



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 183
Ημερομηνία 11-7-2007

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

«ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΕΧΡΙ»

Switchgrass Panicum vigratum



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΤΣΑΓΚΟΥΛΗ ΦΑΝΗ ΑΕΜ: 732

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ

Ν. ΙΩΝΙΑ 2007



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 2807/1
Ημερ. Εισ.: 14-02-2008
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2007
ΤΣΑ

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΕΧΡΙ

Switchgrass *Panicum vigratum*

Τριμελής Επιτροπή

κ. Νικόλαος Γ. Δαναλάτος, Καθηγητής (επιβλέπων)

κ. Αβραάμ Χά, Αναπ. Καθηγητής, Μέλος

κ. Αθανάσιος Σφουγγάρης, Επίκ. Καθηγητής, Μέλος

Τσαγκούλη Φανή

Εργαστήριο Γεωργίας

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής

& Αγροτικού Περιβάλλοντος,

Φυτόκο 38446, Βόλος, Ελλάδα

Ιούνιος 2007 E-mail: fenitsag@gmail.com

Πρόλογος - Ευχαριστίες:

Στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας, συνέβαλλαν με όποιο τρόπο μπορούσαν κάποιοι άνθρωποι τους οποίους και θα ήθελα να ευχαριστήσω γιατί χωρίς την αρωγή τους ίσως να μην είχε ολοκληρωθεί.

Την πολύτιμη βοήθειά του καθώς και τις γνώσεις του, μου προσέφερε απλόχερα ο καθηγητής μου κ. Νικόλαος Δαναλάτος, ο οποίος τα τελευταία χρόνια ασχολείται συστηματικά με τις ενεργειακές καλλιέργειες. Χάρη σε αυτόν, κατανόησα την σημαντικότητα της καλλιέργειας αυτής και μπόρεσα να εντρυφήσω σε όλη την διαδικασία της σποράς από την αρχή μέχρι την συγκομιδή. Ακόμη, με βοήθησε να ανατρέξω σε βιβλιογραφία στην οποία χωρίς την συνδρομή του δεν θα είχα πρόσβαση.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κ. Έλπη Σκουφογιάννη που με ενημέρωσε για ό, τι γνώριζε σχετικά με το κεχρί και ήταν πάντα πρόθυμη να λύσει τυχόν απορίες μου.

Η συνδρομή της στην πτυχιακή μου εργασία ήταν σημαντική αφού ήταν αυτή η οποία τη μελέτησε, την διόρθωσε διεξοδικά και συνέβαλε στην ολοκλήρωσή της.

Ευχαριστώ επίσης θερμά τον καθηγητή μου κ. Χα που βοήθησε στην τελειοποίηση της πτυχιακής μου εργασίας παρέχοντας μου σημαντικές γνώσεις του.

Τέλος, δε θα μπορούσα να παραλείψω τη συνδρομή του καθηγητή μου κ. Αθανάσιου Σφουγγάρη και να τον ευχαριστήσω θερμά για την πολύτιμη βοήθειά του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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

Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι η σταθερή παραγωγή τους μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας, μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης, με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μονάδες παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων κι ενέργειας. Ειδικά οι νέες καλλιέργειες, παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις ανά εδαφική μονάδα από τις συμβατικές. Αυτές οι υψηλότερες αποδόσεις βελτιώνουν την οικονομικότητά τους κι ελαχιστοποιούν τις απαιτήσεις σε έδαφος, αγροχημικά, μεταφορικά καθώς και τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

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

Η παρούσα εργασία στοχεύει κατά κύριο λόγο στην ενημέρωση των ενδιαφερόμενων για τις ενεργειακές καλλιέργειες, και συγκεκριμένα για το κεχρί – *Switchgrass Panicum vigratum*, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων. Τα δεδομένα της νέας αυτής ενεργειακής καλλιέργειας που παρουσιάζονται έχουν συλλεχθεί από αναπτυσσόμενη και σημαντική δραστηριότητα και στον ελληνικό χώρο. Επίσης, αναπτύσσονται θέματα σύγκρισης μεταξύ δύο τέτοιων ενεργειακών καλλιεργειών (του *Switchgrass* και του *Miscanthus*) , καθώς και θέματα εγκατάστασης και διαχείρισης της καλλιέργειας αυτής του *Switchgrass* στο βαθμό που αυτό έχει εφαρμοσθεί στην ελληνική και την ευρωπαϊκή πραγματικότητα.

Περιεχόμενα

Πρόλογος – Ευχαριστίες	03
Περίληψη	04
Εισαγωγή	06
1. Βιομάζα (γενικά)	07
2. Πηγές Βιομάζας	13
3. Πιλοτική εφαρμογή χρήσης του Βιοντίζελ στον Ελλαδικό χώρο	16
4. Χρήση της Βιομάζας σήμερα	21
5. Τεχνολογία μετατροπής της Βιομάζας	25
Εθνική Νομοθεσία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	33
6. Κεχρί	39
6.1 Ταξινόμηση	39
Προέλευση	40
Γεωγραφική εξάπλωση	41
6.2 Περιγραφή του φυτού	43
6.3 Ανάπτυξη	51
6.4 Πιθανές χρήσεις ως συγκομιδή βιομάζας	51
Πειραματική σύγκριση Switchgrass-Miscanthus	52
6.5 Αύξηση και ανάπτυξη	56
Λίπανση	60
Ασθένειες	64
Άρδευση	71
Είδη καυσίμων	72
Συμπεράσματα	74
Βιβλιογραφία	76

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα σημαντικό πρόβλημα της σύγχρονης κοινωνίας είναι η αναζήτηση νέων ενεργειακών πηγών. Μέχρι πρόσφατα, η τεχνολογική πρόοδος βασιζόταν στην εκτεταμένη εκμετάλλευση ενεργειακών πηγών φυσικού καυσίμου, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο, το αέριο και, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, το ουράνιο. Λαμβάνοντας υπόψη τις πρόσφατες εκτιμήσεις των επιστημόνων περί επικείμενης εξάντλησης των φυσικών αυτών πόρων, τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες για οικονομική χρήση αυτών των μη ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών, καθώς και για ελάττωση της ρύπανσης, που προκαλείται στο περιβάλλον από την κατανάλωσή τους.

Στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας, διατήρησης των φυσικών πόρων καθώς και προστασίας του περιβάλλοντος, η ανθρωπότητα πρέπει να προωθήσει, σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό, διαδικασίες ανακύκλωσης, ή αξιοποίησης άλλων, εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

Οι βασικοί στόχοι της προσπάθειας αυτής είναι η αποφυγή της σπατάλης και η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων σε όλο τον κύκλο χρήσης τους, καθώς και η ευαισθητοποίηση των ειδικών στον τομέα της ενέργειας, οι οποίοι, με τη σειρά τους, θα ερευνήσουν για εναλλακτικές πηγές, ώστε να εξλειφθεί η "εξάρτηση από μη ανανεώσιμες πηγές και να επιτύχουμε μία παγκόσμια βιώσιμη οικονομία." Σε αυτό το πλαίσιο, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην έρευνα και ανάπτυξη εναλλακτικών ανανεώσιμων και οικολογικά καθαρών πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακή, η αιολική και η υδροθερμική, καθώς και η ενέργεια που παράγεται με τη χρήση ζώντων οργανισμών, δηλαδή η βιοενέργεια. Παραγωγή βιοενέργειας σε υγρή μορφή (BIONTIZEΛ), αναμένεται να δώσει λύση στο υφιστάμενο ενεργειακό πρόβλημα, αντικαθιστώντας τα συμβατικά υγρά καύσιμα, γεγονός το οποίο αναμφισβήτητα θα έχει σημαντικές περιβαλλοντικές προεκτάσεις.

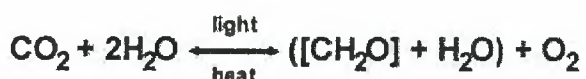
Ένας τρόπος παραγωγής βιοενέργειας είναι και η εκμετάλλευση της ΒΙΟΜΑΖΑΣ φυτών τα οποία καλλιεργήθηκαν για την αξιοποίηση των μη-διατροφικών, ή των δευτερεύουσας οικονομικής σημασίας προϊόντων τους, όπως σπόροι, βλαστοί, κτλ. Τέτοιου είδους καλλιέργειες ονομάζονται εναλλακτικές καλλιέργειες.

Παρακάτω γίνεται μια σύντομη, αλλά περιεκτική παρουσίαση σημαντικών στοιχείων όσον αφορά τη βιομάζα, το βιοντίζελ και μερικές από τις σημαντικότερες εναλλακτικές καλλιέργειες οι οποίες χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό.

ΒΙΟΜΑΖΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Κάθε οργανικό προϊόν που παίρνεται από τα φυτά, σαν αποτέλεσμα της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, ονομάζεται βιομάζα. Η ενέργεια της βιομάζας προέρχεται από φυτικές και ζωικές πρώτες ύλες, όπως ξύλο από δάση, υπολείμματα καλλιεργειών ή δασών και από ανθρώπινα, ζωικά και βιομηχανικά απόβλητα. Η ενεργειακή αξία της βιομάζας από φυτικό υλικό, προέρχεται ουσιαστικά από την ηλιακή ενέργεια, μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως φωτοσύνθεση (Comis, D. 2006) .



Η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στα φυτά και στα ζώα ή στα υπολείμματα αυτών ονομάζεται βιοενέργεια. Κατά την διάρκεια μετατροπής της βιομάζας μέσω διεργασιών, όπως η καύση, αυτή απελευθερώνει την ενέργειά της με την μορφή θερμότητας, ενώ ο άνθρακας οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα. Ουσιαστικά, η χρήση της βιομάζας για ενέργεια, βασίζεται στην αντίστροφη διεργασία της φωτοσύνθεσης. Στη φύση η βιομάζα αποσυντίθεται στα βασικά της συστατικά, με την απελευθέρωση της θερμότητας. Έτσι η απελευθέρωση ενέργειας μέσω των διαδικασιών μετατροπής της βιομάζας, προσομοιάζει των φυσικών διεργασιών, με μεγαλύτερη όμως ταχύτητα. Άρα η ενέργεια της βιομάζας, είναι μια ανακυκλώσιμη μορφή ενέργειας, η οποία ανακυκλώνει τον άνθρακα και δεν προσθέτει διοξείδιο στην ατμόσφαιρα. Από όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η βιομάζα είναι η μόνη ανακυκλώσιμη πηγή άνθρακα, ικανή να μετατραπεί σε κάθε μορφή αερίου, υγρού ή στερεού καυσίμου. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα είτε έμμεσα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

1. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

1.1. ΥΓΡΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Η παραγωγή βιολογικών καυσίμων, όπως αιθανόλη και βιοντίζελ, έχει τις δυνατότητες να αντικαταστήσει τα συμβατικά καύσιμα με μεγάλη επιτυχία, όπως δείχνουν διάφορα πειράματα. Στις ΗΠΑ αλλά και στην Ευρώπη, η παραγωγή βιολογικών καυσίμων αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς, ενώ τα προϊόντα χρησιμοποιούνται σε μίγματα από τα οποία το μίγμα που αποτελείται από 20% αιθανόλη και 80% πετρέλαιο, φαίνεται ότι είναι συμβατό με τις περισσότερες μηχανές, χωρίς καμία τροποποίηση (Greer, D. 2005) . Προς το παρόν, η παραγωγή αυτή υποστηρίζεται από τις κυβερνήσεις με διάφορα κίνητρα, αλλά στο μέλλον προβλέπεται ότι με την αύξηση της καλλιέργειας “ενεργειακών” φυτών, θα μειωθεί το κόστος παραγωγής βιολογικών καυσίμων, οπότε αυτά θα γίνουν πιο ανταγωνιστικά.

ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΣΤΗ ΘΡΑΚΗ.

Ακολουθώντας τα συμπεράσματα του προηγούμενου προγράμματος και με βάση τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα που είχαν επιτευχθεί, η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε ένα δεύτερο πρόγραμμα, με στόχο την πραγματική εισαγωγή του βιοντίζελ στην Ελληνική αγορά σε πιλοτική μορφή. Επειδή δεν υπήρχε παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα, οι απαιτούμενες ποσότητες εισήχθησαν από την Αυστρία και διακινήθηκαν στο δίκτυο πρατηρίων ΕΛΙΝ της Θράκης κατά το καλοκαίρι του 1999 και 2000. Αρχικά συμμετείχαν 5 πρατήρια (1999) και με βάση την αποδοχή του καυσίμου και την επιτυχημένη υποδομή και διανομή αυξήθηκαν σε 25 το καλοκαίρι του 2000 (Alexoroulou, 2000, Alexoroulou 2002d) .

Η διεξαγωγή του προγράμματος έγινε τους καλοκαιρινούς μήνες διότι σταματά η διάθεση του πετρελαίου θέρμανσης και τα πρατήρια έχουν δεξαμενές για την διάθεση ενός ακόμα προϊόντος. Ο λόγος για τον οποίο το βιοντίζελ διακινήθηκε μόνο από 5 πρατήρια το 1999, είναι ότι το ενδιαφέρον εστιάστηκε στα ζητήματα της ιδανικής αναλογίας του μείγματος βιοντίζελ – ντίζελ και του

εφοδιασμού και της διανομής του προϊόντος από τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης στα πρατήρια.

Η λιανική τιμή πώλησης του βιοντίζελ (τιμή αντλίας) καθορίστηκε ίση με την τιμή του ντίζελ, για να εξασφαλιστεί ότι ο καταναλωτής δεν θα επηρεαζόταν στην λήψη της απόφασης του από πιθανή διαφορά τιμής. Για να επιτευχθεί αυτό, μετά από αίτηση της ΕΛΙΝΟΙΑ, το Υπουργείο Ανάπτυξης απάλλαξε το βιοντίζελ από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης, ειδάλλως λόγω της εισαγωγής του από την Αυστρία η τιμή του θα ήταν υψηλότερη του κανονικού ντίζελ. Τα επιχειρήματα για την φοροαπαλλαγή ήταν τα ακόλουθα:

- Το βιοντίζελ είναι φυτικό οικολογικό προϊόν.
- Η ενδεχόμενη τοπική παραγωγή του μπορεί να αξιοποιήσει προϊόντα και υποπροϊόντα γεωργικής παραγωγής, συμβάλλοντας στην βελτίωση του γεωργικού εισοδήματος.
- Η επιτυχία του πιλοτικού προγράμματος για τη διάδοση του βιοντίζελ στη Θράκη.
- Η απόφαση της ΕΛΙΝΟΙΑ να επιδοτήσει και η ίδια την τιμή πώλησης του από τα πρατήρια της.

Όπως δείχνουν τα στοιχεία των πωλήσεων για το 1999 του παρακάτω πίνακα, η αποδοχή του βιοντίζελ από το κοινό ήταν ικανοποιητική:

Πρατήριο	Πωλήσεις Βιοντίζελ (lt)	% Συνολικών Πωλήσεων Ντίζελ
Ξάνθη (1)	15300	28
Ξάνθη (2)	28200	53
Κομοτηνή	69000	42
Αλεξανδρούπολη	101000	29
Φέρες	17800	41

Πίνακας 1. Πωλήσεις βιοντίζελ από τα πρατήρια της ΕΛΙΝΟΙΑ το 1999 (Δαλιάνης. Κ.)

Κατά την διάρκεια του Σεπτεμβρίου 1999, διεξήχθη έρευνα καταναλωτών στα πρατήρια που διέθεσαν βιοντίζελ, προκειμένου να αναδειχθούν οι

κύριοι λόγοι προτίμησης του καυσίμου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν:

- Το 93% όσων αγόρασαν βιοντίζελ, το χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά μετά από προτροπή του πρατηριούχου.
- Το 47% χρησιμοποίησε συστηματικά βιοντίζελ γιατί αντιλήφθηκε αισθητή μείωση καπνού στα καυσαέρια του οχήματος.
- Το 23% διαπίστωσε καλύτερη λειτουργία της μηχανής.
- Το 42% θεώρησε ότι είχε την δυνατότητα να αγοράσει ένα καλύτερο προϊόν στην ίδια τιμή.

Όσοι χρησιμοποίησαν βιοντίζελ ήταν κυρίως:

- Αγρότες ιδιοκτήτες τρακτέρ και γεωργικών οχημάτων (69%).
- Ιδιοκτήτες πετρελαιοκίνητων οχημάτων (ταξί, φορτηγά, λεωφορεία) (44%).
- Ιδιοκτήτες ΙΧ (6%). Το ποσοστό τους είναι μικρό γιατί είναι μικρό το ποσοστό των πετρελαιοκίνητων ΙΧ στην Ελλάδα.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Ταυτόχρονα με την εισαγωγή του βιοντίζελ στα πρατήρια πραγματοποιήθηκε από τον Ιούνιο 1999 ως και τον Ιούνιο 2000 μία αρχική διερεύνηση και αξιολόγηση των πρώτων υλών για την παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα. Η αναζήτηση των πρώτων υλών στηρίχθηκε στην υιοθέτηση ενός μοντέλου παραγωγής με ανάμειξη πολύ καλών και ακριβών πρώτων υλών (ελαίων) με πρώτες ύλες κατώτερης ποιότητας άρα και φτηνότερες, για την παραγωγή ενός άριστου ποιοτικά προϊόντος σε εφικτή τιμή διάθεσης στην αγορά (Πανούτσου, Κ. , 1996) .

Αναζητήθηκαν πιθανές πρώτες ύλες παραγωγής βιοντίζελ στην Ελλάδα, εφόσον υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την παραγωγή του. Οι πρώτες ύλες που επελέγησαν για παραπέρα διερεύνηση ήταν:

- Βαμβακέλαιο: υπάρχει σε επαρκείς ποσότητες, πληρεί τις προδιαγραφές και η τιμή του επιτρέπει στο παραγόμενο βιοντίζελ να είναι ανταγωνιστικό. Η πιθανή παραγωγή μπορεί να φτάσει στους 80.000

τόνους/έτος με κύριους παραγωγούς τα εκκοκκιστήρια και σποροελελαιουργεία της βόρειας και κεντρικής Ελλάδας.

- Καπνέλαιο: λάδι πολύς καλής ποιότητας με πιθανή παραγωγή ως 8.000 τόνους/έτος. Δεν παράγεται προς το παρόν και θα πρέπει να οργανωθεί το δίκτυο συλλογής του.
- Ηλιέλαιο: πιθανή παραγωγή 9.000 τόνοι/έτος εντοπισμένη στο νομό Έβρου. Είναι λάδι υψηλής ποιότητας και έχει προς το παρόν υψηλή τιμή, που το καθιστά ασύμφορο για αποκλειστική πρώτη ύλη.
- Ντοματέλαιο: μπορεί να προέλθει από βιομηχανίες κονσερβοποιίας ντομάτας και να δώσει καλής ποιότητας λάδι.
- Τηγανισμένα έλαια: προέρχονται από χώρους μαζικής εστίασης (ξενοδοχεία, εστιατόρια, στρατόπεδα). Από τις μεγάλες αλυσίδες fast food μπορούν να συλλεχθούν ως και 1.000 τόνοι λαδιού συγκεκριμένης σύστασης και ποιότητας.
- Ζωικά λίπη.

