. Αυτός ο αριθμός μπορεί να αυξηθεί μέχρι 15.000 φυτά, αν το έδαφος έχει επαρκή υγρασία, ή μπορεί και να μειωθεί σε 7.500 φυτά, αν το ύψος βροχόπτωσης είναι χαμηλό. Η κατανάλωση σπόρου είναι περίπου 3-4 kg/ha (Fernandez, 1998).

9.5.5. Εχθροί και ασθένειες.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων είναι απαραίτητη στην πρώτη περίοδο της εγκατάστασης της καλλιέργειας καθώς μεγάλο μέρος της επιφάνειας του εδάφους είναι ακάλυπτο και τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα νεαρά φυτά ως προς τους πόρους. Αργότερα δεν χρειάζεται ιδιαίτερη μέριμνα, καθώς τα φυτά παρουσιάζουν πολύ γρήγορη ανάπτυξη, και περιορίζουν τα ζιζάνια μόνα τους.

Ο σημαντικότερος εχθρός της καλλιέργειας είναι το λεπιδόπτερο *Pyrameis cardui*. Άλλοι σημαντικοί εχθροί είναι οι αφίδες *Aphis spp.*, φυλλοφάγα ή βλαστοφάγα κολεόπτερα και λεπιδόπτερα όπως τα *Gortyna xanthenes*, *Apion carduorum*, *Spodoptera littoralis*, οι αγροτίδες *Agrotis segetum*, και κάποια δίπτερα *Terellia spp.*, *Agromyza spp.*.

Σημαντικές ασθένειες της αγριαγκινάρας είναι ο περόσπορος, το ωίδιο και ο βοτρυτής.

9.5.6. Συγκομιδή.

Η υπέργεια βιομάζα του φυτού συλλέγεται το καλοκαίρι, από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο. Η συγκομιδή γίνεται αφού έχει ξεραθεί το μεγαλύτερο μέρος του φυτού, αλλά πριν πέσουν οι σπόροι. Η συγκομιδή μπορεί να γίνει είτε με θεριζοαλωνιστική μηχανή, οπότε γίνεται ο διαχωρισμός του σπόρου από την υπόλοιπη βιομάζα που στη συνέχεια δένεται σε μπάλες, ή κατ' ευθείαν με θεριστική μηχανή, σε περίπτωση που δεν ενδιαφέρει ο διαχωρισμός του σπόρου.

9.6. Αποδόσεις.

Η παραγωγή της υπέργειας βιομάζας της αγριαγκινάρας, εξαρτάται κυρίως από τη διαθεσιμότητα νερού κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης. Σε περιοχές με μέσο βροχομετρικό ύψος 450 mm, και καλή κατανομή αυτού κατά τη διάρκεια τόσο του φθινοπώρου και χειμώνα, όσο και της άνοιξης, η μέση παραγωγή βιομάζας είναι περίπου 20 τόνοι ξηράς ουσίας /εκτάριο.

Οι Varela et al, (2001) υπολογίζουν τον ετήσιο μέσο όρο παραγωγής ξηρής βιομάζας σε 17 t/ha, για τις μεσογειακές περιοχές, ενώ οι Encinar et al, (2000) εκτιμούν μεγαλύτερη παραγωγή 20-30 t/ha, συμπεριλαμβανομένων των 2000–3000 kg των σπόρων. Σε ότι αφορά αποδόσεις της καλλιέργειας στην Ελλάδα, οι Panoutsou and Alexoroulou (1999), εκτιμούν τους ίδιους όρους σε 25 t/ha και χρόνο ζωής της φυτείας 15 έτη, ενώ στα πειράματα των Piscionei et al (2000), για μια περιοχή μελέτης με γεωγραφικό πλάτος, εδαφολογικά χαρακτηριστικά και μετεωρολογικά δεδομένα, που να επιτρέπουν την χρήση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων αυτών για τις περισσότερες περιοχές της Ελλάδας, (όπως φαίνεται από τους Πίνακες που βρίσκονται στο παράρτημα 2), μελετήθηκαν 10 γονότυποι (Πίνακας 3.) της αγριαγκινάρας, ως προς την παραγωγή τόσο της συνολικής βιομάζας, όσο και των επί μέρους τμημάτων του φυτού, καθώς και ως προς την σύνθεση του ελαίου που εξήχθη από τους σπόρους.

Code	Genotypes	Source
Cy1	Spadone di Nizza	Sottotetti
Cy2	Bianco avario d'Asti inerme	Sottotetti
Cy4	Bianco avario	Anseme
Cy5	Bianco ameliorè	Vilmorin
Cy6	Bianco avario foglia frastagliata	S.A.I.S.
Cy7	Gigante inerme foglia intera	S.A.I.S.
Cy8	Gigante di Lucca o di Romagna	S.A.I.S.
Cy9	Gigante di Nizza foglia intera	S.A.I.S.
Cy10	Cardo spagnolo	E.T.S.I. Madrid

Οι διάφοροι γονότυποι του *C. cardunculus*, είναι καλά προσαρμοσμένοι και έχουν πολύ καλή ανάπτυξη. Γενικά η καλής ποιότητάς ξηρή βιομάζα που παράγεται, κυμαίνεται από 10 ως 15 τόνους/εκτάριο, κατά το τρίτο έτος της καλλιέργειας. Σύμφωνα με τα δεδομένα της ίδιας έρευνας, την υψηλότερη παραγωγή σε συνολική βιομάζας έδωσε ο γονότυπος Cy10 (cardo spagnolo). Η παραγωγή βιομάζας ήταν συνεχώς αυξανόμενη κατά τα τρία έτη της καλλιέργειας, αλλά χρειάζονται περαιτέρω έρευνες για να εξακριβωθεί η τάση της παραγωγικότητας σε σχέση με το χρόνο. Τα ακριβή αποτελέσματα δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Genotype	Stems (D.W. g/m ²)	D.W. (%)	Capitula (D.W. g/m ²)	D.W. (%)	Leaves (g/m ²)	D.W. (%)	Total dry biomass (t/ha)
Cy1	622.96	45.18	419.37	31.09	306.67	22.73	1348.99
Cy2	553.31	45.02	307.71	25.04	358.02	29.94	1229.04
Cy4	531.35	45.14	331.47	25.61	344.35	29.25	1177.17
Cy5	567.59	42.19	358.82	26.67	418.95	31.14	1345.36
Cy6	586.66	49.07	296.04	24.76	312.88	26.17	1195.58
Cy7	528.80	39.38	300.96	22.41	513.03	38.21	1342.79
Cy8	589.80	53.40	257.06	21.97	323.32	27.63	1170.17
Cy9	592.78	46.41	389.52	30.50	294.94	23.09	1277.24
Cy10	673.83	43.20	431.99	27.69	454.12	29.11	1559.95

Genotypes	Plant height (cm)	Stems	Capitula	Leaves	Total dry matter (%)	Total dry biomass (t/ha)
		Fresh weight (g/m ²)	Fresh weight (g/m ²)	Fresh weight (g/m ²)		
Cy1	77	50	115	14	89.4	1.6
Cy2	69	31	75	7	85.5	1.0
Cy4	63	36	87	7	89.2	1.1
Cy5	67	38	108	6	89.1	1.3
Cy6	86	38	76	7	89.9	1.1
Cy7	74	40	111	12	88.8	1.4
Cy8	73	34	79	4	89.0	1.0
Cy9	72	40	106	9	89.4	1.4
Cy10	72	35	103	4	89.5	1.3
Mean values	72.6	38	95.6	7.8	88.9	1.2

Fatty acid composition of the oil obtained from the seeds of *C. cardunculus*

Genotypes	Fatty acids						
	Palmitic C 16 : 0	Stearic C 18 : 0	Oleic C 18 : 1	Linoleic C 18 : 2	Arachidic C 20 : 0	Linolenic C 18 : 3	Gadoleic C 20 : 1
Cy1	10.8	3.3	26.9	57.3	0.3	-	-
Cy2	10.3	3.3	27.3	58.0	0.3	-	-
Cy4	7.7	3.6	26.1	61.5	0.3	-	-
Cy5	6.1	1.8	79.5	4.8	-	2.4	1.4
Cy6	6.3	1.8	53.6	4.2	-	2.5	1.5
Cy7	6.6	1.8	53.5	4.0	-	2.4	1.4

Γενικά, η παραγωγική ζωή μιας φυτείας του *C. cardunculus* που καλλιεργείται για τη παραγωγή βιομάζας, είναι περισσότερο από 10 έτη, για τις περιοχές της Μεσογείου (βροχόπτωση 500 χιλ /έτος.), και η φυτεία μπορεί να υπομείνει τις μεγάλες περιόδους ξηρασίας (βροχόπτωση 280 χιλ /έτος.). Όπως συμβαίνει με όλες τις βροχοδιαίτες καλλιέργειες, η παραγωγή της αγριαγκινάρας συσχετίζεται πολύ με τις βροχοπτώσεις, παρότι παραμένουν χαρακτηριστικά υψηλές σε κάθε περίπτωση. (Fernandez et al, 2000). Η μέγιστη παραγωγή της βιομάζας (26%) και ακόμα περισσότερο του σπόρου (45%) λαμβάνεται στο δεύτερο ή στο τρίτο έτος, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην πρόωρη αναβλάστηση της καλλιέργειας μετά από τις φθινοπωρινές βροχές, και μπορεί να οδηγήσει να εξεταστεί η άρδευση μεταξύ του τέλους Αυγούστου και της αρχής Σεπτεμβρίου, λαμβάνοντας υπόψη την αβεβαιότητα της βροχής για την αναβλάστηση στο καλοκαίρι. Σε αυτήν την περίπτωση, η θερμοκρασίες μεταξύ Σεπτεμβρίου και Δεκεμβρίου θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικότερα για να επεκταθεί η εποχή αύξησης πριν από τη στάση της χειμερινής περιόδου. Οι αποδόσεις για αρδευόμενες φυτείες αγριαγκινάρας είναι σαφώς υψηλότερες, φτάνοντας τους 33 τόνοι ξηράς ουσίας /εκτάριο (Luger, 2000). Το ποσοστό συμμετοχής του κάθε φυτικού οργάνου στο σύνολο του βάρους της υπέργειας βιομάζας είναι :

- 21 % φύλλα ροζέτας
- 12 % φύλλα βλαστών
- 21 % βλαστοί
- 45 % ανθικές κεφαλές

Το ποσοστό συμμετοχής των τμημάτων της ανθικής κεφαλής είναι :

- 9,5 % ανθοδόχη
- 13,2 % βράκτια φύλλα
- 9,1 % πάπποι
- 13,2 % σπέρματα

Σε ότι αφορά την σύγκριση των αποδόσεων με άλλες ενεργειακές καλλιέργειες, υπάρχουν λίγα διαθέσιμα στοιχεία, μπορεί να αναφερθεί όμως πως, η παραγωγή της καλλιεργημένης αγριαγκινάρας, ήταν παρόμοια με εκείνη του γλυκού σόργου και του *Miscanthus* που καλλιεργείται στις μεσογειακές περιοχές (Corani et al., 1989, Mastroilli et al., 1994, Foti et al., 1997), εκτιμώντας ότι, η απόδοση παραγωγής των άγριων cardoon και ήμερων αγκινάρων, ήταν ουσιαστικά σε συμφωνία με εκείνες του *Miscanthus* που καλλιεργείται στην Ολλανδία (Van der Werf et al., 1993) και του *kenaf* που καλλιεργείται στις ΗΠΑ (Webber, 1993), αντίστοιχα. Οι παραγωγές της αγριαγκινάρας, ήταν χαμηλότερες από εκείνες της '271', ενός νέου υβριδίου αγκινάρας, που δίνει παραγωγή 38 τόνων/ εκτάριο (Foti et al., 1993).

9.7. Χρήσεις των προϊόντων της καλλιέργειας.

Η βιομάζα που παράγεται στις διαδοχικές φάσεις του κύκλου αύξησης, έχει διαφορετικές πιθανές χρήσεις, όπως τρόφιμα και χορτονομή, εάν κόβονται τα πράσινα φύλλα, , ενέργεια και πολτός όταν ολόκληρο ή μέρη του φυτού συγκομίζονται στο τέλος του κύκλου, αξιοποίηση των πρωτεϊνών και ελαίων του σπόρου για βιομηχανική χρήση στην βιομηχανία τροφίμων ή καυσίμων (Fernandez and Manzanares, 1990).

9.7.1. Στερεή καύσιμη ύλη.

Σήμερα, το κύριο ερευνητικό ενδιαφέρον, καθώς στρέφεται στις εναλλακτικές λύσεις στις γεωργικές παραγωγές, έχει ως στόχο να παραχθεί η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς άμεσα, δηλ. να καλλιεργηθούν οι μη φαγώσιμες καλλιέργειες για την παραγωγή ενέργειας.

Μία από τις πιο πολλά υποσχόμενες ξηρική ποώδης καλλιέργεια για την παραγωγή βιομάζας, θεωρήθηκε η αγριοαγκινάρα, *Cynara cardunculus* (Fernández, 1992). Υπολογίζοντας έναν ετήσιο μέσο όρο παραγωγής 20 t/ha σε ξηρή βιομάζα με μια χαμηλότερη αξία θέρμανσης Lower Heating Value (LHV) 3.714 kcal/kg , η παραγωγή κυμαίνεται από 120.000 έως 496.995 odt με ένα ενεργητικό περιεχόμενο από 518,2 GWh σε 2.146,3 GWh.

Μετά από μια συγκριτική ανάλυση των διαφορετικών τεχνολογιών, ο ρευστοποιημένος λέβητας επιλέχθηκε λόγω των παρακάτω:

- Εύκολη προσαρμογή στα διαφορετικά είδη βιολογικών καυσίμων.
- Καλά-αποδεδειγμένη τεχνολογία.
- Πεδίο για την ανάπτυξη τεχνολογίας, και
- Χαμηλές εκπομπές μολυσματικών παραγόντων.

Η ακαθάριστη δύναμη της καλλιέργειας καθορίστηκε σε 30 MWε. Οι ατμοσφαιρικές εκπομπές από ολόκληρο τον κύκλο παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 4 (Sáez and Lechón,1997).

Στάδιο	CO ₂	SO ₂	NO _x
Παραγωγή ενέργειας	6352	0.43	2.22
Μεταφορά βιομάζας	532*10 ⁻³	5*10 ⁻⁴	9.9*10 ⁻³
Κατασκευή	5*10 ⁻³	5*10 ⁻⁴	9.6*10 ⁻³

Πίνακας 4. Εκπομπές κύκλου καυσίμων (g/kWh)

Μεταξύ των θερμοχημικών μεθόδων μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια και προϊόντα βιομηχανικού ενδιαφέροντος, η συμβατική πυρόλυση είναι η απλούστερη. Παράγει αέρια και τα υγρά χαμηλής και μέσης δύναμης θέρμανσης, τα οποία χρησιμοποιούνται για να ανακτήσουν ορισμένες χημικές ουσίες (Soltes and Elder, 1981). Οι άλλοι τύποι πυρολύσεων

οδηγούν σε μεγαλύτερες ποσότητες αερίων, ειδικά όταν η θερμοκρασία και ο χρόνος της διαδικασίας είναι επίσης υψηλός (Bohn, 1984, Beaumont et al, 1984).

Η πυρόλυση της *C. cardunculus* L οδηγεί στο σχηματισμό τριών φάσεων, στερεής, υγρής και αέριας, οι παραγωγές των οποίων είναι έντονα εξαρτώμενες από τη θερμοκρασία. αλλά σχεδόν ανεξάρτητες από το μέγεθος των τεμαχισμένων μορίων, το ποσοστό ροής αζώτου, και το αρχικό βάρος δειγμάτων. Τα χαρακτηριστικά της στερεάς φάσης, που καθιερώνονται από την εγγύτατη ανάλυση, ποικίλλουν: μια αύξηση στη θερμοκρασία οδηγεί σε μια αύξηση στη σταθερή περιεκτικότητα σε άνθρακα, μια μικρή αύξηση στην περιεκτικότητα σε τέφρα, και μια μείωση σε πτητικό θέμα. Η διανομή αερίου ποικίλλει, ειδικότερα με τη θερμοκρασία, με τον αυξανόμενο σχηματισμό του H₂, CH₄, CO and CO₂. Η υγρή φάση φθάνει σε μια μέγιστη παραγωγή στις θερμοκρασίες μεταξύ 400°C και 500°C. Η περαιτέρω αύξηση θερμοκρασίας οδηγεί στη χαμηλότερη παραγωγή υγρής φάσης, ίσως λόγω αντιδράσεις ραγίσματος.

Για να γίνει ευνοϊκότερη, σε ενεργειακό κέρδος η πυρόλυση της *Cynara*, η θερμοκρασία πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 600°C και 700°C, όταν ο ξυλάνθρακας έχει μια υψηλή θερμαντική αξία, περίπου 31 MJ/ kg και ένα ποσοστό σταθερού άνθρακα κατάλληλου για την παραγωγή τυποποιημένων ανθρακόπλινθων (briquettes). Επιπλέον, τα υγρά και τα αέρια έχουν μια αποδεκτή παραγωγή και η αξία θέρμανσης των αερίων είναι κοντά στη μέγιστη αξία της.

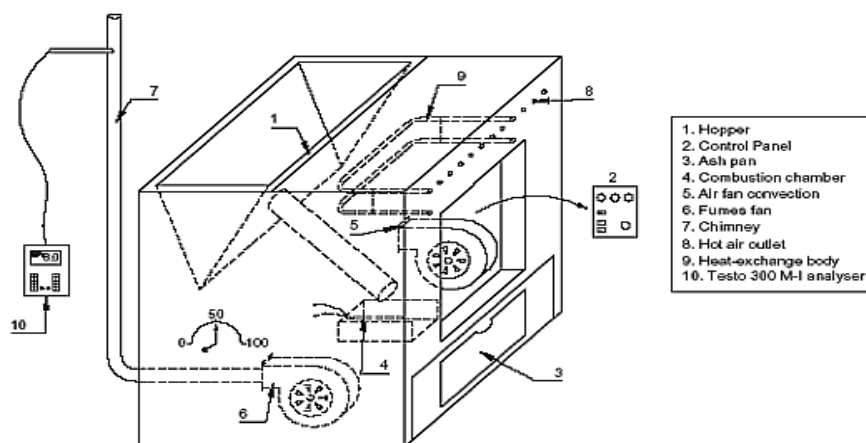
Θερμαντική αξία	Θερμοκρασία (°C)					
	300	400	500	600	700	800
Καισαέρια (MJ/kg <i>Cynara</i>)	0,66	0,80	1,08	2,15	3,79	4,33
Καισαέρια (MJ/m ³ N)	6,49	6,91	8,21	11,1	12,57	12,71
Κάρβουνο (MJ/kg <i>Cynara</i>)	7,08	6,65	6,53	6,20	5,95	6,00
Κάρβουνο(MJ/kg κάρβουνο)	17,4	26,3	28,6	30,1	31,4	32,0
Σύνολο (MJ/kg <i>Cynara</i>)	7,74	7,45	7,61	8,35	9,74	10,33

Το μίγμα αερίων που παράγεται μπορεί να ταξινομηθεί σε μέση-χαμηλή δύναμη θέρμανσης (6–13 MJ/ m³ N).

Οι πιο κατάλληλες θερμοκρασίες εργασίας είναι μεταξύ 600°C και 700°C, όπου λαμβάνονται και οι ξυλάνθρακες με την υψηλότερη αξία θέρμανσης (31 MJ/kg

ξυλάνθρακα). Όταν η θερμοκρασία είναι υψηλότερη από 600°C, η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας δεν αντισταθμίζεται από τη μικρή αύξηση που παρατηρείται στη δύναμη θέρμανσης.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται η σχηματική διάταξη ενός τυπικού καυστήρα βιομάζας και στον Πίνακα 5, η ανάλυση των υπολειμμάτων καύσης όπως δίνονται από την κατασκευάστρια εταιρεία.



Ultimate and proximate analyses and the higher heating value (HHV) of the residues

Analysis	Residues			
	Forest pellet	Tomato pellet	Olive stone	Cardoon pellet
<i>Ultimate analysis (%)</i>				
C	46.5	52.3	46.5	39.1
H	6.8	7.6	6.4	6.0
N	1.9	3.4	0.4	2.0
S	0	0.074	0	0.14
Cl	0.03	0.12	0.34	1.21
<i>Proximate analysis (%)</i>				
Fixed carbon	13.8	9.4	16.2	14.9
Volatile matter	76.4	80.1	72.7	62.9
Ashes	1.0	3.5	2.3	11.3
Moisture	8.8	7.0	8.8	10.9
HHV (MJ kg ⁻¹)	18.4	22.7	19.4	14.8

Πίνακας 5. Ανάλυση υπολειμμάτων καύσης για μπρικέτες ξύλου, τομάτας, πυρινόξυλου και αγριαγκινάρας.

9.7.2. Παραγωγή χαρτοπολτού.

Οι μίσχοι του *C. cardunculus* έχουν έναν μεγάλο αριθμό από μικρά κύτταρα με φτωχά χαρακτηριστικά κατασκευής χάρτου, συνήθως παρεγχυματικά κύτταρα μεταξύ των δεσμών ινών. Αυτό είναι κοινό χαρακτηριστικό για ετήσιες καλλιέργειες, π.χ. το άχυρο έχει 30% παρεγχυμα (Rydholm, 1965, McGovern, 1971).

Οι ίνες είναι τα σημαντικά κύτταρα για την πολτοποίηση. Στην *Cynara*, έχουν μεσαίου μήκους, στενές ίνες μέσου πάχους, με αναλογία μήκους:πλάτους 69. Ανήκουν σε μια ομάδα από ετήσιες καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένου του άχυρου, της στύπας και των κάλαμων, οι οποίες είναι συγκρίσιμες με τα σκληρά ξύλα πολτού (Atchison, 1993).