Ποιοι θα παράγουν τα βιοκαύσιμα

Στη χώρα μας ξεκίνησαν και ετοιμάζονται να μπουν στην παραγωγή βιοκαυσίμων οι εξής επιχειρήσεις:
ΔΕΗ: Προετοιμάζει την πειραματική παραγωγή βιοντίζελ στον Νομό Κοζάνης σε συνεργασία με τη Νομαρχία.

Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης: Έχει ήδη σε απεριόριστες ποσότητες πρώτη ύλη, ενώ προχωρεί σε διεθνείς διαγωνισμούς, για την κατασκευή μονάδας παραγωγής βιοντίζελ από ελαιοκράμβη και άλλα φυτικά έλαια.

ΕΛΒΥ Α.Ε. (Βιομηχανία Βιοντίζελ - Υδρύαλου): Βρίσκεται στο Κιλκίς και παράγει σε πειραματικό στάδιο βιοντίζελ από φυτικά έλαια (σογιέλαιο, βαμβακέλαιο, ηλιέλαιο).

Ελινόιλ: Το καλοκαίρι του 2006 πρόκειται να ξεκινήσει την παραγωγή του το εργοστάσιό της στον Βόλο. Θα παράγει βιοντίζελ από σπορέλαια.

1.2. ΣΤΕΡΕΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Το στερεό υπόλειμμα όλων των γεωργικών, δασοκομικών και συναφών βιομηχανικών δραστηριοτήτων, όταν αυτά είναι συμβατά ως καύσιμα με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητήρα ή εξοπλισμού και τις αντίστοιχες απαιτήσεις εκπομπών αερίων ρύπων (Henning, J.C. 1993) .

1.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές βιομάζας, δεν συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού το απελευθερούμενο διοξείδιο του άνθρακα κατά την επεξεργασία της βιομάζας, είναι ίσο με αυτό που απορροφάται από τα φυτά, κατά την ανάπτυξή τους.

1.4 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ - ΑΤΜΟΣ

Η καύση της βιομάζας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ατμού. Η θερμότητα μπορεί να είναι το κύριο προϊόν και να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων, ή μπορεί να είναι παραπροϊόν από τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Greene, N. 2004) . Ο ατμός που παράγεται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία τουρμπίνων, ή άλλες ποικίλες εφαρμογές.

1.5 ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΕΡΙΟ

Το βιολογικό αέριο, που παράγεται από αναερόβιες διαδικασίες ή από πυρόλυση, έχει πάρα πολλές εφαρμογές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για τη λειτουργία τουρμπίνων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για την παραγωγή θερμότητας είτε για εμπορικούς είτε οικιακούς σκοπούς, καθώς και σε ειδικά τροποποιημένα οχήματα ως καύσιμο κίνησης.

2. ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Οι πόροι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας, είναι ποικίλοι. Η χρήση της ενέργειας της βιομάζας, μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες, στην παραδοσιακή και στη μοντέρνα. Η τελευταία αναφέρεται σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές και στην υποκατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας, έχοντας ως πρώτες ύλες ξυλεία, υπολείμματα καλλιεργειών, βιομηχανικά- αστικά απόβλητα, καλλιέργειες για βιοαέριο και ενέργεια. Η παραδοσιακή αντίθετα, περιορίζεται σε μικρής κλίμακας χρήσεις και περιλαμβάνει ξυλεία, ξυλοκάρβουνα για οικιακή χρήση, φλοιούς ρυζιού, υπολείμματα φυτών και κοπριές ζώων (Morris, D. 2005) .

2.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Υπάρχουν πολλές καλλιέργειες που καλλιεργούνται αποκλειστικά για την παραγωγή ενέργειας, όπως είναι το κεχρί (με το οποίο θα ασχοληθούμε), ο ηλίανθος, η ελαιοκράμβη, η ατρακτυλίδα, το καλαμπόκι, τα ζαχαρότευτλα, το σόργο και άλλα. Η πλειονότητα των φυτών αυτών, καλλιεργούνται για την παραγωγή υγρών καυσίμων όπως είναι η αιθανόλη ή το βιοντίζελ (υποκατάστατα του πετρελαίου). Μάλιστα στη Βραζιλία, πάνω από 4 εκατομμύρια οχήματα κινούνται με καθαρή αιθανόλη που παράγεται από τα φυτά. Στην Ευρώπη και στην Αμερική η παραγωγή υγρών καυσίμων χρηματοδοτείται (Parrish, D.J. and J.H. Fike. 2005) . Οι σπόροι των καλλιεργειών με μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι, υπόκεινται σε ειδική επεξεργασία κατά την οποία εξάγεται το λάδι και το οποίο χρησιμοποιείται είτε απευθείας είτε μετά από κατάλληλη μεταχείριση, ως υποκατάστατο του πετρελαίου κίνησης ή θέρμανσης. Το πιο κοινό χρησιμοποιούμενο φυτό για παραγωγή βιοντίζελ είναι η ελαιοκράμβη.

Καλλιέργεια	Ενεργειακό περιεχόμενο
Ελαιοκράμβη	40.4 GJ/t
Ατρακτυλίδα	39.7 GJ/t
Ηλίανθος	39.7 GJ/t
Πετρέλαιο	38.5 GJ/t

Ενεργειακό περιεχόμενο πετρελαίου και χαρακτηριστικών ελαιοδοτικών καλλιεργειών (Todd, 1998).

Μπορούμε να έχουμε πάρα πολλά οφέλη από τη χρήση βιοντίζελ, όπως μείωση των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, οξειδία του θείου), υψηλή βιοαποικοδόμηση και πολλά άλλα. Όσον αφορά στα υπολείμματα των καλλιεργειών, αυτά παράγονται σε μεγάλες ποσότητες παγκοσμίως, αλλά δυστυχώς δεν εκμεταλλεύονται σωστά. Η κοινή πρακτική περιλαμβάνει, το παράχωμα αυτών στο έδαφος, το κάψιμό τους, ή την αποσύνθεσή τους στην επιφάνεια του εδάφους. Όμως, πολλά πειράματα έδειξαν ότι μεγάλη ποσότητα των υπολειμμάτων αυτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ενέργειας (Elbersen, 2000a,b) . Τα υπολείμματα αυτά θα μπορούσαν να μετατραπούν σε υγρά καύσιμα, ή σε αέρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

2.2 ΔΑΣΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΑΥΤΩΝ

Το ξύλο αποτελεί βασική ενεργειακή πηγή σε πολλά μέρη του κόσμου, όπως στην Ασία, την Αμερική, την Αφρική, ενώ υπάρχουν οι προϋποθέσεις να γίνει μια ανακυκλώσιμη πηγή ενέργειας. Κατάλληλος τύπος δέντρων είναι αυτός που έχει γρήγορη ανάπτυξη. Η καλλιέργεια περιλαμβάνει τη συγκομιδή των δέντρων αφήνοντάς τα έπειτα να ξαναμεγαλώσουν, συνεχίζοντας το κόψιμό τους κάθε 2-5 χρόνια. Το ξύλο μπορεί να καεί παράγοντας ατμούς για ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα, ή να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ξυλοκάρβουνων. Τα τελευταία χρόνια, πολλές χώρες έχουν δείξει ενδιαφέρον για τέτοιου είδους δασικές καλλιέργειες. Στην Αυστραλία για παράδειγμα, καλλιεργούνται πάνω από 1 εκατομμύριο εκτάρια γης γι' αυτό το σκοπό. Τα

δασικά υπολείμματα παράγονται από αραίωση των καλλιεργειών, διάνοιξη δρόμων, κόψιμο κορμών, καθώς και από φυσική φθορά. Επίσης τα πριονίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή καυσίμου (Pimentel, D. and T.W. Patzek. 2005) .

2.3 ΖΩΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Υπάρχουν ποικίλα ζωικά απόβλητα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές ενέργειας βιομάζας, αλλά η πιο κοινή είναι η κοπριά που προέρχεται από τα βοοειδή, τα πουλερικά, τους χοίρους. Στο παρελθόν, η κοπριά χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά ως λίπασμα για τις καλλιέργειες, αλλά η έντονη δυσοσμία και η μόλυνση των υπόγειων υδάτων, επέβαλε καλύτερη διαχείριση της κοπριάς, πράγμα που έδωσε περισσότερα κίνητρα για την εκμετάλλευσή της ως πηγή ενέργειας. Η πιο κοινή μέθοδος επεξεργασίας είναι η αναερόβια διάσπαση (Comis, D. 2006) . Το προϊόν αυτής είναι ένα βιοαέριο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ή για θέρμανση χώρων.

2.4 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ - ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η βιομηχανία τροφίμων παράγει μεγάλες ποσότητες αποβλήτων και παραπροϊόντων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγές ενέργειας βιομάζας. Τα στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν φλοιούς και κομμάτια λαχανικών, τροφές που κρίνονται ακατάλληλες ποιοτικά, ίνες και διάφορα άλλα. Τα απόβλητα αυτά, συνήθως ξεφορτώνονται σε χωματερές, προκαλώντας ποικίλα προβλήματα στο περιβάλλον. Τα υγρά απόβλητα, προέρχονται από το πλύσιμο κρεάτων, φρούτων, λαχανικών, προμαγείρευμα κρεάτων, πουλερικών, ψαριών, τον καθαρισμό των μηχανημάτων καθώς και από την οينوποιία. Περιέχουν πολλά στοιχεία όπως σάκχαρα, άμυλο, οργανικές ουσίες, σε πλήρη διάλυση. Υπάρχουν οι προοπτικές για κατάλληλη επεξεργασία αυτού του είδους της βιομάζας ώστε να της δώσουν, μετά από αναερόβια διάσπαση ή ζύμωση, βιοαέριο και αιθανόλη. Κάθε χρόνο, εκατομμύρια τόνοι αστικών αποβλήτων πετιούνται στις χωματερές. Η σύστασή της ποικίλει, αλλά γενικά αποτελούνται από χαρτιά, πλαστικά, μέταλλα, γυαλί και αποσυντεθειμένα οργανικά στοιχεία. Τα στερεά απόβλητα, μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια με απευθείας καύση, είτε με αναερόβια

διάσπαση στις χωματερές. Το αέριο που παράγεται από τη φυσική αποσύνθεση, περίπου 50% μεθάνιο και 50% διοξείδιο του άνθρακα, συλλέγεται και μετά από επεξεργασία καθαρισμού, χρησιμοποιείται σε μηχανές εσωτερικής καύσης, ως καύσιμη ύλη, ή σε τουρμπίνες παραγωγής ενέργειας.

3. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα των καυσίμων ντίζελ και χαρακτηρίζονται με τον όρο βιοντίζελ. Σε αντίθεση με τα άλλα υποκατάστατα των μεσαίων πετρελαϊκών προϊόντων, οι ιδιότητες του βιοντίζελ καλύπτουν τις προδιαγραφές του πετρελαίου κίνησης και για το λόγο αυτό δεν απαιτούνται τροποποιήσεις των πετρελαιοκινητήρων. Η εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα δύο ερευνητικών προγραμμάτων που διεξήχθησαν με την επίβλεψη του Εργαστηρίου Τεχνολογίας Καυσίμων και αποτελούν τις πρώτες εφαρμογές της χρήσης βιοντίζελ στην Ελλάδα. Τα προγράμματα χρηματοδοτήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του Προγράμματος Altener. Οι αναμενόμενες αλλαγές στην ζήτηση πετρελαϊκών αποσταγμάτων, οι νέες απαιτήσεις των μηχανών ντίζελ και η ανάγκη αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οδηγούν στην απαίτηση βελτίωσης της ποιότητας του ντίζελ. Η μείωση του ποσοστού θείου και η διερεύνηση για ανανεώσιμα υποκατάστατα του ντίζελ είναι μερικά από τα μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων αποτελούν ένα ανανεώσιμο υποκατάστατο του ντίζελ, γνωστό ως βιοντίζελ. Ο όρος βιοντίζελ αναφέρεται σε ανανεώσιμο υγρό καύσιμο προερχόμενο από φυτικά έλαια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αποτελεσματικό υποκατάστατο του τυπικού ντίζελ. Από χημικής άποψης, το βιοντίζελ παράγεται από μετεστεροποίηση των τριγλυκεριδίων φυτικών ελαίων με μεθανόλη. Το βιοντίζελ δεν είναι τοξικό, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και είναι εύκολα βιοδιασπώμενο. Σε σύγκριση με το ντίζελ έχει χαμηλότερες εκπομπές σωματιδίων, μονοξειδίου του άνθρακα

και υδρογονανθράκων από κινητήρες. Επίσης λόγω της πολικότητας του αυξάνει την χαμηλή λιπαντική ικανότητα του ντίζελ χαμηλού θείου.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα χρήσης βιοντίζελ σε ένα τυπικό στόλο πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων της περιοχής Αθηνών καθώς και η αποδοχή της χρήσης βιοντίζελ στο αγοραστικό κοινό κατά την πώληση του στα πρατήρια καυσίμων ΕΛΙΝΟΙΛ της περιοχής Θράκης. Σε αμφότερες τις περιπτώσεις τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ωφέλιμα τόσο από άποψη εκπομπών και απόδοσης όσο και αγοραστικής αποδοχής.

Το πρώτο ερευνητικό πρόγραμμα αποσκοπούσε στην ανάλυση των ρύπων (CO, υδρογονάνθρακες, NOx, καπνός) από τη χρήση βιοντίζελ που παράγεται από διάφορες πρώτες ύλες. Η κύρια δραστηριότητα περιελάμβανε τον έλεγχο της απόδοσης ενός στόλου 9 οχημάτων (3 φορτηγά, 4 ταξί, 1 minibus, 1 επιβατικό) που χρησιμοποιούσαν κανονικό καύσιμο και μίγματα με βιοντίζελ σε διάφορες αναλογίες. Τα είδη βιοντίζελ που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονταν από ηλιέλαιο, καλαμποκέλαιο, χαμηλής ποιότητας ελαιόλαδο και προτηγανισμένα έλαια (ΚΑΠΕ, 2004) .

Κατά τη χρονική περίοδο του προγράμματος τα οχήματα κυκλοφορούσαν στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών. Χρησιμοποιούνταν πετρέλαιο κίνησης ή μίγματα πετρελαίου κίνησης με βιοντίζελ σε διάφορες αναλογίες. Οι πειραματικές μετρήσεις των ρύπων διεξήχθησαν στο ρελαντί και στις 2500 στροφές/min για κάθε όχημα..

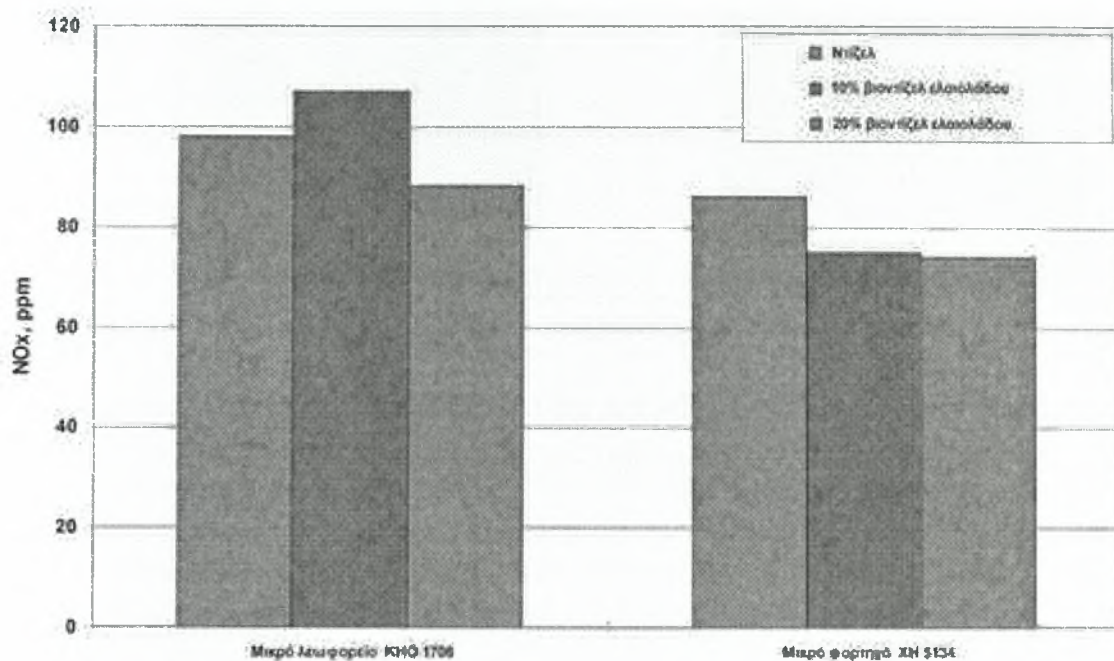
Εκτός από την επίδραση του βιοντίζελ στις εκπομπές μελετήθηκε επίσης η επίδρασή του στη φθορά των κινητήρων. Τα οχήματα χρησιμοποιούσαν τον ίδιο τύπο λιπαντικού ενώ στους προαναφερόμενους κύκλους καυσίμου ανά 1000 km, ποσότητα λιπαντικού αναλυόταν για τα σημαντικότερα μέταλλα φθοράς (Fe, Ag, Cu, Cr, Pb).

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η επίδραση προσθήκης βιοντίζελ από ελαιόλαδο στις εκπομπές NOx σε δύο από τα οχήματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων. Η Εικόνα 2 παρουσιάζει την επίδραση προσθήκης βιοντίζελ από καλαμποκέλαιο στην οπτική αδιαφάνεια καπνού.

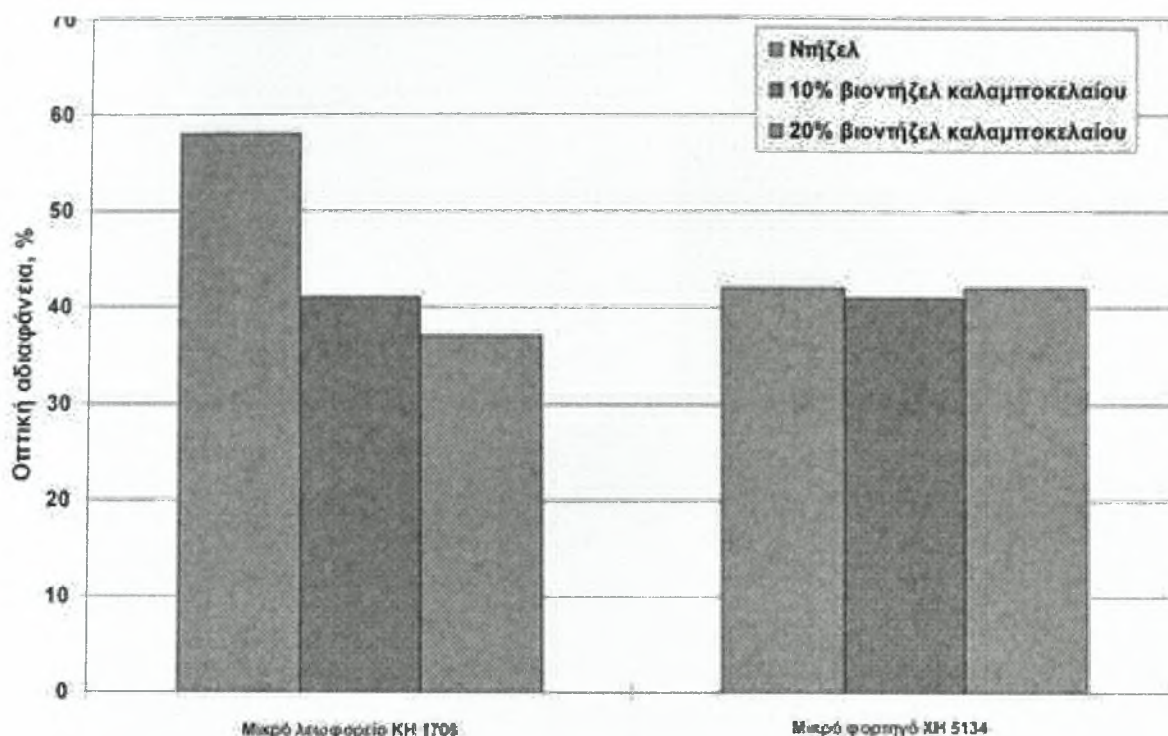
Τα αποτελέσματα δείχνουν παρόμοιες εκπομπές για τα NOx παρόλο που είναι γενικά αποδεκτό ότι οι εκπομπές NOx επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό

από τον τύπο του κινητήρα. Επίσης, φάνηκε ότι η χρήση βιοντίζελ μειώνει την εκπομπή καπνού και σωματιδίων ακόμα και σε υψηλά φορτία της μηχανής.

Στην Εικόνα 3 φαίνεται η επίδραση του βιοντίζελ στη φθορά του κινητήρα. Με εξαίρεση το Fe, οι συγκεντρώσεις των υπολοίπων μετάλλων φθοράς ήταν παρόμοιες κατά τη χρήση ντίζελ και βιοντίζελ. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις που εμφανίστηκαν για το Fe, πιθανόν λόγω των όξινων συστατικών του βιοντίζελ, αντιμετωπίζονται με κατάλληλα λιπαντικά.



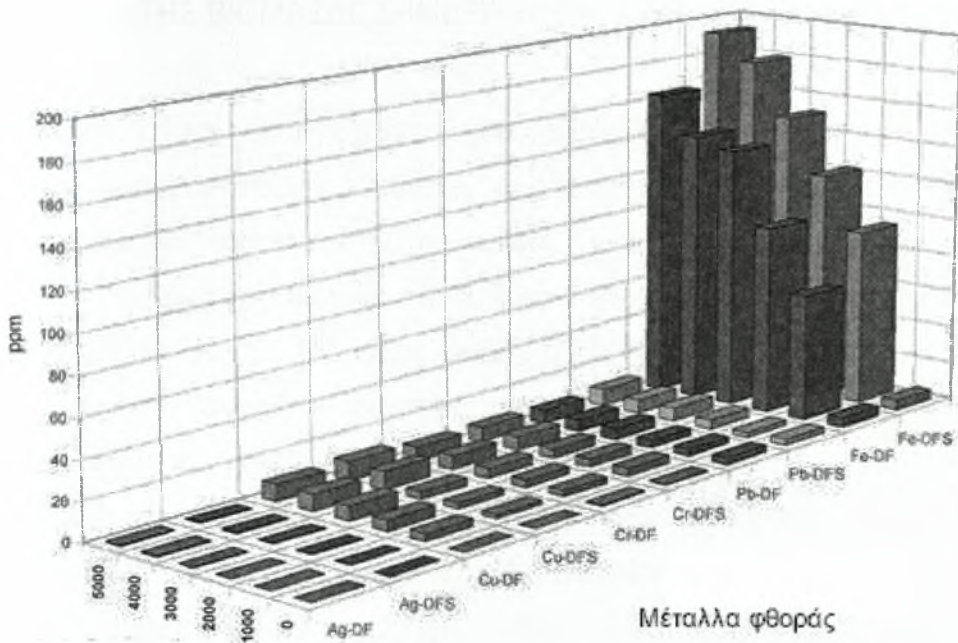
Εικόνα 1. Επίδραση της προσθήκης 10% και 20% βιοντίζελ ελαιολάδου στις εκπομπές NOx στις 2500 στροφές/λεπτό (www.iowadnr.com) .



Εικόνα 2. Επίδραση της προσθήκης 10% και 20% βιοντίζελ καλαμποκελαίου στην οπτική αδιαφάνεια καπνού (www.iowadnr.com) .

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του στόλου των αυτοκινήτων οδηγεί στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η προσθήκη βιοντίζελ στο συνηθισμένο ντίζελ, μειώνει σημαντικά την εκπομπή καπνού. Ακόμα, η χρήση του βιοντίζελ οδηγεί σε χαμηλότερες εκπομπές σωματιδίων σε υψηλά φορτία της μηχανής.
- Σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου, κάτω από τις ίδιες κυκλοφοριακές συνθήκες (όλα τα οχήματα κυκλοφορούσαν στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών) τα καύσιμα με βιοντίζελ έχουν μία μικρή αύξηση στην κατανάλωση όπως είναι αναμενόμενο.
- Ενώ τα μέταλλα φθοράς Ag, Cu, Pb και Cr δεν επηρεάστηκαν από την προσθήκη βιοντίζελ, παρατηρήθηκε μικρή αύξηση του Fe στο λιπαντικό.
- Είναι σημαντικό να παρατηρηθεί ότι όλοι οι οδηγοί που συμμετείχαν στις δραστηριότητες υποδέχθηκαν το νέο τύπο καυσίμου με ενθουσιασμό. Η κοινή διαπίστωση ήταν ότι η προσθήκη βιοντίζελ δεν επηρέασε σε καμία περίπτωση την απόδοση του οχήματος.



απόσταση (km)

Εικόνα 3. Μέταλλα φθοράς, φορητό με νίζελ κίνησης και μείγμα με 10% ηλιέλαιο, λιπαντικό SAE 20W 50 (www.iowadnr.com) .

4. ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΗΜΕΡΑ

Στις μέρες μας, οι σύγχρονες μορφές βιομάζας αποτελούν μόνο το 3% της ολικής καταναλισκόμενης ενέργειας στις βιομηχανικές χώρες. Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο ποσοστό του αγροτικού πληθυσμού των αναπτυσσόμενων χωρών, που αντιπροσωπεύει το 50% του πληθυσμού της γης, βασίζεται σε παραδοσιακές πηγές βιομάζας όπως είναι το ξύλο, για καύσιμη ύλη. Η παραδοσιακή βιομάζα αντιπροσωπεύει το 35% της ενέργειας των αναπτυσσόμενων χωρών, ανεβάζοντας έτσι το συνολικό ποσοστό στο 14% της βασικής ενέργειας παγκοσμίως. Οι φυσικές πηγές βιομάζας στον πλανήτη, μπορούν να δώσουν αποθέματα ενέργειας 9.000.000J το χρόνο, από τα οποία μόνο το 2% χρησιμοποιείται για την παραγωγή καύσιμης ύλης. Δυστυχώς όμως, είναι αδύνατο να εκμεταλλευτούμε ολόκληρη την ετήσια παραγόμενη βιομάζα. Μια έρευνα που έγινε για το θέμα αυτό από το αρμόδιο τμήμα για την ενέργεια και την ανάπτυξη των Ηνωμένων Εθνών, έδειξε ότι η βιομάζα θα μπορούσε να καλύψει περίπου το 50% των απαιτήσεων σε ενέργεια παγκοσμίως, έως και το 2050 (Henning, J.C. 1999) .

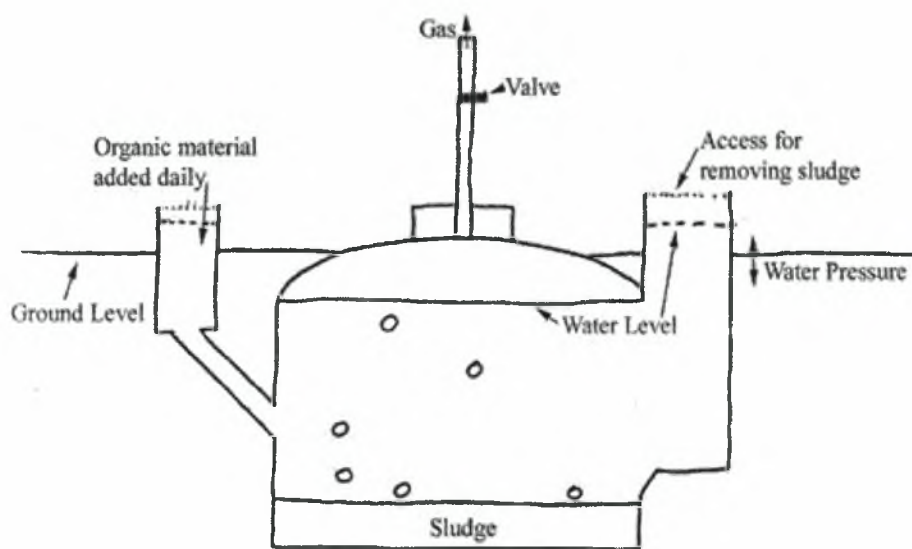
4.1 Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ

Η ικανότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα αέρια των χώρων υγειονομικής ταφής των σκουπιδιών, ήταν το 1997 περίπου στα 72MW, στην Αυστραλία. Η τεχνολογία αυτή είναι σχετικά καινούρια, γι' αυτό και πιστεύεται ότι υπάρχουν οι προϋποθέσεις για επέκταση και καλύτερη εκμετάλλευση αυτής της πηγής ενέργειας στο μέλλον. Μάλιστα πιστεύεται ότι η απόδοση των μονάδων θα τριπλασιαστεί ως το 2010 (Greer, D. 2005) . Το ξύλο αποτελεί το 2,4% της συνολικής παραγωγής σε ενέργεια, ένα μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για θέρμανση ενώ το υπόλοιπο στις βιομηχανίες χάρτου και τροφίμων.

4.2 Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΑΣΙΑ

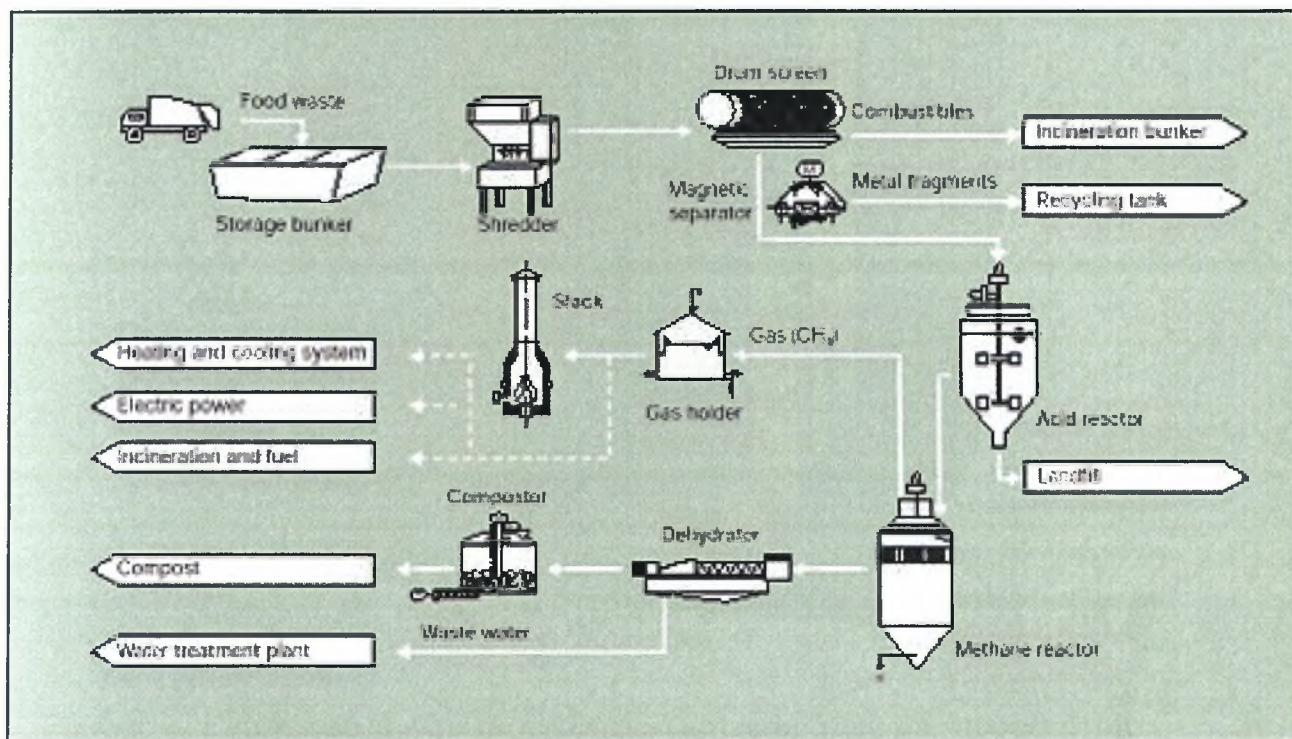
Η βιομάζα είναι μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας στην Ν.Α. Ασία, αντιπροσωπεύοντας το 40% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Σε

μερικές χώρες, όπως το Νεπάλ, το μερίδιο της βιομάζας αγγίζει το 92%, ενώ σε άλλες μόλις που φθάνει το 9%. Το αρμόδιο γραφείο για την ενέργεια των Ηνωμένων Εθνών, εκτιμά ότι η δυνατότητα της αγοράς για τη βιομάζα αγγίζει τα 6GW. Η κύρια πηγή βιομάζας, είναι τα καυσόξυλα. Τα υπολείμματα καλλιεργειών, όπως φλοιοί ρυζιού, καρύδας, καλαμιές είναι η άλλη κύρια πηγή καυσίμων βιομάζας, τόσο για οικιακή όσο και για βιομηχανική χρήση. Οι κύριες διεργασίες μετατροπής της βιομάζας που εφαρμόζονται εκεί, είναι η απευθείας καύση και η αναερόβια χώνεψη για μικρής κλίμακας εφαρμογές, αλλά οι μεγάλες βιομηχανίες προτιμούν τα σύγχρονα συστήματα ταυτόχρονης παραγωγής ενέργειας. Η παράλληλη παραγωγή θερμότητας και ενέργειας από τα δασικά και αγροτικά υπολείμματα, προωθείται κυρίως από τον ιδιωτικό τομέα σε χώρες όπως η Ινδονησία, η Μαλαισία, οι Φιλιππίνες και η Ταϊλάνδη. Σε μικρότερη κλίμακα, τα αναερόβια χωνευτήρια χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στην Ασία (Morris, D. 2005) . Υπολογίζεται ότι λειτουργούν περίπου 5 εκατομμύρια τέτοια συστήματα, το καθένα από τα οποία παράγει αρκετό βιοαέριο για να εξασφαλίσει την πλήρη λειτουργία αρκετών νοικοκυριών. Επιπρόσθετα, τα υπολείμματα των συσκευών αυτών είναι πολύ καλής ποιότητας λιπάσματα.



Σχήμα 1. Διάγραμμα Κινέζικου χωνευτηρίου που λειτουργεί με την πίεση νερού (Morris, D. 2005) .

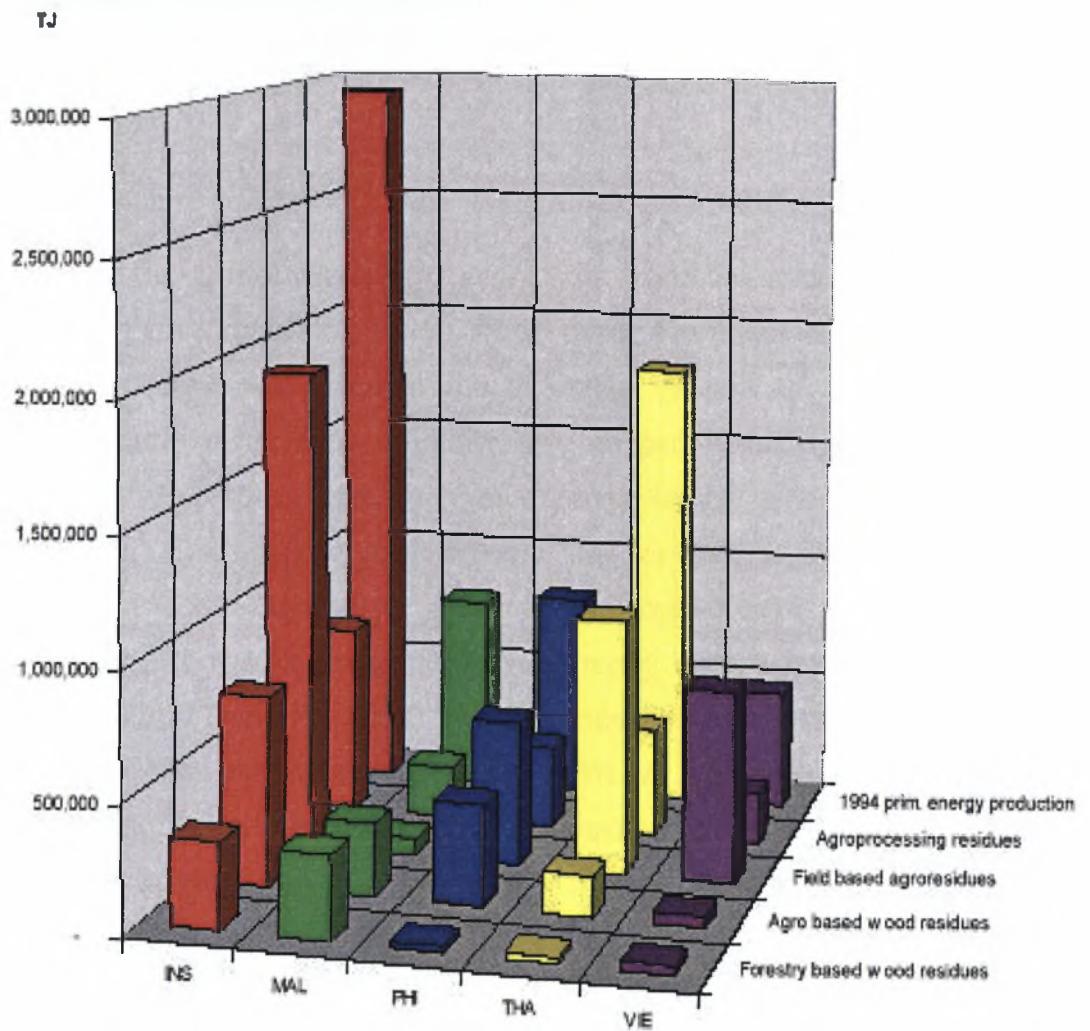
Σε μεγάλη κλίμακα, τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται στην Κορέα για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων, τα οποία κατεργάζονται 15 τόνους αποβλήτων ημερησίως.



Σχήμα 2. Σχηματική παράσταση επεξεργασίας στερεών αστικών λυμάτων (Morris, D. 2005) .

Το πιο σημαντικό ζήτημα για τη χρήση της βιομάζας, είναι η εξέλιξη νέας τεχνολογίας, ώστε να έχουμε από τη μία μεγαλύτερες αποδόσεις σε ενέργεια και από την άλλη μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος, το οποίο βέβαια είναι το πιο σημαντικό στην όλη ιστορία.

Ένα παράδειγμα σχετικό με τη συμμετοχή των αγροτικών υπολειμμάτων στην πρωτογενή παραγωγή ενέργειας, φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.



Εικόνα 4. Ενεργειακό δυναμικό αγροτικών υπολειμμάτων ως ποσοστό της συνολικής πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας σε 5 χώρες της Ασίας (www.nrdc.org) .