Στην περίπτωση της *Cynara*, οι ίνες έχουν διατομικές διαστάσεις παρόμοιες με τις ίνες ευκαλύπτου και είναι περίπου 30% μακρύτερες (Miranda et al., 1999). Οι μίσχοι του *C. cardunculus* παρουσιάζουν λοιπόν δυνατότητες σαν μια πηγή ινών για την παραγωγή χαρτοπολτού μέσα στον τομέα των πολτών σκληρού ξύλου. Είναι δυνατό να παράγουν καλής ποιότητας πολτούς τύπου Kraft, με υψηλές παραγωγές, χαμηλά απορρίμματα και πολύ καλές ιδιότητες δύναμης, ειδικά σε σχέση με την εκτατή δύναμη. Οι απαιτήσεις σε ενέργεια για τον καθαρισμό ήταν χαμηλές. Οι μίσχοι χωρίς εντεριώνη, παράγουν τους καλύτερους πολτούς από τους ολόκληρους μίσχους, λόγω της παρουσίας παρεγχύματος εντεριώνης. Η μηχανική απομάκρυνση της εντεριώνης και ο διαχωρισμός των ινών διευκολύνεται από τη δομή των μίσχων, με την καλά καθορισμένη κεντρική εντεριώνη, όπως φαίνεται και στις εικόνες .

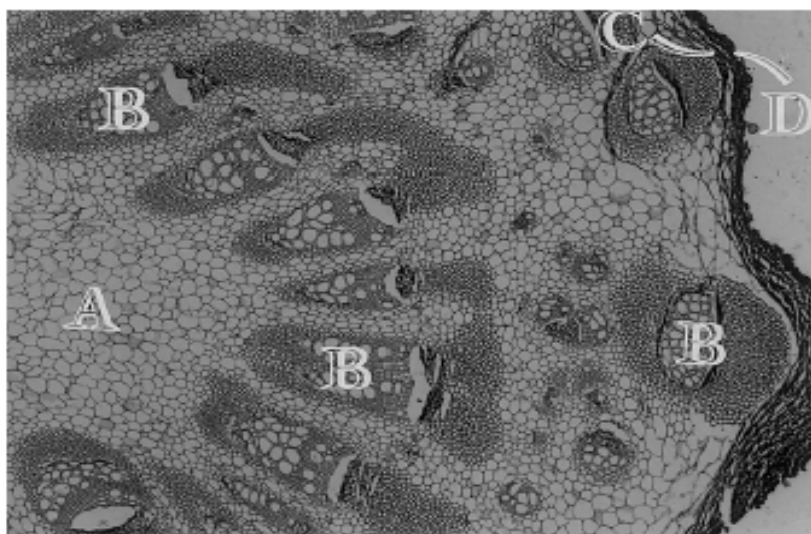


Fig. 1. Transverse section of a *C. cardunculus* L. stalk: (A) pith, (B) fibro-vascular bundles, (C) collenchyma, (D) epidermis.

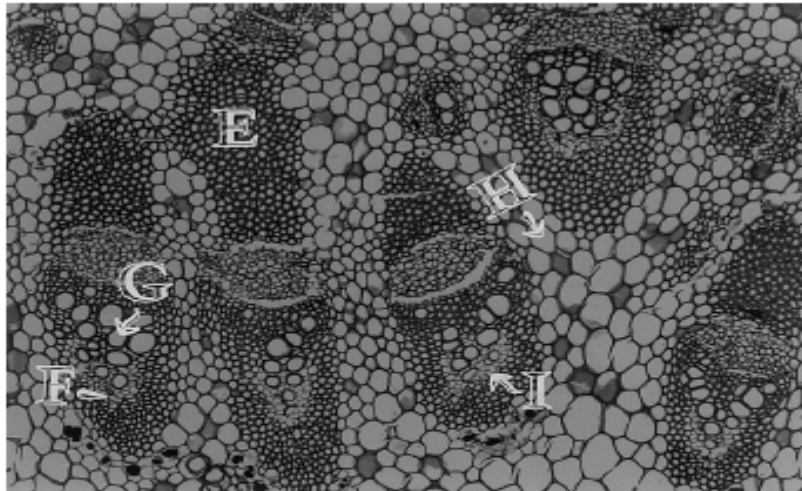


Fig. 2. Transverse section of a *C. cardunculus* L. stalk showing: the vascular bundles and the surrounding fibres: (E) fibres, (F) phloem, (G) xylem, (H) vascular rays, (I) phloem parenchyma.

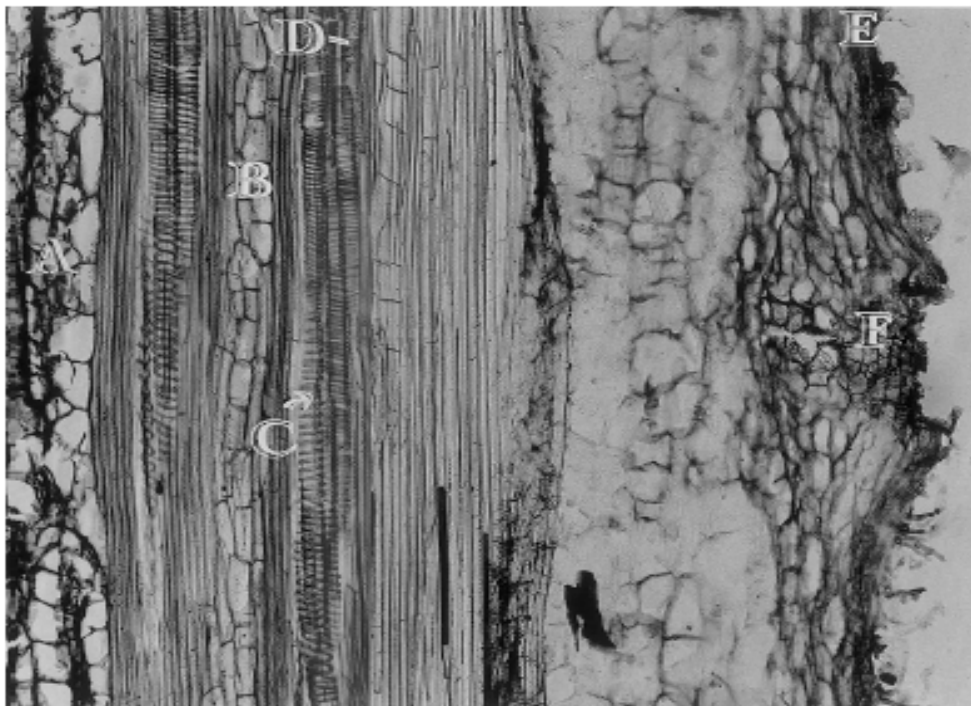


Fig. 3. Radial section of a *C. cardunculus* stalk: (A) pith, (B) ray parenchyma, (C) annular vessels, (D) reticulate vessels, (E) epidermis, (F) lenticels.

9.7.3 Παραγωγή biodiesel από τα σπέρματα.

Η πρόταση για χρήση των καρπών (*εφεξής, σπόροι*) για την παραγωγή πετρελαίου, προέκυψε από το γεγονός ότι το είδος συσχετίζεται βοτανολογικά με άλλες ελαιούχες συγκομιδές όπως ο ηλιάνθος ή το κάρδαμο (Fernandez and Manzanares, 1990). Η

περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο, έχει υπολογιστεί σε 26% (Fernandez et al, 1998). Εντούτοις, περαιτέρω μελέτες σε αυτό το πεδίο, απαιτούνται για να αξιολογηθεί η δυνατότητα της *Cynara* για την παραγωγή ελαίου.

Μια από τις σημαντικότερες πτυχές οποιασδήποτε γεωργικής δραστηριότητας είναι το θέμα των πιθανών χρήσεων. Το κόστος παραγωγής του *C. cardunculus* όταν καλλιεργείται για βιοενεργειακούς σκοπούς, υπολογίστηκε σε μια πρόσφατη προσέγγιση από τους Gominho et al. (2001) σε 600 euro ha⁻¹ (συμπεριλαμβανομένου του κόστους εγκατάστασης της καλλιέργειας). Το ποσό αυτό, αντιπροσωπεύει περίπου 44,7 euro / τόνο ξηρής ουσίας, υπολογίζοντας τη συγκομιζόμενη παραγωγή βιομάζας σε 14 τόνους ξηρής ουσίας ανά έτος και ανά εκτάριο (14 t dm ha⁻¹ year⁻¹).

Το ύψος της τιμής που η βιομάζα μπορεί να επιτύχει, θα εξαρτηθεί —μεταξύ άλλων παραγόντων —από την ζήτησή της . Σύμφωνα με τους υπολογισμούς των Gominho et al.(2001), εάν όλη η συγκομισμένη βιομάζα χρησιμοποιηθεί για την ενεργειακή παραγωγή, το κόστος παραγωγής της πρώτης ύλης θα είναι 2,98 euro GJ⁻¹.

Η διαφοροποίηση και η ειδίκευση φαίνεται να είναι οι καταλληλότεροι τρόποι να προστεθεί αξία στα προϊόντα αυτής της καλλιέργειας. Είναι δυνατό να εκτελεσθεί μια εκλεκτική συγκομιδή προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η λιγνοσελουλική βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, ή/και για παραγωγή χαρτοπολτού, και οι σπόροι για το έλαιο που περιέχουν. Αυτή η εναλλακτική λύση μπορεί να βελτιστοποιήσει την ακέραια εκμετάλλευση των προϊόντων της καλλιέργειας και σε αυτό το πλαίσιο των ενεργειακών συγκομιδών, ο σπόρος να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή biodiesel (Shay,1993, Fangrui and Milford, 1999).

Στα πειράματα των Curt et al (2002), οι ετήσιοι μέσοι για την περιεκτικότητα σε έλαιο του σπόρου για τους πληθυσμούς του πειράματος κυμάνθηκαν μεταξύ 21,96% και 28,81% ενώ τη μέγιστη περιεκτικότητα, κατέγραψε ένα δείγμα σπόρου και ήταν 2.47%.

Κατά μέσον όρο η «σπορόπιτα» (presscake) που λαμβάνεται ως υποπροϊόν από τη διαδικασία της εξαγωγής ελαίου περιέχει άνθρακα 50,1%, άζωτο 3,8%, φώσφορο 0,8%, κάλιο 0,9% και τέφρα 5,1% (βάση ξηρής ουσίας). Αυτές οι τιμές δείχνουν ότι αυτό το υλικό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα ή ως ζωική τροφή. Σαν λίπασμα, το presscake θα βοηθούσε να βελτιώσει ταυτόχρονα, και την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, δεδομένου ότι θα παρείχε ένα ποσό των απαραίτητων μακροστοιχείων στη καλλιέργεια. Για μια παραγωγή βιομάζας 14 t ha⁻¹ έτος⁻¹ (1.25% N περιεχόμενο), από το οποίο 1,3 τόνοι είναι σπόροι, το βάρος του presscake ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της εξαγωγής ελαίου, είναι περίπου το 20% του N που απαιτείται από τη συγκομιδή.

Για να αξιολογήσει η πιθανή χρήση του ως ζωική τροφή, περαιτέρω έρευνα θα απαιτούταν για να αξιολογήσει την ακριβή θρεπτική αξία του presscake. Εντούτοις, τα ως τώρα πειραματικά στοιχεία δείχνουν, ότι η αξία του presscake ως ζωική τροφή έχει μια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, γύρω στο 24%.