5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

5.1 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΑΦΟΜΟΙΩΣΗ

Πρόκειται για την αποσύνθεση της υγρής και πράσινης βιομάζας, με βακτηριακή δράση και απουσία οξυγόνου, παράγοντας ένα μίγμα αερίων που αποτελείται από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, γνωστό ως βιοαέριο (biogas). Η διαδικασία αυτή, όταν συμβαίνει στα στερεά αστικά απόβλητα, παράγει ένα αέριο γνωστό ως αέριο της χωματερής (landfill gas), το οποίο εξάγεται λόγω της βακτηριακής αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας. Το μεθάνιο συνήθως ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Παρόλα αυτά, το landfill gas μπορεί να εξαχθεί από τις υπάρχουσες χωματερές, εισάγοντας σε αυτές διάτρητους σωλήνες (Teel, A. 2003). Κατά αυτόν τον τρόπο, το αέριο μεταφέρεται μέσω των σωλήνων υπό πίεση, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας, αντί να ελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας έτσι στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το βιοαέριο, παράγεται συνήθως όταν χρησιμοποιούμε κοπριά ζώων ανακατεμένη με νερό, το οποίο ανακατεύεται και θερμαίνεται σε αεροστεγείς κλιβάνους, γνωστούς ως χωνευτήρια. Αυτά ποικίλουν σε μέγεθος, από 1 m³ ως και 2000m³. Το αέριο που παράγεται μπορεί να καεί απευθείας για θέρμανση χώρων ή να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Εναλλακτικά, οι νέες χωματερές πρέπει να κατασκευάζονται με κατάλληλη διαμόρφωση, η οποία θα βοηθά την αναερόβια αποσύνθεση. Σε αυτές, το σύστημα σωληνώσεων θα τοποθετείται πριν την συγκέντρωση των αποβλήτων, ώστε να αυξάνεται η απόδοση σε αέριο, η οποία μπορεί να φθάσει τα 1000 m³ την ώρα και να διατηρηθεί ως και 20 χρόνια. Το παραγόμενο αέριο χρησιμοποιείται γενικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με τη βοήθεια μεγάλων μηχανών εσωτερικής καύσης που μπορούν να εκμεταλλευτούν την απόδοση των χωματερών που κυμαίνεται στα 10 GJ την ώρα (Teel, A. , and S. Barnhart. 2003). Μεγάλη έμφαση τα τελευταία χρόνια δίνεται στην ανακύκλωση, ώστε να μειώνονται στο ελάχιστο δυνατό οι διαστάσεις των χώρων υποδοχής των αποβλήτων.

5.2 ΒΩΛΟΠΟΙΗΣΗ (PELLETS)

Πρόκειται για τη διαδικασία συμπύκνωσης της βιομάζας, σε υψηλές θερμοκρασίες και πολύ υψηλές πιέσεις. Τα μικρά σωματίδια της βιομάζας συμπιέζονται, ώστε να δημιουργηθούν μεγαλύτεροι βώλοι (pellets). Αυτά τα προϊόντα έχουν μικρότερο όγκο από την ολική βιομάζα, έχουν όμως μεγάλη αναλογία ενέργειας σε σχέση με τον όγκο τους, πράγμα που τα κάνει πιο συμπαγείς πηγές ενέργειας. Επίσης είναι πιο εύκολη η μεταφορά και διατήρησή τους. Οι βώλοι αυτοί χρησιμοποιούνται για καύση, θέρμανση ή για την παραγωγή κάρβουνου (Greene, N. 2004).

5.3 ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΚΑΥΣΗ

Η απευθείας καύση, είναι η κύρια κατεργασία που υιοθετήθηκε για την εκμετάλλευση της ενέργειας της βιομάζας. Η ενέργεια που παράγεται, μπορεί να παρέχει θερμότητα και/ή ατμούς για θέρμανση, βιομηχανικούς σκοπούς ή και άλλες λειτουργίες, καθώς και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μικρής κλίμακας εφαρμογές, όπως οικιακή θέρμανση, μπορεί να είναι πολύ ανεπαρκείς λόγω απωλειών κατά τη μεταφορά της θερμότητας που φθάνουν το 30-90%. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί, με τη χρήση πιο αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης. Όσον αφορά πηγές βιομάζας μεγαλύτερης κλίμακας, όπως είναι η ξυλεία, τα υπολείμματα καλλιεργειών και δασών και τα αστικά στερεά απόβλητα, αυτά μπορούν να καούν σε μεγάλους φούρνους και λέβητες ώστε να παράγουν θερμότητα, ή ατμό που θα θέσει σε κίνηση ατμοκίνητες γεννήτριες.

Η ενέργεια που παίρνουμε σε κάθε εργοστάσιο παραγωγής, περιορίζεται από τις διαθέσιμες πρώτες ύλες τροφοδοσίας και είναι γενικά μικρότερη των 25 MW. Παρόλα αυτά, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες πρώτες ύλες, όπως φυλλώδεις καλλιέργειες, μπορούμε να αυξήσουμε τις αποδόσεις σε ενέργεια στα 50-75MW, ανεβάζοντας κατακόρυφα τα οικονομικά οφέλη. Ένα τέτοιο εργοστάσιο, βρίσκεται στο Vermont στις ΗΠΑ, το οποίο αποδίδει 50MW ενέργειας από την καύση ξύλου (Oregon State University. 2006).

Οι στρωμένες των κοτόπουλων, ένα μίγμα από άχυρο, πριονίδια ξύλου και περιττώματα των πουλερικών, είναι ακόμη μία δυναμική πηγή βιομάζας, για την εκμετάλλευση της οποίας κατασκευάζεται υπερσύγχρονη μονάδα στην Αγγλία. Οργανωμένα συστήματα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, μπορούν να συγκριθούν όσο αφορά την παραγόμενη ενέργεια, με εκείνα των συμβατικών καυσίμων. Αυτό όμως προϋποθέτει μεγαλύτερο κόστος, λόγω της ειδικής κατασκευής των καυστήρων ώστε να μεταχειρίζονται το υψηλό ποσοστό υγρασίας της βιομάζας. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας τη βιομάζα σε ένα σύνθετο σύστημα παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος γίνεται οικονομικά αποδεκτό.

5.4 ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Η πυρόλυση, είναι η βασική θερμοχημική διαδικασία με την οποία η στερεά βιομάζα μετατρέπεται σε υγρό καύσιμο. Η βιομάζα θερμαίνεται απουσία οξυγόνου, ή καίγεται σταδιακά παρουσία περιορισμένης ποσότητας οξυγόνου, παράγοντας ένα μίγμα αερίων πλούσιο σε υδρογονάνθρακες, ένα ελαιώδες υγρό και ένα στερεό υπόλειμμα πλούσιο σε άνθρακα. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, το παραγόμενο στερεό υπόλειμμα είναι το ξυλοκάρβουνο, το οποίο έχει μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα από το πρωτότυπο καύσιμο, δεν παράγει καπνούς κατά την καύση του, έτσι είναι ιδανικό για οικιακή χρήση. Τα παραδοσιακά καμίνια ξυλοκάρβουνο, είναι σωροί από ξύλα καλυμμένα από χώμα, ή λάκκοι στο έδαφος. Παρόλα αυτά, η διαδικασία καρβωνοποίησης σ' αυτά τα καμίνια είναι αρκετά αργή και ανεπαρκής, γι' αυτό και έχουν αντικατασταθεί από πιο σύγχρονα. Το βιολογικό πετρέλαιο που παράγεται έπειτα από αυτές τις διαδικασίες, μπορεί να μεταφερθεί και να διυλιστεί προς προϊόντα παρόμοια με αυτά του διυλισμένου ακατέργαστου πετρελαίου.

5.5 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

Η αεριοποίηση, είναι μια μορφή πυρόλυσης που διεξάγεται σε συνθήκες με περισσότερο αέρα και υψηλές θερμοκρασίες, ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοση αερίου. Το παραγόμενο αέριο, είναι ένα μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα, υδρογόνου, μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα και αζώτου. Έχει πολλές περισσότερες εφαρμογές από την πηγή βιομάζας που χρησιμοποιήθηκε. Μπορεί με καύση του να παραχθεί θερμότητα και ατμός, ή να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές εσωτερικής καύσης και αεροτουρμπίνες προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ή ακόμα και σαν καύσιμο για την κίνηση οχημάτων (όπως έγινε στο Β. Παγκόσμιο Πόλεμο στην Αυστραλία και στη Γερμανία). Η αεριοποίηση της βιομάζας, είναι μια διαδικασία τελευταίας γενιάς, όσο αφορά τις τεχνικές μετατροπής της σε ενέργεια, και χρησιμοποιείται σε μια κλίμακα ως και 50 MW για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα, και να μειωθεί το κόστος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα με τη χρήση αεροτουρμπίνων (Mc Laughlin, S. 1999). Υψηλές αποδόσεις μπορούν να επιτευχθούν, με τη χρήση συνδυασμού συστημάτων αεροτουρμπίνων, ώστε να έχουμε ανακύκλωση της χαμένης θερμότητας από τις τουρμπίνες που θα μας γίνει ατμό για την κίνηση ατμοκίνητων τουρμπίνων.

Έρευνες έδειξαν ότι, τα εργοστάσια παραγωγής αερίου με πρώτη ύλη βιομάζα είναι τόσο οικονομικά όσο και τα συμβατικά εργοστάσια καύσης γαιανθράκων. Παρόλα αυτά, η μεγαλύτερη πρόκληση είναι ο καθαρισμός των παραγόμενων αερίων ώστε να πληρούν τα όρια περιεχόμενων ρύπων. Τα εργοστάσια αυτά μπορούν να τροφοδοτούνται με ποικιλία καυσίμων όπως, ξύλο, φλοιούς καρύδας ή ρυζιού. Οι αποδόσεις σε ενέργεια, καθορίζονται από την τροφοδοσία σε βιομάζα, αλλά δεν ξεπερνούν τα 80 MW. Η πρώτη μονάδα κατασκευάστηκε στο Varnamo της Σουηδίας με απόδοση στα 6MW και πρώτη ύλη πριονίδια ξύλου. Αυτή που σχεδιάζεται στη Μινεσότα των ΗΠΑ, θα είναι η μεγαλύτερη στον κόσμο με απόδοση που θα φθάνει τα 75 MW. Υπάρχουν και άλλες τέτοιες μονάδες ανά τον κόσμο, από τις οποίες κάποιες λειτουργούν κανονικά, ενώ για κάποιες η λειτουργία τους κρίθηκε ανοικονομική (Bouton, J. 1999).

5.6 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ

Πρόκειται για μια διαδικασία που προσομοιάζει στην πυρόλυση, με παρουσία πολύ μικρού ποσοστού οξυγόνου, όπου οι παραγόμενοι ατμοί απομακρύνονται. Οι σύγχρονοι κλίβανοι λειτουργούν σε θερμοκρασίες κοντά στους 600 °C, παράγοντας το 25-35% της ξηρής βιομάζας ως κάρβουνο, ενώ τα αέρια που ελευθερώνονται χρησιμοποιούνται για την ξήρανση των καμινιών. Το κάρβουνο που παράγεται είναι 75-85% άνθρακας και είναι πολύ χρήσιμο ως συμπαγές καύσιμο. Μπορεί να καεί και να παράγει θερμότητα σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα. Επίσης, είναι δυνατόν να γίνει καύση μίγματος κάρβουνου και βιομάζας(συνήθως τεμαχισμένο ξύλο) με συγκεκριμένη αναλογία, για την δημιουργία ατμών που θα συμβάλλουν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Henning, J.C. 1993). Στην Αμερική έχουν επενδύσει πολλά στη συγκεκριμένη διαδικασία, αφού όλα δείχνουν ότι πρόκειται για μια πολλά υποσχόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στο μέλλον.

5.7 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Η αιθανόλη μπορεί να παραχθεί από υλικά βιομάζας που περιέχουν σάκχαρα, άμυλο και κυτταρίνη(πίνακας 2). Τα φυτά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό είναι, το ζαχαροκάλαμο, το ζαχαρότευτλο, ο ηλιάνθος, το στάρι καθώς και το ξύλο. Η βιομάζα που περιέχει μεγάλο ποσοστό σε άμυλο, είναι πιο φθηνή από αυτή με πολλά σάκχαρα, αλλά χρειάζεται επιπλέον επεξεργασία, όπως συμβαίνει και με τις πρώτες ύλες πλούσιες σε κυτταρίνη. Η λιγνίνη που παράγεται ως παραπροϊόν, που είναι περίπου το 50% του υλικού, καίγεται παρέχοντας την απαιτούμενη ενέργεια για τη συνέχιση της διαδικασίας.

Παραγωγή αιθανόλης από λιγνο-κυτταρινούχα παράγωγα

Πρώτη ύλη

(Υδρολυτικός παράγοντας)

Ξηρά ουσία Αιθανόλη

(l/ha)

(l/t)

Softwood	(αραιά οξέα)	9-15	190- 220
	(συμπυκνωμένα οξέα)	9-15	290- 270
Hardwood	(αραιά οξέα)	9-15	160- 180
	(συμπυκνωμένα οξέα)	9-15	190- 220
Άχυρο	(αραιά οξέα)	1,5-3,5	140- 160
	(συμπυκνωμένα οξέα)	1,5-3,5	160- 180

Πίνακας 2. Αποδόσεις αιθανόλης από φυτά πλούσια σε υδαάνθρακες και από κυτταρινούχα προϊόντα (www.extension.iastate.edu).

Ο παρακάτω πίνακας, μας δείχνει τις αποδόσεις συγκεκριμένων καλλιεργούμενων φυτών σε αιθανόλη (Comis, D. 2006).

Πρώτη ύλη	Υδατάνθρακες (t/ha)	% CHO	Αιθανόλη (l/ha)	Χρονικό πλαίσιο
Ζαχαρότευτλο	40-60	16	4,680	6 μήνες
Ζαχαροκάλαμο	50-100	13	5,703	13 μήνες
Καλαμπόκι	4-8	60	2,106	4 μήνες
Σιτάρι	2-5	62	1,269	5 μήνες
Κριθάρι	2-4	52	1,912	5 μήνες
Σόργο	2-5	70	1,433	4 μήνες
Πατάτες	20-30	18	2,632	5 μήνες
Γλυκοπατάτες	10-20	26	2,281	5 μήνες
Cassava	20-30	27	3,948	8 μήνες
Cassava	50-60	40	12,870	20 μήνες
Artichokes	30-60	17	4,475	5 μήνες

Η αιθανόλη παράγεται μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως ζύμωση. Τα σάκχαρα εξάγονται από τη συγκεντρωμένη βιομάζα με σύνθλιψη, έπειτα ανακατεύονται με νερό και ειδική ζύμη και διατηρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες, σε μεγάλες δεξαμενές γνωστές ως ζυμωτήρια. Η ειδική αυτή ζύμη που προστίθεται, έχει την ιδιότητα να διασπά τα σάκχαρα και να τα μετατρέπει σε αιθανόλη. Μετά από αυτά, πρέπει να γίνεται απόσταξη, ώστε να απομακρύνονται το νερό και άλλες ακαθαρσίες από το αραιωμένο οينوπνευματώδες παράγωγο(10-15% σε αιθανόλη). Η συμπυκνωμένη αιθανόλη(το 95% του όγκου), απομακρύνεται και μετατρέπεται σε υγρή μορφή, μέσω ειδικής επεξεργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθεί σαν προσθετικό ή υποκατάστατο του πετρελαίου σε μηχανές ανάφλεξης με σπινθήρα.

Στη Βραζιλία, λειτουργεί ολόκληρη βιομηχανία παραγωγής αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο, για τη χρήση της ως καύσιμο σε ανάμιξη με το πετρέλαιο. Στην Αμερική, το καλαμπόκι αποτελεί πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθανόλης, η οποία αναμιγνύεται με τη βενζίνη και δίνει καύσιμο. Όμως για την πλήρη υποκατάσταση του πετρελαίου, απαιτούνται ορισμένες μηχανικές μετατροπές. Τα μέρη των φυτών που δεν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αιθανόλης, όπως η καλαμιά, μπορούν να τροφοδοτήσουν με ενέργεια την όλη διαδικασία. Υπάρχει σημαντική απώλεια ενέργειας στο στάδιο της απόσταξης, ιδιαίτερα στην πολύπλοκη φάση συμπύκνωσης της αιθανόλης, η οποία όμως είναι αποδεκτή, λόγω των πολλών εφαρμογών του παραγόμενου υγρού καυσίμου και του σχετικά μικρού κόστους της όλης διαδικασίας (Comis, D. 2006).

Εθνική νομοθεσία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η ελληνική νομοθεσία, όσον αφορά στο θέμα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, έχει μεγάλο εύρος και κυρίως αφορά στην ενσωμάτωση διεθνών ή ευρωπαϊκών νομοθετικών γραμμών στο Εθνικό Δίκαιο. Το νομοθετικό πλαίσιο, που σχετίζεται με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), αφορά κυρίως τα εξής:

Νόμος 2773/99, «Περί της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα». Τα κύρια σημεία του νόμου αυτού είναι: (α) Δίνεται προτεραιότητα στην κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια, από εκείνη που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές. Αυτό ελέγχεται από την Εταιρία Διαχείρισης του συστήματος παραγωγής ενέργειας. (β) Οι επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από ανανεώσιμες πηγές, θα υπογράψουν δεκαετές συμβόλαιο με την Εταιρία Διαχείρισης του συστήματος, σε τιμή το πολύ 90% της μέσης τιμής ισχύος.

Νόμος 2244/94, «Περί αναθεώρησης στον Κώδικα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» και

Υ.Α. 8295/95, Οι δύο αυτές νομοθετικές αυτές ρυθμίσεις έδωσαν κίνητρα για την προώθηση των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα. Αυτές αποτέλεσαν τα απαραίτητα κανονιστικά εργαλεία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητες εταιρίες και το διαχωρισμό σε «παραγωγούς» ενέργειας, που διαθέτουν το σύνολο της παραγόμενης ενέργειάς τους στη Δ.Ε.Η. και σε εκείνους, που χρησιμοποιούν την ενέργεια, που παράγουν, για κάλυψη των δικών τους αναγκών και το υπόλοιπο το διαθέτουν στη Δ.Ε.Η. Ο νόμος αυτός ίσχυε μέχρι το τέλος του 2000 και στη συνέχεια αντικαταστάθηκε από τον 2773/99, που αναφέρθηκε παραπάνω. Ωστόσο παραμένει ακόμα ως σημείο αναφοράς (<http://www.ypan.gr>).

Πρόγραμμα για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ως μέρος του Επιχειρησιακού Προγράμματος για την Ενέργεια (1994 – 1999)

Το πρόγραμμα αυτό αποτέλεσε τον κύριο χρηματοδοτικό μηχανισμό για εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε. Ο συνολικός προϋπολογισμός ανερχόταν στα 340 Μ€, και συγκεκριμένα 139,6 Μ€ δημόσια χρηματοδότηση και 200,4 Μ€ ιδιωτική. Το πρόγραμμα υποστήριξε κυρίως επενδύσεις, που αφορούσαν τις Α.Π.Ε., αλλά και τη σύσταση κατάλληλης υποδομής, όπως τη θέσπιση του Εθνικού Συστήματος Πιστοποίησης, τη διερεύνηση του δυναμικού των Α.Π.Ε. και τον καθορισμό του βέλτιστου διαχειριστικού και νομοθετικού πλαισίου για τις Α.Π.Ε..