Η μελέτη της σύνθεσης των λιπαρών οξέων στους πληθυσμούς του ίδιου πειράματος, έδειξε ότι ο βαθμός παραλλαγής για τους παράγοντες που μελετήθηκαν (πληθυσμός, γεωγραφική θέση και έτος) είναι μάλλον μικρός. Συνεπώς, η σύνθεση των λιπαρών οξέων, του είδους αυτού, φαίνεται να είναι μάλλον σταθερή. Όταν συγκρίνεται με άλλα είδη της οικογένειας *Asteraceae*, είναι παρόμοια με τη σύνθεση των λιπαρών οξέων του κοινού ηλιέλαιου. Κατά μέσον όρο το έλαιο της *cynara* αποτελείται από 10,7% παλμιτικό, 3,7% στεατικό, 25,0% ελαϊκό και 59,7% λινελαϊκό οξύ.

Συμπερασματικά, η χρήση των σπόρων *C. cardunculus* για την παραγωγή ελαίου, θα είχε το πλεονέκτημα ότι είναι συμβατοί με την εκμετάλλευση της κεραίας

βιομάζα για την ενεργειακή παραγωγή, και ταυτόχρονα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή biodiesel . Από τη γεωργική άποψη, η επιτυχία αυτής της εφαρμογής θα βρισκόταν στην παραγωγή σπόρου —που υπολογίζεται προς το παρόν σε 1,3 τόνους ha^{-1} έτος⁻¹ — και στην ανάπτυξη μιας κατάλληλης θεριστικής μηχανής που θα επέτρεπε την εκλεκτική συγκομιδή.

Μια άλλη δυνατότητα είναι να συγκομιστεί ολόκληρη η υπέργεια βιομάζα και κατόπιν, στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας της, να χρησιμοποιηθεί μια στατική αλωνιστική μηχανή για να χωριστούν οι σπόροι, από την υπόλοιπη βιομάζα. Κατ' αυτό τον τρόπο, τα προϊόντα της συγκομιδής θα μπορούσαν να έχουν μια διπλή εφαρμογή: η λιγνοσελουλική βιομάζα για την παραγωγή ενέργειας ή/και χαρτοπολτού και οι σπόροι για την παραγωγή ελαίου.

9.7.4. Χρήση ως ζωοτροφή.

Είναι ενδιαφέρον να εξεταστεί η δυνατότητα των διαφορετικών τροφίμων που προέρχονται από αυτήν την συγκομιδή για τη ζωική διατροφή. Αν και υπάρχουν κάποιες πληροφορίες για τη θρεπτική αξία της χορτονομής και των πράσινων υποπροϊόντων της συγκομιδής του cardoon (Fernández and Manzanares, 1990, Romero et al., 1997, Cajarville et al., 1999), τα στοιχεία σχετικά με τη θρεπτική αξία του σπόρου, περιορίζονται μόνο σε μερικά στοιχεία της χημικής σύνθεσης.

Χημική σύνθεση.

Η θρεπτική αξία του σπόρου *cardo* οφείλεται κυρίως στην υψηλή αναλογία της φλούδας του (45%), που είναι υψηλότερα απ' ό,τι σε άλλους σπόρους ελαιούχων καλλιεργειών, όπως το σπόρο της ελαιοκράμβης (15-20%) ή τον ηλιόσπορο (μέχρι 30%) (Bell, 1984, Thibault et al., 1989). Δεδομένου ότι αυτή η φλούδα παρουσιάζει πολύ υψηλά επίπεδα σε φυτικές ίνες και λιγνίνη (παρόμοια με εκείνους της φλούδας του ηλιόσπορου), η συγκέντρωση αυτών των συστατικών μέσα σε ολόκληρο το σπόρο, είναι πολύ υψηλότερη απ' ό,τι στους υποδειγμένους σπόρους. Οι τιμές της χημικής σύνθεσης (Πίνακας 6.) από τους σπόρους που συγκομίζονται στα διαφορετικά έτη, παρουσιάζουν μεγάλη επανάληψη και ήταν παρόμοιες με εκείνες αναφερόμενες κατά Fernández and Manzanares (1990), εκτός από το περιεχόμενο CP ($169 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$). Το προφίλ των λιπαρών οξέων του σπόρου *cardo*, που χαρακτηρίζεται από έναν υψηλό βαθμό ακόρεστων λιπαρών (85,5%) και για την υπεροχή των λινελαϊκών και ελαϊκών οξέων (56,7 και 28,4%, αντίστοιχα), είναι παρόμοιο με τους πιο κοινούς σπόρους (ελαιοκράμβη, σόγια, βαμβάκι, ηλιάνθος). Ο σπόρος περιέχει επίσης ένα αποδεκτό ποσοστό βασικών αμινοξέων. Αυτές οι τιμές είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται από τους Fernández και Manzanares (1990), εκτός από τη μεθιονίνη, που ήταν 12 φορές υψηλότερη, αν και η τιμή αυτή εξηγείται από βιολογική άποψη.

Μηρυκαστική διασπασιμότητα.

Ολόκληρος ο σπόρος *cardo*, παρουσιάζει και διαλυτά και αδιάσπαστα μέρη, καθώς και υψηλά ποσοστά διασπασιμότητας για την DM και το CP. Το αδιάσπαστο μέρος είναι αποτελούμενο βασικά από τις φλούδες λόγω του πολύ υψηλού περιεχομένου τους σε φυτικές ίνες, λιγνίνη και δεσμευμένο στις ίνες άζωτο. Η μικροσκοπική παρατήρηση των υπολειμμάτων επώασης στις 72 ώρες, υποστηρίζει αυτήν την υπόθεση.

Συμπερασματικά, το καταλληλότερο επίπεδο συνυπολογισμού αυτού του σπόρου στα σιτηρέσια μηρυκαστικών, φαίνεται να είναι μέτριο (περίπου 10%), κυρίως για να εκμεταλλευθούν τα χωνευτικά αποτελέσματά του. Όμως, σε ζώα με μέτρια παραγωγικότητα, αυτή η τροφή μπορεί να υιοθετηθεί σε πιο υψηλά επίπεδα (μέχρι 30%) για να προσθέσει εύπεπτο λίπος. Αντίθετα, συνυπολογισμός σε πιο υψηλά επίπεδα από 10% του σιτηρεσίου, πρέπει να αποφεύγεται στα ιδιαίτερα παραγωγικά μηρυκαστικά, καθώς το υψηλό περιεχόμενο λιγνιτοποιημένων ινών του σπόρου, θα περιορίζει την κατανάλωση τροφής και το πολύ χαμηλό περιεχόμενό του σε πρωτεΐνη, θα περιορίσει την παραγωγικότητα.

9.7.5. Χρήση στην τυροκόμηση.

Αξίζει να αναφερθεί η χρήση της αγριαγκινάρας ως ενζυματική πηγή (cardosin A) για την πήξη του γάλακτος στην παραδοσιακή κατασκευή τυριών (Pires et al., 1994, Barros R. and Malcata X., 2004), στις χώρες της δυτικής μεσογείου.

9.8. Κόστος παραγωγής της καλλιέργειας.

Η μέση συγκομιζόμενη βιομάζα για τις τυποποιημένες καλλιέργειες στην Ελλάδα, θεωρήθηκε 20 τόνοι/ha (ξηρό βάρος), με τους μίσχους και τους κλάδους να αντιπροσωπεύουν το 40% της συγκομιζόμενης βιομάζας. Η καλλιέργεια μεγάλης κλίμακας, απαιτεί δύο διαδοχικά στάδια: η περίοδος φύτευσης στο πρώτο έτος, και η περίοδος παραγωγής στα επόμενα έτη. Η βιομάζα που παράγεται στο πρώτο έτος είναι συνήθως πολύ μικρή, επειδή αυτή η περίοδος αφιερώνεται κυρίως στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, και δεν λογαριάζεται ως οικονομική παραγωγή στους υπολογισμούς. Η περίοδος παραγωγής μπορεί εύκολα να διαρκέσει πάνω από 10 έτη. Οι δαπάνες επομένως διαιρέθηκαν σε δύο διαφορετικά μέρη: δαπάνες φύτευσης, που χρεώνονται στα ετήσια επιδόματα στις ετήσιες δαπάνες παραγωγής κατά τη διάρκεια παραγωγικής ζωής της καλλιέργειας (10 έτη) που υποθέτει ένα 5% οικονομικό επιτόκιο, και τις δαπάνες παραγωγής για τα επόμενα έτη.

Στην περίοδο φύτευσης, οι στόχοι καλλιέργειας ήταν οι ακόλουθοι: βασική λίπανση με 700 kg/ha του σύνθετου λιπάσματος 9:18:27 (N:P:K), όργωμα, επανασπορά σε ένα ποσοστό 4 kg/ha, εφαρμογή ζιζανιοκτόνου (4 kg/ha Alachlore–Linuron), μια εφαρμογή εντομοκτόνου με 1 kg/ha Dimetoate ή παρόμοιου και ημερομίσθια δύο εργατών για την διεξαγωγή των περιγραφόμενων επεμβάσεων. Σε κάθε κύκλο παραγωγής στα επόμενα έτη, οι ακόλουθες καλλιεργητικές φροντίδες κρίνονται απαραίτητες: λίπανση αποκατάστασης με 1350 kg/ha του σύνθετου λιπάσματος 20:8:14 (N:P:K), τρεις εφαρμογές εντομοκτόνου με 1 kg/ha Dimetoate ή παρόμοιου, και συγκομιδή (αυτοπροωθούμενη χορτοκοπτική μηχανή) και ημερομίσθια δύο εργατών για την διεξαγωγή των περιγραφόμενων επεμβάσεων.

9.8.1. Δαπάνες παραγωγής.

Ο πίνακας 7 παρουσιάζει την εκτίμηση για το κόστος εγκατάστασης της φυτείας και ο πίνακας 8 για το ετήσιο κόστος παραγωγής για ολόκληρη την συγκομιζόμενη βιομάζα, βάση των τεχνοοικονομικών δεικτών του κλάδου φυτικής παραγωγής της Διεύθυνσης Γεωργικής Ανάπτυξης της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδος, για το έτος 2005. Χρησιμοποιήθηκαν οι

αντίστοιχες τιμές για τις καλλιεργητικές φροντίδες των σιτηρών, καθώς και οι απαιτούμενες ώρες ανθρώπινης εργασίας και εργασίας των μηχανημάτων.

Επέμβαση	Εργασία	Υλικά	Σύνολο
Λίπανση 700 kg/ha (9:18:27)	5,0	133,8	138,8
Βαθιά άροση	44,6	-	44,6
Δισκόσβαρνα (2 φορές)	25,5	-	25,5
Σπορά (5 kg/ha)	17,8	31,9	49,7
Εφαρμογή ζιζανιοκτόνου	5,1	35,0	40,1
Καλλιεργητής (2 φορές)	25,5	-	25,5
Εφαρμογή εντομοκτόνου	12,3	11,1	23,4
Σύνολο	135,8	211,8	347,6
Ετήσια απόσβεση σε 10 έτη κατά 5%			42,5

Πίνακας 7. Κόστος εγκατάστασης της καλλιέργειας για την *Cynara cardunculus*, κατά το πρώτο έτος. (Οι τιμές είναι σε ευρώ/ha).