Αναπτυξιακός Νόμος 1892/90, μαζί με τον τροποποιητικό του **Ν. 2234/94**, ο τροποποιητικός νόμος ήταν ένας γενικός «Αναπτυξιακός Νόμος», που παρείχε επιδοτήσεις σε επίπεδο 40 – 60% για επενδύσεις από ιδιωτικές επιχειρήσεις, συμπεριλαμβανομένων και των Α.Π.Ε.

Αναπτυξιακός Νόμος 2601/98 : Το Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, μέσω του Ν. 2601/98, παρείχε οικονομικά κίνητρα, με τη μορφή κυρίως της επιχορήγησης κεφαλαίων, για ιδιωτικές επενδύσεις στην Ελλάδα. Στο πεδίο ισχύος του νόμου αυτού εμπίπτουν και οι επενδύσεις που αφορούν τις Α.Π.Ε. Στο παρελθόν είχαν κατατεθεί αρκετές προτάσεις σχετικές με τις Α.Π.Ε. βάσει αυτού του νόμου. Το ποσοστό επιχορήγησης επί του συνολικού επενδυτικού προϋπολογισμού κυμαίνεται μεταξύ 15% και 40%, ανάλογα με την περιοχή, που θα εγκατασταθεί η επένδυση.

Το κατώτερο όριο της ιδιωτικής συμμετοχής στις επενδύσεις αυτές κλιμακώνεται ανάλογα με την περιοχή και κινείται μεταξύ 15% και 40%. Η εκμετάλλευση της βιομάζας με σκοπό την παραγωγή ενέργειας αναφέρεται στο Άρθρο 2, στην παράγραφο ε΄. Οι επενδύσεις διακρίνονται σε 2 κατηγορίες: (α) Επιχειρήσεις που ασχολούνται με την εκμετάλλευση γεωργικών υπολειμμάτων, υπολειμμάτων αγροβιομηχανιών, αστικών αποβλήτων και λυμάτων. Το κατώτερο όριο του συνολικού προϋπολογισμού ανερχόταν στα 176.000 €, (β) Επιχειρήσεις που ασχολούνται με την παραγωγή βιομάζας από την καλλιέργεια ετήσιων ή πολυετών ενεργειακών

φυτικών ειδών, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Το κατώτερο όριο του συνολικού προϋπολογισμού ήταν 88.000 €.

Κ.Υ.Α. 163/95, των Υπουργών Γεωργίας και Οικονομικών, με την απόφαση αυτή χρηματοδοτήθηκαν σε μεγάλο βαθμό ειδικές επενδύσεις, που αφορούσαν τη χρήση βιομάζας για παραγωγή ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό προωθήθηκε η ανέγερση θερμοκηπίων την περίοδο 1994 – 1999, όπου το συνολικό κόστος κεφαλαίου επιδοτήθηκε μέχρι και κατά 70%, ανάλογα με την περιοχή που βρισκόταν η επένδυση. Σύμφωνα με αυτήν την απόφαση δικαιούχοι της χρηματοδότησης ήταν οι κάτοχοι θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων, μεγέθους 3 – 5 στρεμμάτων, που καλύπτουν τις ανάγκες σε θέρμανση με τη χρήση βιομάζας, ηλιακής ενέργειας ή γεωθερμίας.

Εθνική πολιτική για την εκμετάλλευση της βιομάζας



Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει ένα κεντρικό εθνικό πρόγραμμα που να καθορίζει τις δραστηριότητες για την εκμετάλλευση της βιομάζας με σκοπό την παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα. Τα πλέον σχετικά μέτρα εθνικής στρατηγικής είναι τα εξής:

Ελληνική Λευκή Βίβλος για τις Α.Π.Ε.: Η Ελληνική Λευκή Βίβλος για τις Α.Π.Ε., που αποτελεί την εναρμόνιση με τη Λευκή Βίβλο που εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, είναι η κύρια βάση για τη σύσταση του Εθνικού Σχεδίου για τις Α.Π.Ε. του Υπουργείου Ανάπτυξης. Στο Εθνικό Σχέδιο διευκρινίζεται η στρατηγική για την εκμετάλλευση της ενέργειας της βιομάζας και των απορριμμάτων, παρουσιάζονται νέες ενέργειες για την ορθολογική χρήση των πόρων και προτείνονται οικονομικά κίνητρα.

Πρόγραμμα Μείωσης των Εκπομπών CO₂ : Βασίζεται στις Αρχές των Διασκέψεων του Ρίο και του Κιότο, αναμένεται να θέσει ένα πλαίσιο για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του «φαινομένου του θερμοκηπίου» σε εθνικό

επίπεδο. Στο Πρόγραμμα αυτό η συμμετοχή της βιομάζας είναι πολύ σημαντική και αναμένεται να συμβάλλει αποφασιστικά στον περιορισμό των εκπεμπόμενων «αερίων του θερμοκηπίου» τα επόμενα χρόνια.

Παρόλο που στην Ελλάδα δεν υπάρχει κεντρικός σχεδιασμός για την εκμετάλλευση της βιομάζας ή των απορριμμάτων, για την παραγωγή ενέργειας, ωστόσο πραγματοποιούνται διάφορες μεμονωμένες δραστηριότητες, που αφορούν την προώθηση γενικά των Α.Π.Ε., την προστασία του περιβάλλοντος, τη βιομηχανική ανάπτυξη κ.τ.λ., στα πλαίσια αντίστοιχων Προγραμμάτων. Βάσει αυτών των Προγραμμάτων έχουν ήδη κατατεθεί σχέδια για την ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας και κάποια από αυτά έχουν τεθεί σε εφαρμογή (<http://www.ypan.gr>).

Τα πιο σημαντικά από αυτά τα προγράμματα αναφέρονται παρακάτω:

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ενέργεια : Το κυριότερο χρηματοδοτικό όργανο στήριξης των επενδύσεων που αφορούσαν τις Α.Π.Ε. ήταν μέχρι το 1999 το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ενέργεια και πλέον το Πρόγραμμα 2, που ανήκει στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ανταγωνιστικότητα του Γ' Κ.Π.Σ. (2000 – 2006). Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ενέργεια βασίστηκε στο Β' Κ.Π.Σ. για την Ελλάδα και αποτελούσε μέλημα του Υπουργείου Ανάπτυξης. Το Πρόγραμμα παρείχε συγχρηματοδότηση σε επενδύσεις που έχουν σχέση με εξοικονόμηση ενέργειας ή με εφαρμογές εκμετάλλευσης Α.Π.Ε. στην Ελλάδα και είχε 5ετή διάρκεια, δηλαδή τα έτη 1994 - 1999. Ο συνολικός προϋπολογισμός για το Πρόγραμμα αυτό ήταν 147 Μ€ και η χρηματοδότηση παρέχονταν μέσω επιμέρους Μέτρων. Το Μέτρο 2.2 περιλάμβανε τις δραστηριότητες εξοικονόμησης ενέργειας, το Μέτρο 3.2 την προώθηση των Α.Π.Ε. και το Μέτρο 2.3 τη στήριξη για επενδύσεις σχετικές με τις Α.Π.Ε. Το Πρόγραμμα ολοκληρώθηκε μέσω δύο κύκλων προσκλήσεων για την κατάθεση προτάσεων. Κατά τη διάρκεια των 2 γύρων προτάσεων που υποβλήθηκαν στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος για την Ενέργεια / Μέτρο 3.2 , εγκρίθηκαν 12 σχέδια, σχετικά με εφαρμογές της βιοενέργειας.

Κατά τη διάρκεια του 1ου κύκλου είχε σχεδιαστεί η διάθεση περίπου 82 Μ€. Ο 1ος κύκλος περιλάμβανε προτάσεις χρηματικού ύψους 176 Μ€. Από τις 117 προτάσεις που είχαν κατατεθεί στον 1ο κύκλο, επιλέχθηκαν οι 51, από

τις οποίες οι 4 αφορούσαν εφαρμογές χρήσης βιομάζας. Οι 3 από αυτές αναφέρονταν στην εκμετάλλευση υπολειμμάτων εκκοκκιστηρίων βαμβακιού και η 1 στην εκμετάλλευση αστικών λυμάτων. Το σύνολο των προτάσεων αυτών χρηματοδοτήθηκε με 51,6 Μ€, για επενδύσεις σχετικές με εξοικονόμηση ενέργειας, και με 30,4 Μ€, για εφαρμογές Α.Π.Ε. Ο προϋπολογισμός του 2ου κύκλου ανερχόταν στα 214 Μ€, από αυτά το ποσό των 147 Μ€ προοριζόταν για εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ 67 Μ€ για εφαρμογές Α.Π.Ε.. Κατά τη διάρκεια αυτού του κύκλου επιλέχθηκαν τελικά 8 προτάσεις σχετικές με την παραγωγή βιοενέργειας. Από αυτές οι 4 αφορούσαν την εκμετάλλευση γεωργικών υπολειμμάτων, 2 την εκμετάλλευση απορριμμάτων και αστικών λυμάτων και 2 την τηλεθέρμανση.

Πρόγραμμα 2, του Επιχειρησιακού Προγράμματος για την Ανταγωνιστικότητα: Το Μέτρο 2.1 του Προγράμματος 2 του Επιχειρησιακού Προγράμματος για την Ανταγωνιστικότητα στοχεύει στην παροχή κρατικής υποστήριξης στις ιδιωτικές επενδύσεις σε Α.Π.Ε. και η κρατική επιχορήγηση, για επενδύσεις στον τομέα βιομάζα – βιοαέριο, ανέρχεται στο 40% του συνολικού κόστους επένδυσης, εξαρτώμενο βέβαια και από τη γεωγραφική περιοχή. Στα πλαίσια της πρώτης προκήρυξης του Μέρους 2.1, εγκρίθηκαν ιδιωτικές επενδύσεις κόστους 745,4 Μ€, από τον Υπουργό Ανάπτυξης τον Ιούνιο του 2002. Η έγκριση έγινε μετά από αξιολόγηση των προτάσεων που κατατέθηκαν, οι οποίες αφορούσαν τη χρήση Α.Π.Ε. και τεχνολογιών περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας, που αντιστοιχούσαν στο 26% του συνολικού προϋπολογισμού για τις δράσεις του Τομέα Ενέργειας και Φυσικών Πόρων, Προγράμματος που ανήκει στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ανταγωνιστικότητα. Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν 201 επενδυτικές προτάσεις. Εγκρίθηκαν 95 προτάσεις, που αναφέρονται καθαρά σε εφαρμογές Α.Π.Ε. Οι 13 από αυτές αφορούσαν τη χρήση βιομάζας, με συνολικό κόστος 53,3 Μ€, 1 σχέδιο αναφέρεται στην παραγωγή βιοκαυσίμων, 7 σχέδια σε σύσταση μονάδων παραγωγής ενέργειας και 5 σχέδια στη χρήση βιομάζας για παραγωγή θερμότητας.

Οδηγίες Ε.Ε για τα βιοκαύσιμα (2003/30/ΕΚ, 2003/96/ΕΚ). Το 2003 το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, ενέκριναν δύο οδηγίες που αφορούσαν εναλλακτικές ενεργειακές πηγές και μείωση των αερίων του θερμοκηπίου: Την οδηγία 2003/30/ΕΚ, η οποία προωθεί τα βιοκαύσιμα, θέτοντας σταδιακούς στόχους για την κατανάλωση στον τομέα των μεταφορών και την οδηγία 2003/96/ΕΚ η οποία αφορά την αποφορολόγηση. Αυτή επιτρέπει στα κράτη-μέλη να ορίσουν ολική ή μερική αποφορολόγηση των βιοκαυσίμων. Η οδηγία 30 του 2003, ορίζει ως Εθνικούς ενδεικτικούς στόχους για τη χρήση των βιοκαυσίμων, το 2% του συνόλου των μεταφορών για το 2005, το οποίο σταδιακά θα ανέλθει στο 5,75% το έτος 2010. Ως βιοκαύσιμα ορίζει μια σειρά προϊόντων όπως: βιοαιθανόλη, βιοντήζελ, βιοαέριο, βιομεθανόλη κ.ά.

6. Κεχρί

6.1. Ταξινόμηση – Προέλευση – Γεωγραφική εξάπλωση



Kingdom: *Plantae*

Division: *Magnoliophyta*

Class: *Liliopsida*

Order: *Poales*

Family: *Poaceae*

Genus: *Panicum*

Species: *P. vigratum*

Τα είδη που παρουσιάζουν καλλιεργητικό ενδιαφέρον είναι τα εξής:

- *Panicum miliaceum* L. ($2n=4x=36$) (κοινό κεχρί-proso ή common millet)
- *Setaria italica* (L.) Beauv. ($2n=2x=18$) (ιταλικό κεχρί-italian ή foxtail millet)
- *Echinochloa frumentacea* (Roxb.) Link ($2n=4x=36$) (ιαπωνικό κεχρί barnyard ή japanese millet)

- *Pennisetum typhoides* (Burm.f.) Stapf. & Hub. (= *P. americanum* (L.) Leeke) ($2n=2x=14$) (μαργαριτώδες κεχρί-pearl ή bulrush millet)
- *Eleusine coracana* Gaertn ($2n=4x=36$) (δακτυλοειδές κεχρί-finger millet).

Σποραδικά επίσης καλλιεργούνται τα είδη *Paspalum scrobiculatum* L., *Panicum miliare* (κυρίως στις φτωχότερες και ξηρότερες περιοχές της Ινδίας) και *Panicum ramosum* (Bono & Leclercq, 1963).

Η προέλευση του κοινού κεχριού δεν είναι βέβαιη: πιθανόν να έχει ως πρόγονο το αιθιοπικό είδος *Panicum callosum* Hochst (Gill & Vear, 1980). Εν τούτοις, δεν υπάρχουν μαρτυρίες για καλλιέργειά του σε γειτονικές προς την Αιθιοπία περιοχές κατά την αρχαιότητα (Αίγυπτος ή Ν.Δ. Ασία), αν και ήταν αρκετά διαδεδομένο κατά τη νεολιθική εποχή στη νότια και κεντρική Ευρώπη. Κατά την εποχή του χαλκού είχε επεκταθεί και στη βόρεια Ευρώπη (εκτός της Βρετανίας), ενώ την ίδια περίπου εποχή καλλιεργούνταν και στην Κίνα. Σήμερα καλλιεργείται σε χώρες της πρώην Ε.Σ.Σ.Δ., στην κεντρική Ασία, Αραβία, Συρία, Ιράν, Ιράκ και Αφγανιστάν (Anderson & Martin, 1949). Στις Η.Π.Α. καλλιεργείται σε περιορισμένη έκταση στις κεντρικές κυρίως Πολιτείες (Leonard & Martin, 1963).

Το ιταλικό κεχρί προέρχεται πιθανόν από την ανατολική Ασία (Gill & Vear, 1980). Πρόγονός του πιθανόν να είναι το γνωστό ζιζάνιο *Setaria viridis* (Simmonds, 1976). Υπάρχουν μαρτυρίες για καλλιέργειά του στην Κίνα κατά την 3η χιλιετηρίδα π.Χ., και στην Ευρώπη κατά τις εποχές του χαλκού και του σιδήρου. Σήμερα καλλιεργείται στην Ινδία και κυρίως στην Κίνα όπου ακολουθεί σε σημασία το ρύζι και το σιτάρι. Επίσης, καλλιεργείται σε χώρες της εγγύς και μέσης Ανατολής.

Το ιαπωνικό κεχρί πιθανόν να προέρχεται από το άγριο είδος *Echinochloa colonum*, ιθαγενές της Ιάβας και της Μαλαισίας. Καλλιεργείται εν μέρει στην Ιαπωνία και σε άλλες χώρες της Ασίας (κυρίως Ινδία) και σποραδικά στην Αυστραλία και τις Η.Π.Α..

Το μαργαριτώδες κεχρί πιθανόν να προέρχεται από την κεντρική Αφρική και καλλιεργήθηκε στην Ασία και την Αφρική κατά τους προϊστορικούς χρόνους (Burton & Powell, 1968). Σήμερα καλλιεργείται σε σημαντικές εκτάσεις στην Ινδία, στο Σουδάν και στις αφρικανικές χώρες νότια από τη

Σαχάρα.

Το δακτυλοειδές κεχρί πιθανόν να εξελίχθηκε από το *Eleusine indica* Gaertn στην Ινδία ή την Αφρική. Καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις στη νότια Ινδία και σε χώρες της Αφρικής (Αιθιοπία, Σομαλία, Σουδάν).

Γενικά, κατά τους προϊστορικούς χρόνους και την αρχαιότητα το κεχρί καλλιεργούνταν σε όλο σχεδόν τον γνωστό κόσμο. Κατά τον Μεσαίωνα αποτελούσε μια από τις κύριες τροφές των φτωχότερων κοινωνικών στρωμάτων στην Ευρώπη. Όμως, από τον 19^ο αιώνα το κεχρί αντικαταστάθηκε βαθμιαία στις χώρες της δυτικής Ευρώπης από τα άλλα σιτηρά. Σήμερα, η καλλιέργειά του περιορίζεται στις φτωχότερες χώρες της Ασίας και της Αφρικής.

Στην Ελλάδα καλλιεργούνταν παλαιότερα κυρίως το κοινό κεχρί στις ορεινές περιφέρειες ως υποκατάστατο του ρυζιού. Ονομαζόταν και «βουρί» στην Πελοπόννησο ή «μπερνίτσα» στη Μακεδονία (Παπανδρέου, 1954). Σήμερα καλλιεργείται ελάχιστα ή καθόλου.

Το Switchgrass (*Panicum vigratum*), αποκαλούμενο επίσης ψηλή χλόη πανικού (*Tall Panic Grass*), είναι φυτό θερμής εποχής (C4 σταθεροποίηση άνθρακα) και είναι ένα από τα κυρίαρχα είδη του κεντρικού λιβαδιού της Βόρειας Αμερικής. Το Switchgrass μπορεί να βρεθεί σε λιβάδια, κατά μήκος των ακρών του δρόμου, και ως διακοσμητικό στους κήπους. Άλλα κοινά ονόματα για αυτήν την χλόη είναι: *Wobsqua grass*, *lowland switchgrass*, *blackbent*, *tall prairiegrass*, *wild redtop*, και *thatchgrass*.

Το Switchgrass είναι κοντές ριζωματώδεις εγκαταστάσεις που τείνουν να μοιάσουν με μια χλόη δεσμών. Σαν διακοσμητική χλόη, αυξάνεται εύκολα στο μέσο όρο στα υγρά χώματα και στον πλήρη ήλιο στη σκιά μερών. Είναι πολύ ανθεκτικό στην ξηρασία. Η εγκατάστασή του συστήνεται την άνοιξη, την ίδια στιγμή που φυτεύεται ο αραβόσιτος (Henning, J. C. 1993).

Το Switchgrass βόσκεται από διαφορετικούς τύπους ζώων. Πολλοί αγρότες το καλλιεργούν, είτε ως χορτονομή για το ζωικό κεφάλαιο, στις περιοχές άγριας φύσης, είτε ως επίγεια κάλυψη, για να ελέγξουν τη διάβρωση.



floridata.com

Εξαιτίας της σκληρότητας και της ταχείας ανάπτυξής του, το switchgrass θεωρείται συχνά καλός υποψήφιος για την καλλιέργεια ως αέριο πετροχημικής βιομηχανίας ή για την παραγωγή βιολογικών καυσίμων (παραδείγματος χάριν, αιθανόλης). Το Switchgrass έχει τη δυνατότητα να παραγάγει τη βιομάζα που απαιτείται για την παραγωγή μέχρι 400 λίτρων της αιθανόλης ανά μετρικό τόνο. Μια υψηλή παραγωγή όπως αυτή το κάνει μια πολύ ελκυστική συγκομιδή που αυξάνεται δεδομένου ότι η αξία υπερβαίνει κατά πολύ οποιαδήποτε άλλη συγκομιδή. Ακόμα, μερικές μελέτες υποστηρίζουν ότι το switchgrass δεν είναι μια βιώσιμη εναλλακτική λύση, αφού απαιτεί 45% από την πιο απολιθωμένη ενέργεια των παραχθέντων καυσίμων. Ο David Bransby, καθηγητής των ενεργειακών συγκομιδών στο πανεπιστήμιο Auburn, διαφωνεί. Υποστηρίζει ότι για κάθε μονάδα της ενεργειακής εισαγωγής, το switchgrass παράγει τέσσερις μονάδες. Η βιωσιμότητα των switchgrass-παραγόμενων βιολογικών καυσίμων ως εναλλακτικά καύσιμα παραμένει εριστική.



6.2. Περιγραφή του φυτού

Το φυτό Switchgrass (*Panicum virgatum*) ανήκει στην κατηγορία των C4-φυτών.

6.2.1 Ριζικό σύστημα

Ορισμένα είδη αναπτύσσουν μία μόνο δευτερογενή εμβρυακή ρίζα. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος εξαρτάται από το είδος (ιδιαίτερα τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου) και τις εδαφικές συνθήκες. Έτσι, το κοινό κεχρί χαρακτηρίζεται ως επιπολαιόρριζο (Martin, 1937), ενώ το μαργαριτώδες είναι βαθύρριζο, αφού έχει αναφερθεί ότι οι ρίζες του φθάνουν υπό ορισμένες συνθήκες σε βάθος 2m (Vidal, 1963).

Πίν.2 Καλλιεργητικά στοιχεία του 1997 για τις χώρες με υψηλή παραγωγή κεχριού (P.A.O., Production Yearbook, 1997).

Χώρα	Παραγωγή (x10 ⁶ tn)	Έκταση (x10 ⁶ στρ.)	Απόδοση (kg/στρ.)
Ινδία	10,50	135,0	77,8
Κίνα	2,50	16,0	156,3
Νίγηρας	1,71	52,0	32,9
Σουδάν	0,64	26,5	24,2
Ρωσία	0,35	11,0	31,8
Αιθιοπία	0,27	2,5	108,0
Τσαντ	0,25	6,2	40,4
Ουκρανία	0,25	2,1	116,0
Πακιστάν	0,21	4,6	45,9
Η.Π.Α.	0,18	1,2	150,0

6.2.2 Βλαστός

Το τελικό ύψος του βλαστού ποικίλλει ευρύτατα τόσο μεταξύ των ειδών όσο και μέσα σε κάθε είδος. Με εξαίρεση το μαργαριτώδες κεχρί, το ύψος του οποίου κυμαίνεται 150-300cm, τα άλλα είδη είναι γενικώς χαμηλόσωμα με ύψος που κυμαίνεται από 30-150cm ανάλογα με το γονότυπο και το περιβάλλον. Ο βλαστός μπορεί να είναι εσωτερικά κοίλος (κοινό κεχρί) ή να έχει εντεριώνη (μαργαριτώδες κεχρί).

Μπορεί να καλύπτεται, όπως και τα φύλλα, από τρίχωμα (κοινό, μαργαριτώδες κεχρί). Η διάμετρος του βλαστού κυμαίνεται από 5-25mm. Ο βαθμός αδελφώματος είναι συνάρτηση του γονότυπου (π.χ. το μαργαριτώδες παρουσιάζει έντονο αδελφωμα) και των περιβαλλοντικών συνθηκών. Στο κοινό κεχρί είναι δυνατόν να αναπτύσσονται πλευρικές διακλαδώσεις σε αρκετό ύψος από την επιφάνεια του εδάφους. Στο μαργαριτώδες κεχρί το

αδελφωμα ξεκινά μετά την εμφάνιση του 6ου ή 7ου φύλλου και σταματά όταν κλείνει η συστάδα και αρχίζει η αύξηση του στελέχους (Ong, 1983a, 1984).

Τα φύλλα είναι λογχοειδή με μήκος που μπορεί να φθάσει και τα 90cm (μαργαριτώδες κεχρί), πλάτος από 1 έως 7,5cm και συνήθως καλύπτονται από τρίχωμα. Στο δακτυλοειδές κεχρί το έλασμα των πλήρως ανεπτυγμένων ψύλλων έχει την τάση να κάμπτεται και να σπάζει προς το ανώτερο άκρο του. Στο μαργαριτώδες κεχρί το περίγραμμα του ελάσματος φέρει ελαφρά οδόντωση, όπως στο σόργο. Οι κολεοί των ψύλλων είναι ανοικτοί και τριχωτοί, οι γλωσσίδες βραχείες και χονδρές, ενώ δεν υπάρχουν ωτία. Ο αριθμός των φύλλων είναι συνάρτηση του μήκους του βιολογικού κύκλου ενός γονότυπου. Με εξαίρεση το δακτυλοειδές κεχρί, σε όλα τα άλλα είδη η ανατομία του μεσοφύλλου είναι πανικοειδούς τύπου, χαρακτηριστική των φυτών κατηγορίας C4.

6.2.3 Ταξιανθία

Υπάρχουν αρκετές διαφορές στη γενική μορφολογία των ταξιανθιών μεταξύ διαφόρων ειδών.

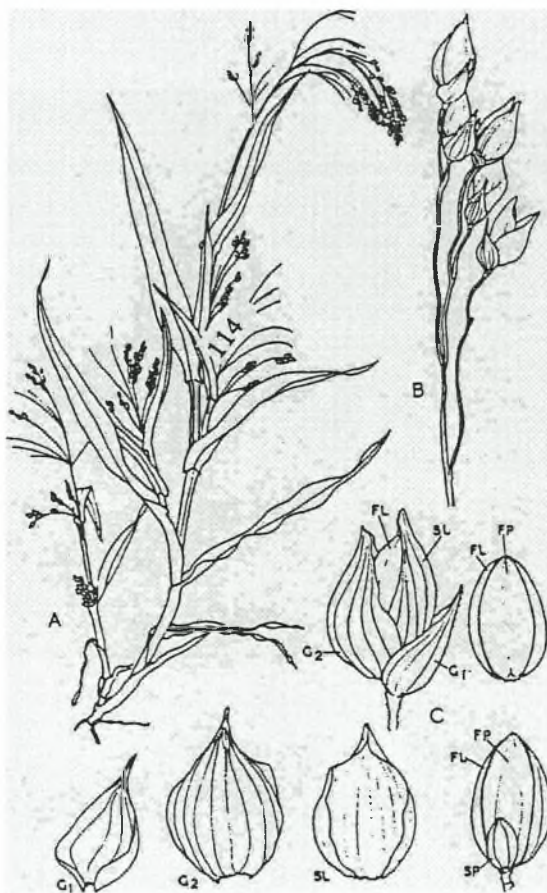
Στο κοινό κεχρί η ταξιανθία είναι φόβη παρόμοια με εκείνη της βρώμης με ποικίλους βαθμούς συμπάγειας. Τα σταχύδια φέρονται κοντά στα άκρα των επιμηκών διακλαδώσεων της φόβης. Όπως σε όλα τα είδη, εκτός από το δακτυλοειδές κεχρί, κάθε σταχύδιο φέρει δύο άνθη, από τα οποία μόνο το ανώτερο είναι γόνιμο. Το σταχύδιο περικλείεται από δύο άνισα λέπυρα, ενώ το γόνιμο άνθος από χιτώνα και λεπίδα με ποικίλο χρωματισμό (λευκό, κιτρινόλευκο, κίτρινο, κόκκινο, πράσινο, καφέ ή σχεδόν μαύρο).

Στο ιταλικό κεχρί η φόβη είναι συμπαγής, σταχυοειδής, με κυλινδρικό σχήμα. Η δομή των σταχυδίων είναι ανάλογη με εκείνη του κοινού κεχριού, με τη διαφορά ότι κάτω από κάθε σταχύδιο υπάρχουν από ένα έως τρία επιμήκη ακίδια. Τα ακίδια αυτά είναι, κατά πάσα πιθανότητα, μεταμορφωμένα στείρα σταχύδια. Οι χρωματισμοί των λεπυριδίων που περιβάλλουν τον καρπό ποικίλλουν από το λευκό-κίτρινο μέχρι το ιώδες.

Στο ιαπωνικό κεχρί η φόβη αποτελείται από 5 έως 15 ορθοτονείς διακλαδώσεις κατά μήκος του κύριου άξονα. Τα σταχύδια είναι διατεταγμένα συμπαγώς προς τη μία πλευρά κάθε διακλάδωσης. Τα λεπυρίδια έχουν

συνήθως χρώμα αχυρώδες και σπάνια γκρίζο-πράσινο και περικλείουν τον καρπό.

Στο μαργαριτώδες κεχρί η ταξιανθία είναι ουσιαστικά πολύ συμπαγής. Και εδώ υπάρχουν ακίδια στη βάση των σταχυδίων τα οποία εκφύονται ανά ζεύγη επάνω σε πολύ βραχείς ποδίσκους. Τα λεπυρίδια δεν περιβάλλουν στενά τους καρπούς οι οποίοι έτσι προεξέχουν και δίνουν στην ταξιανθία μια συνολική μαργαριτώδη μορφή. Υπάρχει τάση για τίναγμα των καρπών.

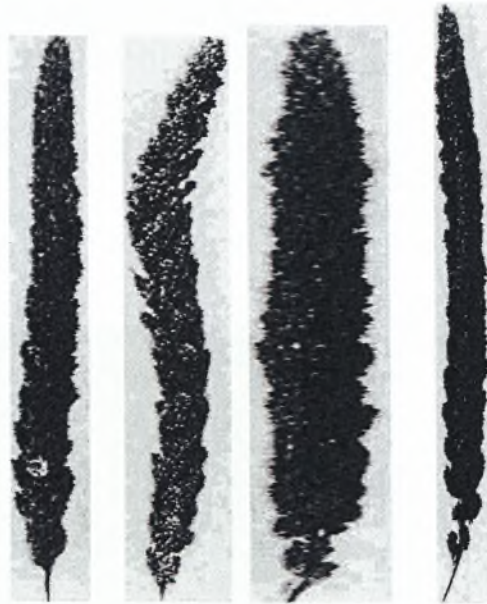


Εικ. . Φυτικά όργανα κοινού κεχριού. **A:** Τμήμα του φυτού με ταξιανθίες, **B:** τμήμα φόβης, **C:** σταχυδίο (**G1**, **G2:** λέπυρα, **FL:** χιτώνας, **FP:** λεπίδα γόνιμου άνθους, **SL:** χιτώνας, **SP:** λεπίδα στείρου άνθους).

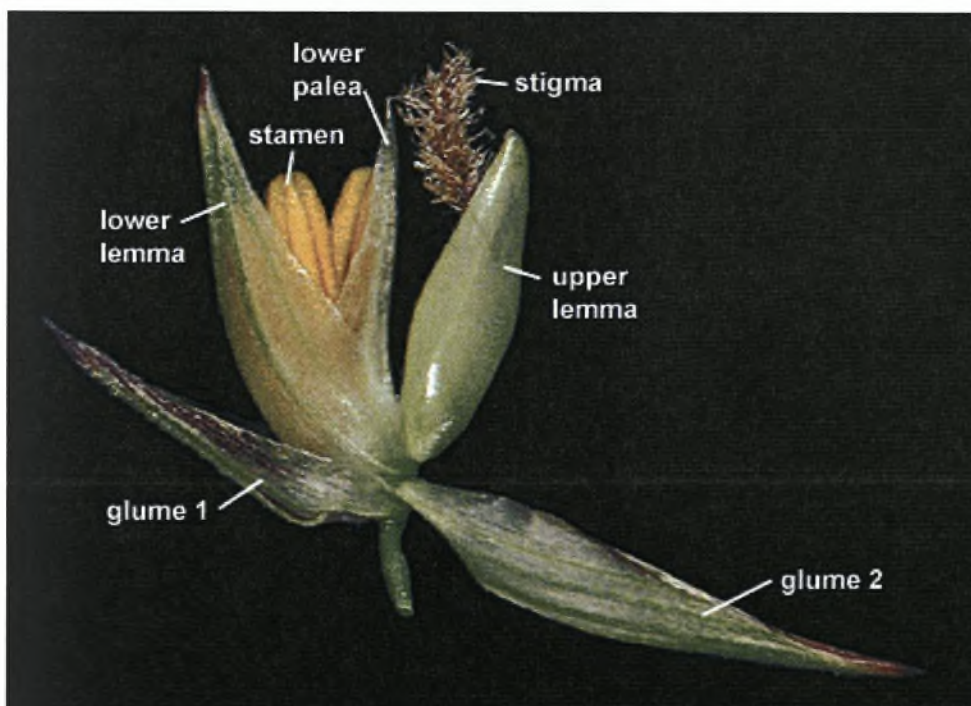
Στο δακτυλοειδές κεχρί η ταξιανθία αποτελείται από 4-6 στάχεις οι οποίοι βγαίνουν από το άκρο ενός επιμήκους ποδίσκου. Η όλη μορφολογία της ταξιανθίας θυμίζει χέρι με πέντε δάκτυλα (=στάχεις). Σε κάθε στάχυ υπάρχουν 60-80 σταχύδια τοποθετημένα κατ' εναλλαγή σε δύο σειρές κατά μήκος της ράχης. Τα σταχύδια διαφέρουν από τα υπόλοιπα είδη στο ότι περιλαμβάνουν 4-5 άνθη. Κατά τα άλλα, είναι άμισχα και περικλείονται από δύο λέπυρα.



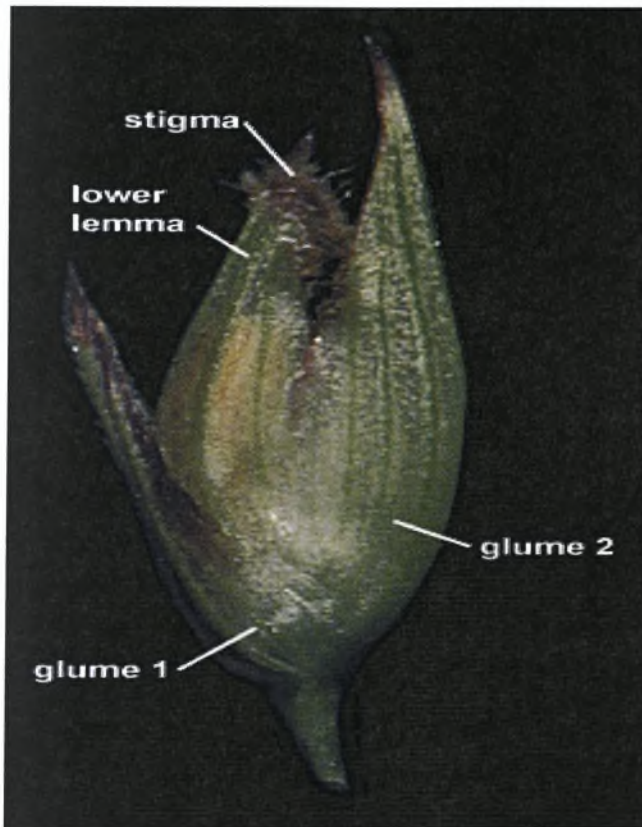
Εικ. Σταχύδια κεχριού (Oida, St. University, 2001).



Εικ. Ταξιανθίες ιταλικού κεχριού με διαφορετικό μέγεθος και συμπαγεία (Martin *et al*, 1976).



Εικ. Άνθη σταχυδίων του φυτού (Oak Ridge National Laboratory, 2006).



Εικ. Περιγραφή άνθους σταχυδίου του φυτού (Oak Ridge National Laboratory, 2006).

6.2.4 Καρπός

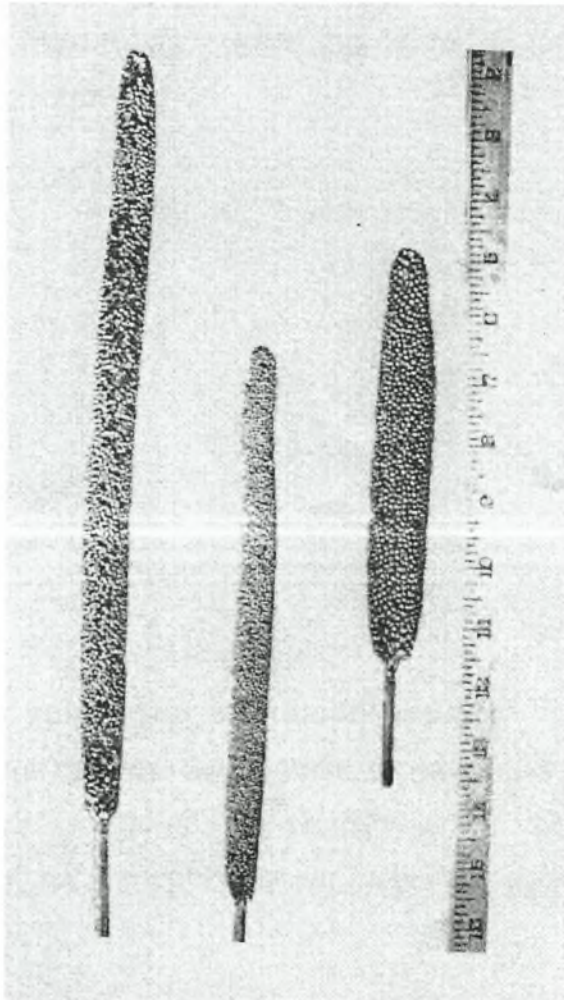
Εκτός από το μαργαριτώδες και το δακτυλοειδές κεχρί, οι καρποί των υπόλοιπων ειδών περιβάλλονται στενά από λεπυρίδια.

Στο κοινό κεχρί έχουν μήκος 2,25-2,5mm και πλάτος 2mm με γενικό σχήμα ωοειδές.

Στη βάση της κοιλιακής πλευράς φαίνεται η λεπίδα του στείρου άνθους. Η καρύοψη έχει χρώμα κιτρινόλευκο. Σε ορισμένες ποικιλίες το ενδοσπέρμιο έχει κολλώδη υφή.

Στο ιταλικό κεχρί οι διαστάσεις είναι 2-3mm μήκος και 1-2mm πλάτος. Οι καρποί είναι επίπεδοι από τη μία πλευρά και ελαφρώς μικρότεροι από του κοινού κεχριού.

Στο ιαπωνικό κεχρί οι διαστάσεις είναι 2,75-3mm μήκος και 2-2,25mm πλάτος



Στο δακτυλοειδές κεχρί ο γυμνός καρπός είναι αρκετά μικρός (μήκος περίπου 2mm). Δεν μπορεί να θεωρηθεί ως τυπική καρύωση, αφού το περικάρπιο είναι μεμβρανώδες, χαλαρό, χωρίς πρόσφυση στην testa.