Επέμβαση	Εργασία	Υλικά	Σύνολο
Λίπανση 1350 kg/ha (20:8:14)	5,0	243,4	248,4
Καλλιεργητής (2 φορές)	25,5	-	25,5
Εφαρμογή εντομοκτόνου (3 φορές)	36,9	33,3	70,2
Συγκομιδή και δεματοποίηση	152,8	-	152,8
Μεταφορά στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας (4,33 ευρώ/t για ακτίνα 10 km)	86,6	-	86,6
Σύνολο	306,8	276,7	583,5
Ετήσια απόσβεση σε 10 έτη			42,5
Συνολικό κόστος παραγωγής			626,0

Πίνακας 8. Κόστος της καλλιέργειας για την *Cynara cardunculus*, κατά τα πλήρως παραγωγικά έτη (μετά την εγκατάσταση). (Οι τιμές είναι σε ευρώ/ha).

Στην περίπτωση της παράλληλης αξιοποίησης της παραγωγής για χαρτοπολτό και ενέργεια, και υποθέτοντας 20 τόνους/ha παραγωγή συγκομιζόμενης βιομάζας, το εκτιμώμενο κόστος παραγωγής για τους 8 τόνους/ha των μίσχων και των κλάδων, θα ήταν ισοδύναμο με το κόστος της συνολικής παραγωγής (626 euro/ ha) μείον το κατ' εκτίμηση όφελος για τους 12 τόνους/ha των στερεών καυσίμων, υπολογισμένα σε περίπου 30 euro/τόνο (1,8 euro/ GJ). Η παραγωγή κοστίζει επομένως το ποσό των 324 euro/ ha, αντιπροσωπεύοντας 37,75 euro/τόνο της πρώτης ύλης για τον πολτό χαρτιού.

Στην περίπτωση που το σύνολο της συγκομιζόμενης βιομάζας αξιοποιείται για την παραγωγή ενέργειας, το κόστος παραγωγής (626 euro/ ha), αντισταθμίζεται από έσοδα περίπου 600 euro/ ha, ποσό που ενδεχομένως θα αυξηθεί στην περίπτωση που θα αυξηθεί και η ζήτηση για βιομάζα.

Για να υπολογισθούν οι πιθανές αξίες αγοράς αυτής της πρώτης ύλης, το κόστος παραγωγής πρέπει να αυξηθεί από το ενοίκιο εδάφους και το κέρδος του αγρότη και να μειωθεί από τις ενδεχόμενες επιδοτήσεις καλλιέργειας (π.χ. κάτω από την νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική της ΕΕ). Σε ότι αφορά στον υπολογισμό του ενοικίου του εδάφους, είναι δύσκολο να γίνει εκτίμηση μιας μέσης τιμής, καθώς η αγριαγκινάρα μπορεί να εγκατασταθεί και να αξιοποιήσει πολύ φτωχά και περιθωριακά εδάφη, η οικονομική αξία των οποίων είναι πολύ μικρή. Σε ότι αφορά στις επιδοτήσεις της καλλιέργειας, ακόμα και αν τελικά δεν θεσπιστεί κάποια νέα επιδότηση για τις ενεργειακές φυτείες από την ΕΕ, σύμφωνα με την νέα ΚΑΠ, ως το 2013, θα πρέπει να συνυπολογιστεί η επιδότηση των σιτηρών (περίπου 500 euro/ ha επιδότηση + συμπληρωματική αντιστάθμιση, για το σκληρό σιτάρι), καθώς η επιδότηση αυτή θα εισπράττεται βάση της ιστορικής περιόδου 2000-2003, ανεξάρτητα με το αν καλλιεργούνται σιτηρά, κάποια άλλη καλλιέργεια, ή ακόμα και αν δεν καλλιεργείται τίποτε.

9.8.2. Σύγκριση βιομάζας της αγριαγκινάρας και πετρελαίου.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, η θερμαντική αξία:

- της βιομάζας της αγριαγκινάρας είναι 3,7-4,0 Gcal/ton, (ή 0,0037-0,004 Gcal/kg) με ενεργειακό περιεχόμενο που κυμαίνεται μεταξύ 15,5-16,7 MJ/kg. Για μέση παραγωγή 20 τόνους/ha, και κόστος παραγωγής 626 euro/ ha, υπολογίζεται κόστος 1,8 euro/ GJ.

- του πετρελαίου (diesel) είναι 10,2 Gcal/ton, (ή 0,0102 Gcal/kg) με ενεργειακό περιεχόμενο 42,2 MJ/kg, και μέση τιμή για το 2005 αυτή των 0,405 euro/lit για το πετρέλαιο χωρίς

φόρους και αυτή των 0,774 euro/lt για το πετρέλαιο με φόρους (1lt diesel = 0.8 kg). Το κόστος που υπολογίζεται είναι 11,9 euro/ GJ για το αφορολόγητο πετρέλαιο και 22,9 euro/ GJ για το πετρέλαιο κίνησης.

- του αργού πετρελαίου είναι 9,86 Gcal/ton, (ή 0,0098 Gcal/kg) με ενεργειακό περιεχόμενο 40,8 MJ/kg, και μέση τιμή για το 2005 αυτή των 0,193 euro/lt. Το κόστος που υπολογίζεται είναι 4,7 euro/ GJ.

Αν υποθέσουμε πως χρειάζονται περίπου 0,15 Gcal για την θέρμανση 1000m² ενός τυπικού θερμοκηπίου, και πως οι ανάγκες για θέρμανση είναι περίπου 9-10 ώρες την ημέρα και 90 περίπου ημέρες σε ένα έτος (καλλιεργητική περίοδος), η συνολική ενέργεια που απαιτείται είναι περίπου 135 Gcal/καλλιεργητική περίοδο.

Για την παραγωγή 135 Gcal, απαιτούνται περίπου 34 τόνοι βιομάζας αγριαγκινάρας, ή 13,2 τόνοι πετρελαίου (diesel), ή 13,7 τόνοι αργού πετρελαίου.

Το συνολικό κόστος θέρμανσης 1000m² για μια καλλιεργητική περίοδο υπολογίζεται δηλαδή σε :

- 1020 euro, για την βιομάζα αγριαγκινάρας,
- 5346 euro, για το πετρέλαιο (diesel) και
- 2644 euro, για το αργό πετρέλαιο.

Αξίζει να σημειώσουμε πως για την παραγωγή των 34 τόνων βιομάζας, απαιτούνται περίπου 1,7 ha καλλιέργειας αγριαγκινάρας. Στην περίπτωση που η έκταση αυτή είναι ενοικιαζόμενη, το κόστος του ενοικίου ανέρχεται σε περίπου 255 euro (120-180 euro/ ha για ημιορεινά αγροτεμάχια), ανεβάζοντας το συνολικό κόστος θέρμανσης του θερμοκηπίου, στα 1275 euro/ 1000m²/ καλλιεργητική περίοδο.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.

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 αιθεριοποίηση 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 ποσότητες καλλιεργειών είναι λιγοστή. Οι διαχειριστικές πρακτικές για τις ενεργειακές καλλιεργειές είναι λιγότερο ανεπτυγμένες από ότι για τις παραδοσιακές καλλιεργειές, και επομένως απαιτούν συνεχή προσπάθεια. Τα απαραίτητα μηχανήματα για τη συγκομιδή των ενεργειακών καλλιεργειών είναι περισσότερο εξειδικευμένα απ' ό,τι για τις παραδοσιακές καλλιεργειές, ενώ υπάρχει ένα σύνολο σχετικών κινδύνων για τις ενεργειακές καλλιεργειές, 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 καλλιεργειές αντικαθιστούν τις γνωστές γεωργικές καλλιεργειές. 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 φτωχή 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 σύγκρουση 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.

- Andre ´P.C.Faaij, (2005). Bio-energy in Europe: changing technology choices, *Energy Policy*, in press.
- Atchison, J.E., (1993). Data on non-wood plant fibers, pulp and paper manufacture. In: Hamilton, F., Leopold, B. (Eds.), *Secondary fibers and non-wood pulping, vol. III*. TAPPI CPPA, Atlanta, pp. 4–16.
- Atchison, J.E., (1993b). Bagasse, pulp and paper manufacture. In: Hamilton, F., Leopold, B. (Eds.), *Secondary fibers and non-wood pulping, vol. III*. TAPPI CPPA, Atlanta, pp. 22–60.
- Bailey, L.H., Bailey, E.Z., (1976). Hortus Third- A concise Dic-tionary Of Plants Cultivated In The United States And Canada. Macmillan Publishers, New York.
- Basnizki, Y., Zohary, D., (1994). *Breeding of seed planted artichoke*. Pl. Breed. Rev. 12, 253–269.
- Barros, R.M. and Malcata, F.X., (2004). A kinetic model for hydrolysis of whey proteins by cardosin A extracted from *Cynara cardunculus*, *Food Chemistry, Volume 88, Issue 3, December 2004, Pages 351-359*.
- Bauen, A., Woods, J. and Hailes, R., (2004). Bioelectricity Vision: Achieving 15% of Electricity from Biomass in OECD Countries by 2020, [Online], Available: www.panda.org/downloads/europe/biomassreportfinal.pdf [2005, June 15].
- Bell, J.M., (1984). Nutrients and toxicants in rapeseed meal: a review. *J. Anim. Sci.* 8,96-1010.
- Benjelloun-Mlayah, Bouchra, de Lopez, Sophânara, and Delmas, Michel, (1997). Oil and paper pulp from *Cynara cardunculus*: preliminary results, *Industrial Crops and Products, Volume 6, Issues 3-4, August 1997, Pages 233-236*.
- Berna, Giovanni (1997). Integrated biomass system. A proposal for the implementation of medium-sized centres for production of electricity and heat from agroforestry and agroindustrial products. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- BioMatNet (2001) Status of Gasification in countries participating in the I A E ,

Bioenergy gasification activity. [Online]. Available: <http://www.nf2000.org/publications/ieagas.pdf> [2004, July 21]

Boman, Ulf R. and Turnbull, J., H., (1997). Integrated biomass energy systems and emissions of carbon dioxide. *Biomass and Bioenergy*, 13, 333-343.

Bourdaire, Jean-Marie. (1999). World Energy Prospects to 2020: Issues and Uncertainties, In *Energy: The Next Fifty Years* (29-39). OECD.

Cajarville, C., Gonzalez, J., Repetto, J.,L., Rodriguez, C.,A., Martinez, A., (1999). Nutritive value of green forage and crop by-products of *C.cardunculus* , *Annales De Zootechnie* 48: 353 –65.

Cajarville, C., González, J. , Repetto, J. L., Alvir M. R. and. Rodríguez, C. A., (2000). Nutritional evaluation of cardoon (*Cynara cardunculus*) seed for *Animal Feed, Science and Technology*, Volume 87, Issues 3-4, 31 October 2000, Pages 203-213.

Commission Call FP6-2004-TREN-3. Call for proposals for indirect RTD actions under the specific programme for research, technological development and demonstration: 'Integrating and strengthening the European Research Area' Thematic priority area: 'Aeronautics and Space', 'Sustainable Energy Systems' and 'Sustainable Surface Transport'. *Official Journal of the European Union*, C 169 29.6.2004. p.3.

Commission Communication COM(97)599 final (26/11/1997). *Energy for the future: renewable sources of energy. White Paper for a Community Strategy and Action Plan.*

Commission Communication COM(2001) 580 final. *Communication from the Commission on the implementation of the first phase of the European Climate Change Programme.*

Commission Communication COM(2002) 321 final. *Final report on the Green Paper "Towards a European strategy for the security of energy supply".*

Commission Directive 2001/77/EC. Directive of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market. *Official Journal of the European Communities* L 283 27.10.2001 p.33

Commission Directive 2004/8/EC. Directive of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC. *Official Journal of the European Union* L 52 21.2.2004 p.50

Commission Directive COM(2002) 415 final. Directive of the European Parliament

and of the Council on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market. Official Journal of the European Union, C 291 26.11.2002. p.182.

Commission Proposal COM(2003) 739 final. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on energy end-use efficiency and energy services.*

Coombs, J., (1996). *Bioconversion. Assessment study*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Copani, V., Patane`, C., Tuttobene, R., (1989). Potenzialita` produttive del sorgo zuccherino (*Sorghum bicolor* L. Moench) quale fonte di biomassa ai fini energetici. Riv. Di Agron. 23, 428–434.

Curt, M. D., Sánchez G. and Fernández J., (2002). The potential of *Cynara cardunculus* L. for seed oil production in a perennial cultivation system, *Biomass and Bioenergy*, Volume 23, Issue 1, July 2002, Pages 33-46.

Council Regulation (EC) Nº 1782/2003 of 29 September 2003 establishing common rules for direct support schemes under the common agricultural policy and establishing certain support schemes for farmers. Official Journal of the European Union. L 270 21.10.2003 p.1

Dalianis, L., Panoutsou, C., Dercas, N., (1996). Spanish thistle artichoke, *Cynara cardunculus* L., under Greek conditions. In: Chartier, P., Ferrero, G.L., Henius, U.M., Hultberg, S., Sachau, J., Wiinblad, M., (Eds.), *Biomass for Energy and Industry*. Proceedings of the 9th E.C. Conf. Ed. vol. 1. Pergamon, Oxford, pp. 663–668.

Dellacecca, V., De Palma, E., (1981). Risultati di ricerche sull'impiego del cardo (*Cynara cardunculus* L. var. *atilis* DC.) per produzione foraggera. Proceedings of the 3rd Cong. Int. Carciofo. Ed. Industria Grafica Laterza, Bari, Italy, pp. 459–480.

Dellacecca, V., Mancini, L., Ventrelli, A., (1981). Influenza della densita` colturale del carciofo sulla produzione di capolini e di foraggio. Proceedings of the 3rd Cong. Int. Carciofo. Ed. Industria Grafica Laterza, Bari, Italy, pp. 481–504.

Diamantidis, N., D., Koukios, E. G. (2000). Agricultural crops and residues as feedstocks for non-food products in Western Europe, *Industrial Crops and Products*, 11, 97–106.

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

European Bioenergy Networks. (2003a). Biomass co-firing – an efficient way to

reduce greenhouse gas emissions. [Online]. Available: www.vtt.fi/virtual/afbnet/cofiring180603.pdf [2005, June 2].

European Bioenergy Networks. (2003b). Liquid biofuels network, Activity Report, [Online]. Available:http://www.vtt.fi/virtual/afbnet/liquid_biofuels.pdf [2005, June 8].

European Biomass Gasification Network. (1995). Gasification systems. [Online]. Available:<http://www.gasnet.uk.net/files/115.pdf> [2005, July 21].

European Biomass Gasification Network. (2002). IGCC, [Online], Available: <http://www.gasnet.uk.net/index.php?name=SUdDQw==&open=QXBwbGljYXRpb25z> [2005, July 21].

European Commission. (1994). *Biofuels. Application of biologically derived products as fuels or additives in combustion engines*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Commission. (1999). *European Energy Outlook to 2020*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Commission. (2001a). *Green paper – Towards a European strategy for the security of energy supply*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Commission. (2001b). Green paper – Towards a European strategy for the security of energy supply, Technical document, [Online], Available: http://europa.eu.int/comm/energy_transport/doc-technique/doctechlv_en.pdf [2005, June 2].

European Commission. (2001c). Intelligent Energy for Europe, [Online], Available: http://www.euroace.org/comdocs/PC_170502.pdf [2005, May 25].

European Commission. (2002). Promotion of combined heat and power, [Online], Available:<http://europa.eu.int/comm/energy/library/chpmemodirectiveen.pdf> [2005, August 2].

European Communities (2002a). *Let us overcome our dependence*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Communities (2002b). *Renewable energy sources statistics in the EU, Iceland and Norway. Data 1989-2000, Part 1*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Communities (2003a). *Energy: Yearly statistics. Data 2001*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Communities (2003b). *European business, Facts and figures, Part 1:*

Energy, water and construction. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Environment Agency (2001). *Renewable energies: success stories*, Environmental issue report № 27. EEA, Copenhagen, 2001.

European Environmental Agency (2002a). *Energy and environment in the European Union*, Environmental issue report № 31, EEA, Copenhagen, 2002.

European Environmental Agency (2002b). *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe, Are the EU and the candidate countries on track to achieve the Kyoto Protocol targets?* Environmental issue report № 33. EEA, Copenhagen, 2002.

European Environmental Agency (2004). *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe. Tracking progress by the EU and acceding and candidate countries towards achieving their Kyoto Protocol targets*. Environmental issue report № 36. EEA, Copenhagen, 2004.

European Parliament resolution (COM(1998)571 - C4 - 0040/99) on the communication from the Commission on strengthening environmental integration within Community energy policy.

EurObserv'ER. (2004). Wood energy: the number one renewable energy, [Online].

Available: http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/bioenergy_en.htm [2005, June 2]

Eurostat (2005). Trends in intra-EU deliveries of unleaded petrol. Statistics in focus.

Theme 8 10/2004. [Online]. Available: http://europa.eu.int/comm/eurostat/Public/datashop/print-product/_EN? catalogue = Eurostat&product=KS-NQ-03-010-__-N-EN&mode=download [2005 July 13].

Fangrui, M., Milford, A., H., (1999). Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology* 1999;70:1 –15.

Fernandez ,J., (1990). *Lignocellulosic biomass production from annual energy crops*, Report EUR 12631 EN-C, Commission of the European Communities, Luxembourg, 1990, 54pp.

Fernandez, J., (1993). Production and utilization of *C. cardunculus* L. biomass for energy, paper-pulp and food industry, Final Report JOUB0030-ECCE, Commission of the European Communities, Brussels, 1993. 92pp, Proceedings of the 10th European Conference on Biomass for Energy and Industry, Carmen, 1998, p.846 –8.

Fernández, J., (1992). *Production and utilisation of Cynara cardunculus L. biomass for energy, paper pulp and food industry*, Project JOUB0030 EC-DG XII, European Commission, Brussels.

Fernandez, J., Curt, M.D., (1995). Estimate cost of thermal power from *C. cardunculus* L. biomass in Spanish conditions: application to electricity production, In: Chartier, P., Beenackers, A.A.C.M., Grassi, G. (Eds.), *Biomass For Energy, Environment, Agriculture And Industry*, Proceedings of the 8th E. C. Conference, 3–5 October, Vienna, Austria, Elsevier Science Limited, Oxford, pp. 342–350.

Fernandez J, Curt, MD, Hidalgo, M., (1996). Nutrients extraction of the harvested biomass of *Cynara cardunculus* L. In: Proceedings of the 9th European Conference on Biomass, 25th June, Copenhagen..

Fischer, J. (2003). Technologies for small scale Biomass CHP-Plants – an actual survey, In “*Energy Technologies for Post Kyoto Targets in the Medium Term. Proceedings*”. *Risø International Energy Conference*, 19 - 21 May 2003, Risø National Laboratory, Roskilde.

Flavin, C., & Lenssen, N., (1994). *Power Surge: Guide to the Coming Energy Revolution*, New York : W.W. Norton.

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

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

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

Goldemberg, J., Johansson, T., Reddy, B., Amulya , K. N. & Williams, R., H., (2001). Energy for the New Millennium, *Ambio*, Vol. 30 No. 6, Sept. 2001.

González, J., Juan F., Carmen M. González-García, A., González, J., Sabio, E., Gañán J., and Rodríguez, M., (2004). Combustion optimisation of biomass residue pellets for domestic heating with a mural boiler *Biomass and Bioenergy*, Volume 27, Issue 2, August 2004, Pages 145-154.

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

Heaton, Emily, Voigt, Tom, & Long, Stephen P. (2004). A quantitative review comparing the yields of two candidate C4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. *Biomass and Bioenergy*, 27, 21– 30.

Hein, K.R.G., Bemtgen, J.M. (1998). EU clean coal technology—co-combustion of coal and biomass. *Fuel Processing Technology*, 54, 159–169.

Hillring, B., (2002). Rural development and bioenergy —experiences from 20 years of development in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 23 (6), 443–451.

Hoogwijk, M., Faaij, A., van den Broek, R., Berndes, G., Gielen, D., Turkenburg, W., (2003). Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy* 25 (2), 119–133.

Kaltschmitt, M., Rosch, C., Dinkelbach, L. (Eds.), (1998). *Biomass Gasification in Europe*. Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy (IER), University of Stuttgart. Report prepared for the European Commission, DG XII, EUR 18224, October 1998.

Kwant, K.W., (2003). Renewable energy in the Netherlands: policy and instruments. *Biomass and Bioenergy* 24 (4–5), 265–267.

Lapuerta, M., Armas, O., Ballesteros R. and Fernández, J., (2005). Diesel emissions from biofuels derived from Spanish potential vegetable oils, *Fuel*, Volume 84, Issue 6, April 2005, Pages 773-780.

Luger, E., (2000). *Cardoon introduction as energy crop*, BLT Wieselburg, Austria.

Mann, M., K., & Spath, P., L., (1997). Life Cycle Assessment of a Biomass Gasification Combined-Cycle System. Colorado: National Renewable Energy Laboratory.

McGovern, J.N., (1971). Physical properties of fibers and pulps from wood and nonwood plant fibers. *Paper Trade J.* 154, 27–31.

McKendry, Peter. (2002a). Review paper. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, 83 (2002) 37–46.

McKendry, Peter. (2002b). Review paper. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. *Bioresource Technology*, 83 (2002) 47–54.

Ministerio de Agricultura, (1997). Pesca y Alimentación. Anuario de Estadística Agraria. MAPA, 1997. p.218 & 220.

Miranda, I., Almeida, M.H., Pereira, H., (1999). Variability of fiber dimensions in different provenances of *Eucalyptus globulus* Labill, *Appita*, submitted.

Nonhebel, S., (2002). Energy yields in intensive and extensive biomass production systems. *Biomass and Bioenergy*, 22, 159–167.