Εκτός από το μαργαριτώδες κεχρί, το οποίο κατά 75% σταυρογονιμοποιείται τα υπόλοιπα είδη αυτογονιμοποιούνται.

6.3 Ανάπτυξη

Υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά στη διάρκεια του βιολογικού κύκλου, η οποία πιθανώς οφείλεται στην παραλλακτικότητα.

Στο μαργαριτώδες κεχρί οι καρποί είναι γυμνοί και αρκετά μεγαλύτεροι από εκείνους των άλλων ειδών (3-4mm μήκος και περίπου 2.25mm πλάτος). Έχουν στιλπνή επιφάνεια και χρώμα γκριζοκίτρινο.

Διάρκεια της βλαστητικής ανάπτυξης από το φύτευμα μέχρι τη διαφοροποίηση της ταξιανθίας:

Είδος	Μήκος βιολογικού κύκλου (ημέρες)
Κοινό κεχρί	50-60
Ιταλικό κεχρί	70-90
Ιαπωνικό κεχρί	45-50
Μαργαριτώδες κεχρί	85-160
Δακτυλοειδές κεχρί	90-120

6.4 Πιθανές χρήσεις ως συγκομιδή βιομάζας

Οι πιθανές χρήσεις του Switchgrass ως συγκομιδή βιομάζας στις ΗΠΑ και στον Καναδά αυξάνονται ήδη και εξετάζονται για την καταλληλότητά του στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας (μέσω της αεριοποίησης, της ομο-

καύσης στις εγκαταστάσεις άνθρακα) και για την παραγωγή της αιθανόλης ως καύσιμο μεταφορών.

Το Switchgrass ως συγκομιδή βιομάζας μπορεί πιθανώς να χρησιμοποιηθεί μέχρι 20 έτη. Μπορεί να αυξηθεί κάτω από ένα εκτενές διοικητικό σχέδιο. Η ζήτηση για τη λίπανση N, παραδείγματος χάριν, είναι χαμηλή λαμβάνοντας υπόψη τη βαθιά ριζοβολία και την αποθήκευση θρεπτικών ουσιών της στα ριζώματά της. Μόλις εγκατασταθεί, δεν υπάρχει καμία ανάγκη να εφαρμοστεί οποιοδήποτε είδος φυτοφαρμάκου. Όντας ένα C4 φυτό, η δυνατότητα παραγωγής βιομάζας είναι πολύ υψηλή. Το Switchgrass διαμορφώνει τους σπόρους, αντίθετα ο miscanthus δεν τους σχηματίζει (Elbersen, 2000a,b). Επομένως οι δαπάνες της εγκατάστασης του φυτού, ο κύριος παράγοντας δαπανών στην παραγωγή miscanthus, είναι πολύ χαμηλότερες για τα switchgrass.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ SWITCHGRASS-MISCANTHUS

Υπαίθριες δοκιμές

Οι υπαίθριες δοκιμές Switchgrass σπάρθηκαν σε δύο κλιματολογικά διαφορετικές θέσεις στη νότια Γερμανία. Το Durmersheim (Dur) στην κοιλάδα του Ρήνου έχει μια μέση θερμοκρασία 9,8 C. Η θέση Hohenheim (Hoh) κοντά στη Στουτγάρδη έχει έναν μακροπρόθεσμο μέσο όρο 8,0 1C. Με 780 χιλ. πτώσης (μακροπρόθεσμος μέσος όρος) το Dur έχει πολύ περισσότερες βροχοπτώσεις από το Hoh με 691 χιλ.. Εντούτοις, η πηλώδης άμμος επικρατούσα στο Dur έχει μια πολύ χαμηλή υδατοχωρητικότητα και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού που επεκτείνεται σε μικρές χρονικές περιόδους, η πτώση εμφανίζεται. Το λασπώδες χώμα αργίλου στο Hoh παρέχει έναν καλό ανεφοδιασμό του ύδατος στις εγκαταστάσεις. Το Switchgrass σπάρθηκε και το miscanthus φυτεύτηκε το Μάιο του 1995. Οι συγκομιδές συγκομίστηκαν το Νοέμβριο και το Φεβρουάριο(Oak Ridge National Laboratory, 2006).

Τα switchgrass και miscanthus ποτίστηκαν για 3 εβδομάδες μετά από τη σπορά τους. Η καθιέρωση συγκομιδών υπό αυτούς τους ποτισμένους όρους ήταν καλή και στις δύο θέσεις αν και η βλάστηση των switchgrass ήταν χαμηλότερη στο βαρύ χώμα αργίλου στο Hoh. Στις δοκιμές που έγιναν στο

επόμενο έτος χωρίς άρδευση μετά από τη σπορά, το switchgrass δεν βλάστησε σε καμία από τις δοκιμασμένες θέσεις. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, το ποσοστό ήταν καλό για τα switchgrass. Στο θερμότερο Dur, το ποσοστό του miscanthus κατά τη διάρκεια του χειμώνα ήταν επίσης καλό, αλλά στο Hoh το 20-30% των εγκαταστάσεων χάθηκε αν και οι εγκαταστάσεις ήταν σε καλή κατάσταση πριν από το χειμώνα.

Το καλοκαίρι, στο ξηρό μέρος Dur, τα switchgrass παρήγαγαν καλύτερα από το miscanthus σε όλα τα έτη. Στο τρίτο έτος, μέχρι 17,5 t ξερής ουσίας λήφθηκε από τα switchgrass. Αυτή η υψηλή παραγωγή, εντούτοις, δεν είναι πολύ αντιπροσωπευτική επειδή η συγκομιδή έγινε με το χέρι, κόβοντας τους μίσχους περίπου 3 εκατ. επάνω από το χώμα και έχοντας μικρές απώλειες. Στο Hoh, το miscanthus ξεπέρασε την παραγωγή του switchgrass στο τρίτο έτος μόνο. Γενικά, οι παραγωγές miscanthus στο Hoh ήταν χαμηλότερες από το αναμενόμενο λόγω της χαμηλής πυκνότητας φυτείας μετά από τις σοβαρές απώλειες κατά τη διάρκεια του πρώτου χειμώνα. Από ένα παλαιότερο miscanthus η δοκιμή ακριβώς δίπλα σε αυτήν που περιγράφηκε εδώ, συγκομίστηκαν 20 t ξερή ουσία.

Το φυτό Switchgrass έχει περισσότερους αλλά λεπτότερους και πιο κοντούς μίσχους από το miscanthus. Στο Dur περίπου 700 μίσχοι το τετρ.μέτρο και στο Hoh περίπου 320 μίσχοι το τετρ.μέτρο μετρήθηκαν για το switchgrass ενώ το miscanthus είχε 47 και 55 μίσχους το τετρ.μέτρο, αντίστοιχα. Το Switchgrass άνθισε, το miscanthus όχι.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κάθε φυτού εξαρτώνται πάρα πολύ από το χρόνο της συγκομιδής. Και τα δύο είδη δεν είναι ευαίσθητα στην κατοικία και μπορούν επομένως να συγκομιστούν το χειμώνα ή την πρώιμη άνοιξη. Και το ύδωρ και η περιεκτικότητα σε τέφρα μειώνονται με την αναβολή της ημερομηνίας συγκομιδών. Η περιεκτικότητα σε ύδωρ του switchgrass και του miscanthus είναι παρόμοια. Το Νοέμβριο η περιεκτικότητα σε ύδωρ ήταν αρκετά παραπάνω από 40 %, ενώ το Φεβρουάριο/Μάρτιο ήταν ήδη κάτω από 20% (με εξαίρεση το miscanthus στο Hoh). Γενικά, το miscanthus περιέχει λιγότερη τέφρα από το switchgrass αλλά η επίδραση της θέσης στην περιεκτικότητα σε τέφρα είναι εντονότερη από αυτό των ειδών. Στη θερμότερη θέση Dur η περιεκτικότητα σε τέφρα του switchgrass το Φεβρουάριο/Μάρτιο είναι περίπου 2,3% της ξερής ουσίας, ενώ αυτή του miscanthus είναι 2,0 %.

Στο Hoh, εντούτοις, το μέσο περιεχόμενο τέφρας ήταν 4,8 και 3,3 %, αντίστοιχα.

Συμπεράσματα δοκιμής

Το Switchgrass είναι μια συγκομιδή βιομάζας κατάλληλη για την Ευρώπη και μπορεί να υπερβεί την απόδοση του miscanthus στις θερμές και ξηρές τοποθεσίες. Η βιομάζα του είναι παρόμοια με αυτήν του miscanthus στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της. Το Switchgrass είναι περισσότερο ανθεκτικό στο χειμώνα από το miscanthus, όπως επιβεβαιώνεται από άλλα πειράματα αλλού στη Γερμανία. Ένα πλεονέκτημα του switchgrass είναι ότι παράγει τους σπόρους και μπορεί επομένως να καθιερωθεί με τη σπορά. Εν τούτοις, η καθιέρωση συγκομιδών του switchgrass δημιουργεί ακόμα προβλήματα όπως ο μακροχρόνιος λήθαργος των σπόρων και η ανάγκη για υψηλές θερμοκρασίες και η καλή παροχή νερού για την καλή βλάστηση, απαιτώντας συνήθως την άρδευση μετά από τη σπορά. Η περαιτέρω έρευνα για την καθιέρωση συγκομιδών απαιτείται προτού να μπορέσουν τα switchgrass να συστηθούν ως συγκομιδή βιομαζών.



Εικόνα. Φυτεία μίσχανθου

Τα στελέχη του Μίσχανθου έχουν υψηλή θερμιδική αξία (17.3 MJ/kg ξηρού βάρους

Ενεργειακή καλλιέργεια	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	Αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα (τόνοι/στρέμμα)
Ευκάλυπτος	19.0	1.8-3.2
Ψευδακακία	19.4	0.24-1.34
Καλάμι	18.6	2.0-3.0
Μίσχανθος	17.3	0.8-3.0
Αγριοαγκινάρα	14.5	1.7-3.3
Switchgrass	17.4	2.6

Πηγή : Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στην ΕΛΛΑΔΑ, ΚΑΠΕ

6.5 ΑΥΞΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

6.5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ-ΣΠΟΡΑ

Το Switchgrass είναι μια χλόη αιώνιας διάδοσης που αυξάνεται σε μεγάλες μάζες 3-6 FT (0.9-1.8 μ) ύψος. Το εύρωστο, επίπεδο, στιλπνό φύλλο του μπορεί να είναι τουλάχιστον 0,5 σε (1,3 εκατ.) πλάτος και 30 σε (76,2 εκατ.) μήκος. Ο μίσχος είναι στρογγυλός στο διαγώνιο τμήμα και έχει συνήθως μια κοκκινωπή απόχρωση. Τα δυσδιάκριτα λουλούδια, που έχουν τους κοκκινωπός-πορφυρούς ανθήρες, ανοίγονται σε 10 (25,4 εκατ.) panicles. Παράγουν το λαμπρό δάκρυ διαμορφωμένο σε 1/8 (0,3 εκατ.) στους σπόρους. Στα Midwestern λιβάδια και στις bottomland περιοχές, το switchgrass αναπτύσσει μακριά ριζώματα (υπόγειοι μίσχοι) που αυξάνονται οριζόντια για να συμπλέξουν και να διαμορφώσουν ένα παχύ, πυκνό γρασίδι (Vogel, K. , and R. Masters. 1998).

Στις υψίπεδες οι περιοχές και στα νοτιοανατολικά σημεία, το switchgrass αυξάνεται όπως το bunchgrass. Οι ρίζες των switchgrass μπορούν να φθάσουν σε βάθος 10 FT (3,1 μ) ή και περισσότερο. Το Switchgrass είναι φυτό θερμής εποχής που περιμένει μέχρι το καλοκαίρι για να φτάσει στην κορυφαία αύξησή του. Τα ριζώματα είναι σε ενεργή ανάπτυξη από τα τέλη του χειμώνα μέχρι τα μέσα της άνοιξης, αλλά η κορυφή μένει κοιμισμένη έως ότου θερμανθεί το χώμα. Το Switchgrass παίρνει ένα ωραίο, απαλό κίτρινο χρώμα το φθινόπωρο, αλλά μερικές ποικιλίες έχουν επιλεχτεί και για πιο χτυπητά χρώματα. Τα φύλλα στην αρχή παρουσιάζουν σκούρους κόκκινους τόνους μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού και χρωματίζονται πλήρως στις αρχές του φθινοπώρου.

6.5.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Το Switchgrass αυξάνεται σε μια ευρεία ποικιλία εδαφών, αλλά προτιμά καλύτερα τα βαθιά αμμώδη χώματα. Αντεπεξέρχεται με δυσκολία στα βαριά χώματα, αν και αντέχει τη μέτρια εδαφολογική αλατότητα και τα επίπεδα pH που κυμαίνονται από περίπου 4,5 έως 7,6. Μόλις εγκατασταθεί, θα ωφεληθεί από τη λίπανση, αλλά το άζωτο πρέπει να εφαρμοστεί μόνο λιτά

νωρίς στην εποχή αύξησης και ποτέ στις πολύ νέες φυτείες, για να μην ενθαρρύνει τον ανταγωνισμό από τα φυτά δροσερής εποχής. Το Switchgrass αυξάνεται καλύτερα σε συνδυασμό με προσαρμοσμένους στην περιοχή mycorrhizal μύκητες. Μπορεί να πάρει πολλά έτη για τα mycorrhizae και τα σχετικά ευεργετικά εδαφολογικά μικρόβια να καθιερωθούν καλά σε μια πρόσφατα φυτευμένη περιοχή και αυτή η διαδικασία μπορεί να εμποδιστεί από τη λίπανση των πλούσιων λιπασμάτων αζώτου. Αυτό το είδος συνδέθηκε με πυρκαγιές και είναι καλύτερα να καίγεται περιστασιακά. Το Switchgrass επιζεί στις πυρκαγιές ξαναμεγαλώνοντας από τα προστατευμένα υπόγεια ριζώματα, αλλά το σθένος της νέας αύξησης εξαρτάται από την εποχή και την ένταση της πυρκαγιάς. Το Switchgrass πρέπει να καεί αμέσως προτού να αρχίσει την άνοιξη. Μια πυρκαγιά κάθε 3-5 έτη συστήνεται.

6.5.3 ΣΠΟΡΑ

Ως φυτά των θερμών κλιμάτων τα είδη του κεχριού σπέρνονται την άνοιξη ή το καλοκαίρι ως επίσπορα. Οι ανοιξιότικες σπορές θα πρέπει να καθυστερούν χρονικά κατά 1-2 εβδομάδες συγκριτικά με τη σπορά του αραβοσίτου λόγω των μεγαλύτερων θερμικών απαιτήσεων των σπόρων του κεχριού για βλάστηση. Οι καλοκαιρινές σπορές δεν θα πρέπει να καθυστερούν μετά τα μέσα Ιουλίου. Ο μικρός βιολογικός κύκλος των φυτών επιτρέπει και σπορές στο χρονικό διάστημα από μέσα Απριλίου μέχρι μέσα Ιουλίου, επειδή δεν υπάρχει υπό ελληνικές συνθήκες χρονική πίεση για έγκαιρη ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου (Morris, D. 2005).

Η σπορά γίνεται με σπαρτικές μηχανές μικρών σιτηρών σε αποστάσεις 15-30cm. Για το μαργαριτώδες κεχρί οι αποστάσεις είναι μεγαλύτερες λόγω της μεγαλύτερης ανάπτυξής του: στις ξηρές περιοχές της Αφρικής και των Ινδιών οι συνηθισμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι 75-100cm. Το βάθος σποράς είναι 1-2cm.

Για καλύτερο και συντομότερο φύτευμα συνιστάται μετά τη σπορά να ακολουθήσει κυλίνδρισμα ώστε να βελτιώνεται η πρόσφυση σπόρου - εδάφους και να διευκολύνεται η ενυδάτωση των σπόρων.

Υγρασία: Το Switchgrass δεν είναι συγκεκριμένο στην υγρασία. Το βρίσκουμε σε ξηρούς και υγρούς βιότοπους.

Είναι ανεκτικό σε πλημμύρες την άνοιξη αλλά όχι σε επίμονες υψηλές στάθμες νερού.

Σκληρότητα: Το Switchgrass μπορεί να αντέξει σε θερμοκρασίες μέχρι -30°F.

6.5.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Η ατραζίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο switchgrass για να ελέγξει τα ζιζάνια. Διαβάστε την ετικέτα προσεκτικά και τοποθετήστε αναλόγως. Η ατραζίνη ήταν γνωστή ότι βλάπτει το switchgrass εάν εφαρμόζεται εσφαλμένα ή όταν συνδυάζεται με βαριές βροχοπτώσεις σε χαλαρό, ξηρό χώμα ή όταν εφαρμόζεται σε χώματα με πολύ χαμηλό περιεχόμενο οργανικής ουσίας. Εάν τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα δεν χρησιμοποιούνται, η φύτευση πρέπει να γίνεται στα τέλη Μαΐου ή του στις αρχές Ιουνίου, αλλά ο σπόρος πρέπει να προετοιμαστεί νωρίς για να επιτρέψει στους σπόρους ζιζανίων να βλαστήσουν. Τα ζιζάνια μπορούν έπειτα να σκοτωθούν με ένα ζιζανιοκτόνο επαφής όπως το glyphosphate (Creer, D. 2005). Ο σπόρος switchgrass μπορεί έπειτα να οργωθεί αλλά το χώμα δεν πρέπει να ενοχληθεί έκτοτε επειδή η επόμενη διαταραχή θα ενθαρρύνει τη νέα αύξηση ζιζανίων.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Πρώτο έτος: Εάν υπάρχουν πλατύφυλλα ζιζάνια, τα ελέγχουμε με 2.4-D, αφού τα σπορόφυτα έχουν περάσει το στάδιο φύλλων 4-5.
Δεύτερο έτος: Κόβουμε τα πλατύφυλλα ζιζάνια εποχής το Μάιο. Τα φυτά δροσερής εποχής μπορούν να ελεγχθούν με την ατραζίνη προτού αρχίσουν τα switchgrass την ενεργό αύξηση. Μια ελαφριά κοπή του σανού ή της ελαφριάς βοσκής μπορεί να είναι πιθανή στο δεύτερο έτος αλλά δεν πρέπει να γίνεται μετά από την 1η Αυγούστου (Teel, A. 2003).

6.5.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

Δεν πρέπει να εφαρμόζουμε άζωτο κατά τη σπορά στα φυτά θερινής καλλιέργειας. Δεν ωφελεί σημαντικά την εγκατάσταση των φυτών και θα αυξήσει τον ανταγωνισμό ζιζανίων. Σε περιοχές με χαμηλή γονιμότητα, ο καλός έλεγχος ζιζανίων, και μια καλή στάση των switchgrass, εφαρμόζονται 25-30 λίβρες αζώτου ανά στρέμμα μετά από τα μέσα Ιουλίου του έτους σποράς (Vogel, K. 1998).

6.5.6. ΧΡΗΣΗ

Το Switchgrass παρέχει καλή χορτονομή για αγελάδες, άλογα, και πρόβατα την άνοιξη και το πρώιμο καλοκαίρι, αλλά η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά μειώνεται και τα φύλλα γίνονται πολύ χονδροειδή και σκληρά για να είναι εύγευστα αργότερα την περίοδο που αναπτύσσονται τα κεφάλια των σπόρων. Το Switchgrass χρησιμοποιείται συχνά στην επαναβλάστηση, την αποκατάσταση, και τα προγράμματα ελέγχου διάβρωσης. Επίσης μελετάται ως ενεργειακό φυτό.