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

Panoutsou, C., Alexopoulou, E., (1999). *Economic analysis of production of the three most promising energy crops in Greece* - C. EECI Network, September 1999.

Pari L., (1996). Meccanizzazione della raccolta del *Cynara cardunculus*: Risultati e Prospettive, *Agricoltura*, N.1. 1996.p. 11-13.

Pires, E.F.C., Macedo, I., Esteves, C., Morgado, M., Verý's-simo, P., Pereira, D., Gomes, D., (1994). Flor do cardo versus quimosina no fabrico de queijos artesanais, *Quý'mica — Bol. Soc. Port. Quý'mica* 54, 66–68.

Piscioneri, I. , Sharma, N., Baviello, G., and Orlandini, S., (2000). Promising industrial energy crop, *Cynara cardunculus*: a potential source for biomass production and alternative energy, *Energy Conversion and Management*, Volume 41, Issue 10, 1 July 2000, Pages 1091-1105.

Portis, E. ,Acquadro, A. ,Comino, C. ,Mauromicale, G., Saba E.and Sergio L., (2005). Genetic structure of island populations of wild cardoon [*Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris* (Lamk) Fiori], *Plant Science*, Volume 169, Issue 1, July 2005, Pages 199-210.

Quer, P.F., (1962). *Plantas Medicinales, el Dioscórides Reno-vado*, Editorial Labor, S.A., Barcelona.

Romero, M.J., Otal, J., Lorenzo, I., PeÁrez, J.I., (1997). Utilizacio Ân del cardo (*Cynara cardunculus*) como forraje de invierno en ganado ovino. Composicio Ân quôÁmica y digestibilidad in vivo. *Informacio Ân TeÁcnica EconoÁ mica Agraria* 18 (Suppl.), 46-48.

Rydholm, S., (1965). *Pulping Processes*. Interscience Publishers, London.

Sáez R. and Lechón Y. (1997). *Strategy for the introduction of a biomass power plant in Spain*, Final report, Contract N° JOR3-CT95-0039, European Commission, DG II.

Salomon Popa, Marianne. (2002). Small-scale Combined Heat and Power Plants Using Biofuels. Eskilstuna: Energimyndigheten.

Shafizadeh, F.,(1982). Chemistry of pyrolysis and combustion of wood, *Progress in Biomass Conversion*, vol. 3, *Academic Press*, 1982, p. 51.

Shay, E.,G., (1993). Diesel fuel from vegetable oils:status and opportunities.,*Biomass and Bioenergy* 1993;4(4):227 –42.

Soltes, E.J., (1983). Thermochemical routes to chemicals, fuels and energy from forestry and agricultural residues, *Biomass Util.* 67 1983 537, NATO ASIS Series A.

TERES, (1997). The European renewable energy study (TERESII).Prepared by ESD for the European Commission,DG XVII —Energy,published and produced by Merlin Multimedia,Ltd.,UK.

Thibault, J.F., Crepeau, M.J., Quemener, B., (1989). Composition glucidique des raines de colza et de tournesol, *Sci. Aliments* 9, 405-412.

Thuijl, E. van, Roos, C.J., Beurskens, L.W.M. (2003). An overview of biofuel

technologies, markets and policies in Europe. [Online]. Available: www.ecn.nl/docs/library/report/2003/c03008.pdf [2005, May 22].

Turkenburg, W.C. (Convening Lead Author), Faaij, A. (Lead Author), et al, (2000).

.Renewable Energy Technologies. Chapter 7 of the World Energy Assessment of the United Nations, UNDP, UNDESA/WEC. UNDP, New York, September 2000.

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

Van der Werf, H.M.G., Meijer, W.J.M., Mathijssen, E.W.J.M., Darwinkel, A., (1993).

Potential dry matter production of *Miscanthus sinensis* in The Netherlands. *Ind. Crops. Prod.* 1, 203–210.

Varela, M., Lechón, Y., and Sáez, R., (2001), *Strategic analysis of the integration of a biomass power plant in Spain*, Energy Studies Institute, Madrid, Spain. Venendaal, R.,

Jørgensen, U., and Foster, C.A. (1997). European energy crops: a synthesis. *Biomass and Bioenergy*, 13, 147-185.

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

Watson, R., T., Zinyowera, M., C., & Moss, R., H., (1996). *Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996.

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

Ελληνική Βιβλιογραφία

Άρθρα από εφημερίδες, και διαδίκτυο

Συντομογραφίες.

AEP: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν

CAP/ΚΑΠ: Common Agricultural Policy/Κοινή Αγροτική Πολιτική

CCT: Clean Coal Technologies

CHP: co-generation heat and power/Συμπααραγωγή θερμότητας ενέργειας

Dm: dry matter/ξηρή ουσία

DME: dimethylether/διμεθυλαιθέρας

EPA: Environmental Protection Agency/Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος

ETBE: ethyltertio-butyl-ether/εθυλτέρτιο-βούτιλ-αιθέρας

GHGs: greenhouse gases/αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου

ha:hectar/εκτάριο/10 στέμματα

HCV: high calorific value/υψηλή θερμαντική αξία

HTU: Hydro Thermal Upgrading /Υδρο-θερμική αναβάθμιση

ΚΑΠΕ: κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Kt: kilotonne/κιλοτόνος/1000 τόνοι

LCV: lower calorific value/χαμηλή θερμαντική αξία

Mbbbl: million barrels (of oil)/εκατομμύρια βαρέλια (πετρελαίου)

MSW: municipal solid waste/στερεά αστικά απόβλητα

Mtoe: million tonnes of oil equivalents/εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου

Odt: oven dry tonnes/ τόνοι ξηρού φούρνου

PV: photovoltaic/φωτοβολταϊκό

RES/ΑΠΕ: Renewable energy sources/Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

RCG: Reed canary grass/χλόη καναρίνειων καλάμων

RDF: Refuse Derived Fuel


tce/TIA: tonnes of coal equivalent/τόνοι ισοδύναμου κάρβουνου

toe/TIP: tonnes of oil equivalent/τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου

ΧΥΤΑ: χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων

Παράρτημα 1.

Ανανεώσιμη ενέργεια, πρωτογενής παραγωγή: βιομάζα, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, αιολική και ηλιακή ενέργεια (1 000 toe)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Solar Energy											
EU (25 countries)	183	201	225	273	304	328	361	372	417	463	498 ^(P)	619
EU (15 countries)	183	201	225	242	272	295	327	337	381	427	461 ^(P)	581
Euro-zone	101	113	131	145	170	189	215	222	258	400	431 ^(P)	547
Euro-zone (12 countries)	170	188	210	227	256	278	309	318	357	400	431 ^(P)	547
Belgium	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Czech Republic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Denmark	3	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8	9
Germany	22	28	36	41	57	70	83	78	96	134	151 ^(P)	241
Estonia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Greece	70	75	79	82	86	89	93	97	99	100	102	105
Spain	21	22	24	25	26	23	26	29	32	37	43	48
France	13	13	14	15	15	16	17	18	25	18	19	20
Ireland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Italy	6	7	8	8	8	8	11	11	12	12	11	11
Cyprus	0	0	0	31	32	33	34	35	35	34	35	36
Latvia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lithuania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luxembourg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hungary	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
Netherlands	3	3	4	4	4	5	6	7	9	10	14	19
Austria	23	25	29	36	42	48	55	58	64	67	69	80
Poland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Portugal	13	14	14	15	16	16	17	18	18	19	20	21
Slovenia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Slovakia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sweden	4	4	4	5	4	4	5	5	5	6	4	5
United Kingdom	6	6	6	6	6	6	7	7	11	14	17	20
Bulgaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Croatia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Romania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turkey	60	88	129	143	159	179	210	236	262	287	318	350
Iceland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norway	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Biomass & Wastes

EU (25 countries)	43170	46478	46525	49002	51142	52975	54991	56218	58312	60076	62046	68463
EU (15 countries)	39954	40749	40703	42766	44749	46461	47846	48781	50841	51870	53079	57749
Euro-zone	30847	31062	30395	31674	33066	34422	35757	36410	37828	39988	40717	44212
Euro-zone (12 countries)	31746	31962	31289	32571	33975	35333	36665	37323	38774	39988	40717	44212
Belgium	628	501	469	567	558	565	603	597	596	635	645	864
Czech Republic	509	552	582	426	416	527	530	614	498	568	721	1128
Denmark	1298	1358	1345	1423	1516	1575	1560	1633	1668	1767	1913	2099
Germany	4328	4366	4427	4447	4619	5880	6362	6384	6830	6935	7093	7932
Estonia	450	439	507	486	583	587	511	509	500	550	542	608
Greece	899	900	894	898	908	911	908	913	946	970	996	945
Spain	3491	3501	3545	3563	3608	3660	3806	3894	4105	4091	4505	4788
France	12254	12062	10806	11434	12072	11167	11453	11232	11579	11802	11134	12056
Ireland	92	93	162	161	123	135	166	167	164	180	176	170
Italy	975	922	1077	1115	1109	1246	1401	1624	1572	1653	1566	2237
Cyprus	5	5	12	11	11	9	9	9	9	9	10	1
Latvia	480	498	589	1153	1304	1371	1529	1456	1284	1411	1585	1774
Lithuania	0	0	0	0	0	0	576	621	627	630	666	677
Luxembourg	42	41	41	39	35	40	40	36	44	46	44	51
Hungary	0	0	0	0	0	0	0	351	416	385	785	817
Netherlands	791	800	826	860	1143	1324	1383	1476	1529	1519	1642	1902
Austria	2419	2504	2449	2636	2824	2853	2739	2910	2819	3140	3204	3420
Poland	1388	3798	3698	3821	3716	3704	3684	3572	3626	3874	3933	4918
Portugal	1794	1795	1789	1831	1828	1854	1844	1933	2053	2583	2838	2806
Slovenia	266	264	263	263	287	234	232	233	410	450	465	460
Slovakia	118	172	171	76	76	82	74	73	100	328	260	331
Finland	4034	4478	4804	5021	5148	5698	5960	6158	6536	6433	6876	7041
Sweden	5982	6415	6672	7277	7706	7901	7859	7929	8330	7967	8174	8743
United Kingdom	928	1014	1396	1494	1553	1652	1763	1897	2069	2148	2276	2695
Bulgaria	166	159	171	219	250	251	412	406	550	547	643	691
Croatia	257	243	259	267	385	399	376	333	374	292	296	381
Romania	1146	1159	1153	1362	4881	3360	3017	2820	2763	2130	2351	2903
Turkey	7207	7147	7139	7067	7044	7023	6984	6798	6546	6303	6039	5783
Iceland	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2
Norway	958	1043	1130	1140	1147	1230	1278	1507	1344	1481	1404	1464




Geothermal Energy

EU (25 countries)	3342	3516	3338	3357	3639	3761	4028	4217	3322	3420	3788 ^(p)	5275
EU (15 countries)	3342	3516	3338	3357	3639	3761	4028	4213	3315	3402	3694 ^(p)	5180
Euro-zone	3338	3511	3332	3353	3635	3756	4024	4209	3311	3400	3691 ^(p)	5178
Euro-zone (12 countries)	3341	3514	3336	3355	3638	3759	4026	4211	3312	3400	3691 ^(p)	5178
Belgium	1	1	1	1	2	1	1	1	4	4	1	1
Czech Republic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Denmark	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Germany	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10 ^(p)	132
Estonia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Greece	3	3	4	3	3	2	3	2	2	2	1	1
Spain	7	7	7	3	3	4	4	5	8	8	8	8
France	125	122	125	132	127	122	117	112	124	109	107	129
Ireland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Italy	3190	3366	3151	3167	3448	3571	3836	3999	3103	3188	3464	4810
Cyprus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Latvia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lithuania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luxembourg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hungary	0	0	0	0	0	0	0	4	5	6	86	86
Netherlands	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Austria	1	2	2	3	4	4	5	12	14	14	17	19
Poland	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6	7
Portugal	4	4	37	37	42	45	51	70	49	64	84	78
Slovenia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Slovakia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	1
Finland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sweden	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
United Kingdom	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bulgaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Croatia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Romania	0	0	0	0	0	0	0	8	7	5	17	18
Turkey	449	467	483	511	543	602	656	688	684	764	820	860
Iceland	998	1019	980	986	1205	1233	1330	1670	1758	1884	1861	1846
Norway	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Hydro Power

EU (25 countries)	25561	25987	26814	26293	26042	26838	27874	27525	29000	30609	25559	24949
EU (15 countries)	24574	24888	25540	24954	24815	25603	26268	26195	27645	29194	24144	23877
Euro-zone	17513	17903	19794	18376	19701	18979	19105	19151	20130	22045	18024	19022
Euro-zone (12 countries)	17703	18099	20018	18680	20075	19313	19424	19567	20448	22045	18024	19022
Belgium	29	22	30	29	21	26	33	29	39	38	31	21
Czech Republic	141	118	126	172	169	146	120	144	151	177	214	119
Denmark	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2
Germany	1470	1473	1591	1698	1718	1492	1511	1689	1995	1955	1988	1656
Estonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Greece	189	196	223	303	374	334	320	416	318	180	241	410
Spain	1619	2086	2408	1987	3393	2989	2924	1966	2534	3527	1981	3530
France	5983	5632	6828	6322	5649	5538	5388	6271	5823	6460	5257	5134
Ireland	70	66	79	61	62	58	79	73	73	51	78	51
Italy	3628	3562	3840	3249	3615	3577	3544	3901	3812	4025	3398	2905
Cyprus	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Latvia	217	247	284	253	160	254	371	237	242	244	212	195
Lithuania	27	34	39	32	28	25	36	36	29	28	30	28
Luxembourg	6	6	10	7	5	7	10	8	10	2	10	7
Hungary	14	14	14	14	18	19	13	16	15	16	17	15
Netherlands	10	8	9	8	7	8	9	8	12	10	9	6
Austria	2996	3156	3070	3187	2942	3104	3196	3482	3598	3455	3433	3125
Poland	130	128	149	162	166	169	199	185	181	200	196	144
Portugal	399	734	916	717	1269	1127	1116	625	974	1207	671	1352
Slovenia	293	260	292	279	316	266	297	322	330	326	293	271
Slovakia	167	298	370	427	370	356	370	390	406	424	453	299
Finland	1301	1158	1013	1110	1020	1053	1294	1099	1261	1135	927	825
Sweden	6394	6419	5082	5856	4449	5934	6391	6164	6757	6798	5706	4576
United Kingdom	474	368	438	416	289	355	450	461	437	349	412	278
Bulgaria	177	96	70	151	232	238	266	237	230	149	189	255
Croatia	373	374	424	453	621	455	469	567	505	563	461	419
Romania	1006	1098	1122	1435	1355	1506	1623	1573	1271	1283	1380	1140
Turkey	2284	2919	2630	3056	3480	3424	3631	2982	2655	2064	2896	3038
Iceland	371	384	388	403	410	448	483	520	547	566	600	609
Norway	10066	10285	9676	10434	8907	9439	9946	10443	11945	10354	11128	9071



	Wind Energy											
EU (25 countries)	133	203	300	350	417	630	1038	1221	1913	2319	3070	3805
EU (15 countries)	133	203	300	350	417	630	1038	1221	1912	2318	3064	3791
Euro-zone	48	87	164	204	254	386	686	842	1388	1823	2484	3148
Euro-zone (12 countries)	49	91	167	206	257	389	693	856	1427	1823	2484	3148
Belgium	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	8
Czech Republic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Denmark	79	89	98	101	106	166	242	260	365	370	419	478
Germany	25	58	123	147	179	261	395	475	804	899	1363	1622
Estonia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Greece	1	4	3	3	3	3	6	14	39	65	56	88
Spain	9	10	15	23	29	62	185	236	406	599	748	1038
France	0	0	0	0	1	1	2	3	7	11	23	29
Ireland	0	1	2	1	1	4	15	16	21	29	33	39
Italy	0	0	1	1	3	10	20	35	48	101	121	125
Cyprus	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Latvia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Lithuania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luxembourg	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2
Hungary	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Netherlands	13	15	20	27	38	41	55	55	71	71	78	114
Austria	0	0	0	0	0	2	4	4	6	15	17	31
Poland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	11
Portugal	0	1	1	1	2	3	8	11	14	22	31	43
Slovenia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Slovakia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finland	0	0	1	1	1	1	2	4	7	6	6	8
Sweden	3	4	6	9	12	18	27	31	39	41	52	54
United Kingdom	3	19	30	34	42	57	75	73	81	83	108	110
Bulgaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Croatia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Romania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turkey	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	4	5
Iceland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norway	0	1	1	1	1	1	1	2	3	2	6	19

(-) 'Not applicable' or 'Real zero' or 'Zero by default'
(:) Not available
(p) Provisional value

Παράρτημα 3.

Τιμές του πετρελαίου (diesel). (EURO per 1 000 litres)

Πηγή: Eurostat.



	1999s02	2000s01	2000s02	2001s01	2001s02	2002s01	2002s02	2003s01	2003s02	2004s01	2004s02	2005s01
	Without taxes											
EU (15 countries)	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Belgium	246.83	313.51	327.64	317.01	333.39	290.97	286.00	304.18	270.71	299.22	340.37	362.60
Czech Republic	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	341.26	356.78
Denmark	254.34	312.47	331.15	312.69	324.79	267.19	276.98	316.72	251.04	289.20	335.96	359.92
Germany	241.33	275.74	275.28	297.83	289.54	261.00	271.90	308.70	283.48	284.60	339.51	365.40
Estonia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	296.61	344.95
Greece	191.60	270.83	307.44	296.27	315.08	257.97	275.50	306.40	274.40	294.40	368.33	405.08
Spain	228.67	265.56	315.15	355.17	341.40	286.64	291.38	329.31	282.17	307.91	352.71	396.56
France	186.95	286.15	301.12	306.61	301.55	246.60	245.30	292.01	244.46	244.07	314.73	347.72
Ireland	249.19	306.90	363.56	446.47	371.00	368.87	356.74	323.67	326.15	289.79	384.01	416.24
Italy	234.61	308.20	351.67	369.75	348.23	293.14	301.28	342.31	306.58	326.94	376.32	433.72
Cyprus	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	370.46	381.81
Latvia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	313.98	362.61
Lithuania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	328.69	360.10
Luxembourg	217.15	296.73	329.20	307.64	329.20	286.25	292.08	314.15	270.65	288.05	334.95	342.21
Hungary	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	360.43	392.56
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	329.56	460.06
Netherlands	251.85	313.56	351.23	341.70	360.30	302.00	311.00	318.00	295.00	314.00	357.00	383.47
Austria	228.59	321.22	338.26	352.79	343.78	289.58	310.76	334.09	294.03	295.69	351.53	386.53
Poland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	324.25	389.27
Portugal	205.09	223.05	287.00	308.31	308.31	308.00	308.00	306.00	280.04	288.34	336.55	392.53
Slovenia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	306.17	338.78
Slovakia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	338.99	358.92
Finland	239.60	324.52	343.40	408.47	350.98	337.26	329.00	323.72	278.38	289.26	318.04	370.82
Sweden	303.62	307.79	335.67	344.17	358.50	302.47	297.66	341.64	308.09	314.88	345.03	377.89
United Kingdom	236.85	307.11	352.63	325.83	336.20	287.39	286.77	292.19	276.25	277.69	330.15	348.35
Norway	:	420.86	404.12	:	381.36	353.59	358.61	406.12	:	:	:	:



	1999s02	2000s01	2000s02	2001s01	2001s02	2002s01	2002s02	2003s01	2003s02	2004s01	2004s02	2005s01
	All taxes included											
EU (15 countries)	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Belgium	649.60	730.29	747.40	734.51	754.34	721.00	715.00	737.00	696.50	731.00	814.67	853.67
Czech Republic	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	781.46	815.30
Denmark	711.14	822.15	844.63	821.25	867.73	796.46	808.87	858.40	776.25	823.03	882.25	908.54
Germany	653.53	758.76	758.19	820.01	810.35	812.80	825.50	903.70	874.50	875.80	939.50	969.50
Estonia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	639.63	696.64
Greece	530.24	619.21	657.89	641.23	663.66	597.28	618.10	656.50	618.10	642.00	730.00	774.00
Spain	578.29	621.09	678.61	725.04	709.07	673.38	678.88	722.88	670.23	701.00	753.00	806.08
France	685.49	805.12	828.90	804.99	810.89	745.20	743.55	817.95	761.08	790.52	875.03	914.48
Ireland	700.90	770.73	839.30	939.61	744.07	741.50	797.00	787.00	790.00	796.00	910.00	949.00
Italy	765.39	835.63	880.04	901.73	875.91	835.63	845.39	894.62	851.75	876.18	935.43	1004.31
Cyprus	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	708.74	721.78
Latvia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	635.23	702.28
Lithuania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	678.00	715.07
Luxembourg	540.41	632.13	669.31	644.52	669.31	620.00	626.00	652.00	602.00	622.00	676.00	724.00
Hungary	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	890.76	937.02
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	680.91	830.63
Netherlands	702.45	782.00	825.88	825.43	839.95	770.00	781.00	803.00	776.00	826.00	878.00	909.00
Austria	621.35	732.54	753.62	771.06	760.88	695.00	720.00	748.00	701.00	727.00	794.00	836.00
Poland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	696.96	830.27
Portugal	548.68	548.68	623.50	648.44	648.44	648.00	690.00	700.00	690.00	699.87	767.36	833.97
Slovenia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	730.30	815.78
Slovakia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	835.86	874.45
Finland	664.01	767.61	790.65	870.04	799.90	783.08	773.00	818.05	762.74	776.00	811.12	875.51
Sweden	758.18	809.60	854.05	856.77	858.19	800.87	792.97	860.10	817.58	849.31	884.06	975.95
United Kingdom	1121.63	1257.88	1335.07	1286.50	1279.72	1210.69	1179.90	1162.67	1093.15	1125.77	1219.21	1201.41
Norway	:	1193.13	1168.01	:	1065.06	1030.21	1077.65	1142.81	:	:	:	:

(-) Not available