Το Switchgrass πρέπει να κόβεται στα μέσα Ιουλίου. Το φυτό δεν πρέπει να κόβεται πριν φτάσει τις 6 ίντσες έτσι ώστε η ανάπτυξή του να είναι γρήγορη και να διατηρηθεί έτσι υγιές. Η περιοχή που μετατρέπεται τον Ιούλιο θα παραγάγει σανό καλύτερης ποιότητας εάν καεί τον προηγούμενο Απρίλιο. Η περιστροφική κοπή δεν είναι επιθυμητή επειδή οδηγεί σε μια βαριά συσσώρευση απορριμμάτων που θα ασφυκτίσει το φυτό (Parrish, D.J. and J.H. Fike. 2005).

ΚΑΨΙΜΟ

Το κάψιμο είναι ουσιαστικό για να διατηρήσει κατάλληλα switchgrass. Η ελεγχόμενη καύση υποκινεί την αύξηση των switchgrass, αυξάνει τη βλάστηση σπόρου και την αύξηση των εγκαταστάσεων πλατύφυλλων, δημιουργεί το ανοικτό έδαφος για την άγρια φύση, καθυστερεί τα μη ιθαγενή είδη, και κρατά τις δαπάνες συντήρησης χαμηλές. Το κάψιμο γίνεται καλύτερα στις 10 Απριλίου για να διατηρήσει τις καλύτερες εγκαταστάσεις και τους ζωικούς όρους. Οι φωτιές πριν την 1η Απριλίου συστήνονται για να δημιουργήσουν μια μεγαλύτερη ποικιλομορφία εγκαταστάσεων που παράγει τον καλύτερο βιότοπο εκτροφής φασιανών. Οι φωτιές μετά τις 10 Απριλίου είναι χρήσιμες για τα ζιζάνια ελέγχου στα ευρέα φύλλα. Το πρόγραμμα καψίματος πρέπει να γίνεται πριν από την καθιέρωση των switchgrass.

ΛΙΠΑΝΣΗ (Switchgrass)

Η λιπαντική αγωγή θα πρέπει σχεδιαστεί ξεχωριστά για τον κάθε αγρό ανάλογα με τις υπάρχουσες συνθήκες (έδαφος, σύσταση, προηγούμενες καλλιέργειες). Βέβαια, υπάρχουν κάποιοι βασικοί κανόνες που χαρακτηρίζουν την καλλιέργεια του κεχριού. Η αύξηση, η διατήρηση και η λίπανση αποτελούν σημαντικά στοιχεία για το κεχρί. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα καθώς τα περισσότερα προγράμματα θρέψης λειτουργούν βάσει μιας εναλλαγής που προμηθεύει τα φυτά με επαρκή στοιχεία βάσει το στάδιο του βιολογικού τους κύκλου (Comis, D.2006).

Όταν παρουσιάζονται ανεπάρκειες το πρόβλημα συνήθως προσδιορίζεται σε άνιση κατανομή των θρεπτικών που είναι διαθέσιμα παρά σε έλλειψη αυτών.

Αζωτο

Η περίσσεια αζώτου στην σποροκλίνη είναι μια διαδικασία που λίγες καλλιέργειες μπορούν να την δικαιολογήσουν. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες εγκατάστασης μπορεί να υπάρξει όφελος αλλά γενικά θα πρέπει να αποφεύγεται η δαπάνη. Όταν απαιτείται ενίσχυση κατά την εγκατάσταση μια ποσότητα 3 kg/στρ θα πρέπει να εφαρμόζεται αμέσως μετά την σπορά. Η ιδανική εφαρμογή του αζώτου την άνοιξη βασίζεται στην περιεκτικότητα του εδάφους, την δυνατότητα απόδοσης της καλλιέργειας, τον πληθυσμό των φυτών και τη δύναμη της καλλιέργειας. Μια πιθανώς υψηλά αποδοτική καλλιέργεια θα πρέπει να έχει το άζωτο σε συγκεντρώσεις τέτοιες ώστε να επιτυγχάνεται η οικονομικότερη και υψηλότερη απόδοση. Αντίθετα, μια καλλιέργεια μέτριας απόδοσης που συγκομίζεται καλά μπορεί να θεριστεί και να συγκομιστεί πιο γρήγορα ίσως γλιτώνοντας δαπάνες ξήρανσης, εργασίας και μηχανικές. Το κεχρί ανταποκρίνεται θετικά στο άζωτο από τα μέσα της άνοιξης (Henning, J.C. 1993). Όμως, η βιομάζα της καλλιέργειας δεν

μεταφράζεται απαραίτητα σε υψηλή συγκομιδή σπόρου. Οι παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος της συγκομιδής είναι κατά περίπτωση αλλά μόλις εφαρμόζεται το άζωτο την άνοιξη ο πληθυσμός, η έκπτυξη των βλαστών και ο αριθμός των άνθων έχουν ήδη οριστεί. Εξέταση της επιτυχίας της λίπανσης καθορίζει την συγκομιδή.

Τα αποθέματα του αζώτου στο έδαφος ποικίλουν από χρονιά σε χρονιά και εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες του χειμώνα και η εφαρμογή του αζώτου θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες κατά περιόδους.

Εφαρμογή αζώτου την άνοιξη

Η περισσότερη ποσότητα αζώτου που απαιτείται την άνοιξη εφαρμόζεται μεταξύ Απρίλιο και Ιούνιο, διότι τότε παρατηρούνται οι μεγαλύτερες ανάγκες στο φυτό (μέγιστη φυτομάζα). Εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, αλλά μοίρασμα των εφαρμογών μειώνει τον κίνδυνο της στράγγισης. Σε ελαφριά εδάφη που είναι καλυμμένα είτε με πέτρες είτε με ασβέστη είτε με ασβεστόλιθο η στράγγιση του αζώτου είναι αρκετά πιθανή συνεπώς δεν συνιστάται η εφαρμογή του αζώτου νωρίς. Τα βαριά εδάφη δεν παρουσιάζουν συχνά στράγγιση. Το μοίρασμα των εφαρμογών εξυπηρετεί γιατί οι δόσεις μπορούν να καθοριστούν βάσει των υπαρχουσών συνθηκών (Elbersen, 2000a, b). Αυτό παρέχει ευελιξία και είναι κατάλληλο αν υπάρχουν

προβλήματα κατά την εφαρμογή όλης της ποσότητας του λιπάσματος. Πρώιμες εφαρμογές σε πρώιμες καλλιέργειες θα πρέπει να ξεκινάνε τέλος Φεβρουαρίου για να μην γίνουν ανεπαρκείς οι καλλιέργειες. Αυτό μπορεί να παραταθεί και όλο τον Μάρτιο όταν η ανάπτυξη δηλαδή είναι αργή. Η δεύτερη εφαρμογή θα πρέπει να γίνει τον Απρίλιο.

Θείο

Οι απαιτήσεις του κεχριού σε θείο είναι σε ισορροπία βέβαια με την πρόσληψη του αζώτου. Η έλλειψη γίνεται αντιληπτή σαν απαλή μεσονεύρια χλωρωτική κηλίδωση στην αρχική αύξηση (πιο χαμηλά) και μπορεί να φτάσει και σε ωχρά άνθη. Το θείο αποτελεί απαραίτητο

στοιχείο για την δημιουργία πρωτεϊνών και είναι καθοριστικός παράγοντας για την παραγωγή γύρης (Teel, A. 2003).

Οι αναλύσεις του εδάφους και των ιστών είναι συχνά ατελέσφορες όπου παρουσιάζονται μικρές ελλείψεις καθώς οι εποχιακές διαφοροποιήσεις στην αύξηση προκαλούμενες από κλιματικές διακυμάνσεις μπορεί να είναι σημαντικές. Όπου παρουσιάζεται έλλειψη, 50-80 kgSO₃/ha (2-3 kgS/στρ) θα πρέπει να εφαρμόζονται νωρίς την άνοιξη για να συμπίπτουν με την πρόσληψη του αζώτου. Σε επιβεβαιωμένες περιοχές έλλειψης θείου θα πρέπει να αυξηθεί η δόση. Όταν η λίπανση καθυστερήσει θα πρέπει το θείο να εφαρμοστεί σε θειούχα μορφή για να είναι άμεσα κατάλληλο για πρόσληψη. Γενικά μια αναλογία αζώτου θείου 15:1 είναι επιθυμητή στην ανάλυση των ιστών.

Όπου καλλιεργούνται υβρίδια και το θείο είναι ελλιπές το φυτό μπορεί να υποστεί μεγάλη ζημία. Οι δόσεις του θείου θα πρέπει να αυξηθούν σύμφωνα με τις οδηγίες του γενετιστή.

Φώσφορος

Οι βασικές εφαρμογές του φωσφόρου θα πρέπει να γίνουν σύμφωνα με την κατάσταση του εδάφους και τις ανάγκες του φυτού. Παρόλο που το κεχρί δεν αντιδρά καλά σε εφαρμογές φωσφόρου, κάποια πιθανή έλλειψη σε αυτό θα πρέπει να αποφευχθεί ειδικά σε εδάφη χαμηλής περιεκτικότητας.

Η ποσότητα του φωσφόρου που εφαρμόζεται είναι 15 kg P₂O₅/t σπόρου αλλά αυτή η ποσότητα διπλασιάζεται όταν η περιεκτικότητα του εδάφους είναι χαμηλή.

Κάλιο

Το κεχρί δέχεται μεγάλες ποσότητες καλίου αλλά αφαιρεί λίγες από αυτές από το χωράφι. Εκτός αν η περιεκτικότητα στο έδαφος είναι πολύ χαμηλή, τότε η ανάγκη σε κάλιο είναι μέτρια.

Η αφαίρεση καλίου είναι 11 kg K₂O/t σπόρου με αποτέλεσμα να απαιτούνται 40 kg K₂O. Αυτό θα μπορούσε να διπλασιαστεί σε πολύ χαμηλής περιεκτικότητας περιοχές (Bransby, D. 1999).

Μαγγάνιο

Τα συμπτώματα έλλειψης μαγγανίου συχνά συγχέονται με αυτά έλλειψης θείου. Η ειδοποιός διαφορά είναι ότι οι μεσονεύριες χλωρωτικές μωσαϊκού τύπου περιοχές εμφανίζονται στα νεαρά φύλλα και όλο το φυτό παίρνει μια κλίση στη μορφή του. Η έλλειψη μαγγανίου μπορεί να επηρεαστεί από το υψηλό pH συνεπώς παρατηρείται συχνά σε αλκαλικά εδάφη. Η θεραπεία γίνεται με χρήση θειικού μαγγανίου 9 kg/ha ή σε σπρέι που δίνει και άμεση ανακούφιση.

Βόριο

Η έλλειψη βορίου γίνεται αντιληπτή από τα χλωρωτικά με συστροφή φύλλα. Αυτό συνήθως συνοδεύεται με συμπτώματα στη ρίζα. Ελαφριά τροφοπενία μπορεί να διαγνωστεί με συστροφή των άνθεων αλλά αυτό δεν είναι απόλυτη ένδειξη.

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Peronospora parasitica

Μια συχνώς εμφανιζόμενη ασθένεια του κεχριού που ευνοείται από υγρό φθινοπωρινό καιρό. Οι περισσότερες ποικιλίες προσφέρουν καλή ανθεκτικότητα και η ζημιά είναι συνήθως σημαντική λίγο μετά την εγκατάσταση.

Συμπτώματα:

Σχηματίζονται κυκλικές κηλίδες χρώματος ανοιχτού πράσινου διαμέτρου 0,5-3cm. Οι κηλίδες αυτές είναι γνωστές σαν κηλίδες ελαίου λόγω της όψης τους που θυμίζει λαδιά. Εφόσον υπάρχει υγρασία, στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος σχηματίζονται λευκές, χιονώδεις εξανθήσεις των καρποφοριών (κονιδιοφόροι ή ζωοσποριαγγειοφόροι) του μύκητα που βγαίνουν από τα στόματα του φύλλου. Στην αρχή που οι ιστοί της κηλίδας είναι ακόμη ζωντανοί οι εξανθήσεις καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια της κηλίδας. Αργότερα όμως, μετά την αποξήρανση του κέντρου της κηλίδας, οι εξανθήσεις σχηματίζονται μόνο στην επιφάνεια της κηλίδας. Στα υγιή φυτά μεταδίδεται με σπόρια με την βοήθεια του ανέμου.

Έλεγχος:

Αποφυγή των ευπαθών ποικιλιών μειώνει τον κίνδυνο σημαντικής μόλυνσης. Αν όμως αυτή υπάρχει, εφαρμόζουμε chlorothalonil, mancozeb τα οποία και ελέγχουν την μόλυνση από το στάδιο των κοτυληδόνων μέχρι και το στάδιο των τριών φύλλων (Taliaferro, C. 1999).

Leptosphaeria maculans, Phoma lingam

Ο μύκητας αυτός και η ατελής του μορφή, προκαλεί κηλίδωση των φύλλων και καρκινώματα στη βάση των βλαστών. Ζεστές και υγρές καιρικές συνθήκες ευνοούν την ανάπτυξη της ασθένειας καθώς και ήδη

κατεστραμμένοι φυλλικοί ιστοί από έντομα. Αποτελεί μια πολύ σημαντική ασθένεια που προκαλεί δραματικές απώλειες.

Συμπτώματα:

Οι βλάβες από την ατελή μορφή είναι κυκλικές υπόλευκες κηλίδες στα φύλλα που καλύπτονται από πυκνίδια μεγέθους μιας κεφαλής καρφίτσας χρώματος μαύρου τα οποία παράγουν σπόρια. Τα καρκινώματα στο βλαστό είναι καστανού χρώματος με σκούρα καφέ όρια.

Ανάπτυξη:

Τα συμπτώματα στα πρώτα φύλλα εμφανίζονται το φθινόπωρο από τα πυκνοσπόρια τα οποία διαδίδονται στην καλλιέργεια μέσω της βροχής. Τα σημεία μπορεί να ενωθούν αλλά σπάνια έχουν άμεσο αποτέλεσμα στην ανάπτυξη του φυτού.

Ο μύκητας διαδίδεται από το φύλλωμα στη βάση του βλαστού είτε μέσω της βροχής είτε μέσω μυκηλίων. Η διάδοση μπορεί να γίνει και στους μίσχους.

Ξερά καρκινώματα εμφανίζονται στην βάση του βλαστού την άνοιξη τα οποία σταδιακά μεγαλώνουν ώσπου και φτάνουν βαθιά στους ιστούς του βλαστού. Η ζημιά που προκαλούν μπορεί να βλάψει σημαντικά την καλλιέργεια και να μειώσει τις αποδόσεις. Οι μολύνσεις μπορεί να οδηγήσουν σε μόλυνση των σπόρων και συνεπώς να μεταφέρεται η ασθένεια.

Ξενιστές μόλυνσης:

Η ασθένεια μπορεί να προκύψει από σπορά μολυσμένου σπόρου ή και από ακροσπόρια που υπάρχουν στο χωράφι (Ocupraugh, W. 1999). Τα μολυσμένα υπολείμματα είναι η κύρια πηγή μόλυνσης καθώς η μόλυνση των σπόρων μπορεί να είναι σημαντική στο να εισάγει μολύσματα σε καθαρούς αγρούς.

Έλεγχος:

- Η ανθεκτικότητα των ποικιλιών είναι σημαντικός παράγοντας στην ελαχιστοποίηση της ζημιάς.

- Περιστροφική υγιεινή για να αποφευχθεί η ενσωμάτωση μολυσμένων υπολειμμάτων και μη καθαρών σπόρων
- Προστασία του σπόρου, υγιεινή του σπόρου και εφαρμογή μυκητοκτόνων φυλλώματος.

Η ατελής μορφή του μύκητα μπορεί να αναπτυχθεί γρήγορα με πιθανότητα μόλυνσης 90% των φυτών σε 10 ημέρες. Απαιτείται έλεγχος των φυτών από τον Σεπτέμβριο και ψεκασμός με carbendazim+flusilazole ή cyrroconazole όταν το 20% των φυτών εμφανίζει συμπτώματα κηλίδωσης στα φύλλα.

Pyrenopeziza brassicae, Cylindrosporium concentricum

Μια κοινή ασθένεια του κεχριού. Πιστεύεται ότι υπάρχουν διάφορα είδη τα οποία ταχύτατα μεταλλάσσονται ώστε να προσβάλλουν νέες ανθεκτικές ποικιλίες (Vogal, K. 1999).

Συμπτώματα:

Κηλίδες είτε απαλού πράσινου χρώματος είτε αποχρωματισμένες που περιβάλλονται από μια χλωρωτική άλω. Η μόλυνση σχετίζεται με καταστροφή του φυτικού ιστού η οποία έχει σαν συνέπεια την μείωση ανθεκτικότητας σε παγετούς καθώς και δευτερεύουσες μολύνσεις. Οι βλαστοί μπορούν να αναπτύξουν ροζ/γκρι περιοχές που περιβάλλονται από μαύρες κηλίδες. Η μόλυνση των φυτών σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης προκαλεί πρόωρη γήρανση, καταστροφή του φυτού και απώλεια σπόρων.

Ανάπτυξη:

Η μόλυνση μπορεί να αναπτυχθεί από μολυσμένο σπόρο. Απαιτείται υψηλή υγρασία για την παραγωγή σπόρων και την ανάπτυξη της ασθένειας. Η φθινοπωρινή μόλυνση μετακινείται στο φυτό μέσω της βροχής και διαδίδεται και σε γειτονικά φυτά, στα άνθη και στους βλαστούς.

Έλεγχος:

- Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών
- Περιστροφική υγιεινή για να αποφευχθεί η ενσωμάτωση μολυσμένων

υπολειμμάτων και μη καθαρών σπόρων.

- Προστασία του σπόρου, υγιεινή του σπόρου και εφαρμογή μυκητοκτόνων φυλλώματος

Εξαιτίας της περιόδου μόλυνσης καλύτερος έλεγχος επιτυγχάνεται πριν γίνουν απολύτως αντιληπτά τα συμπτώματα. Αυτή η περίοδος προσδιορίζεται τον Οκτώβριο – Νοέμβριο. Συνιστάται πρωιμότερη θεραπεία όταν γίνουν αντιληπτά συμπτώματα.

Pseudocercospora capsellae

Συμπτώματα:

Αρχικά παρουσιάζονται μικρές λευκές κηλίδες διαμέτρου 1-5 χιλ. που σταδιακά σκουραίνουν σχηματίζοντας γκρι κηλίδες που εξαπλώνονται στο φυτό (Wullscleger, S. 1999).

Ανάπτυξη:

Τα σπόρια μεταφέρονται από μολυσμένα υπολείμματα και ευνοούνται από δροσερό και υγρό καιρό. Και αυτά μεταφέρονται με την βοήθεια της βροχής.

Έλεγχος:

Η ανθεκτικότητα των ποικιλιών αποτελεί σημαντικό παράγοντα ελέγχου.

Sclerotinia sclerotiorum

Τα σκληρωτίνια προκαλούνται από έναν μύκητα του εδάφους και μπορούν να προκαλέσουν σημαντική απώλεια σε φυτά.

Η ανάπτυξη των σκληρωτινίων στο έδαφος σχετίζεται σημαντικά με τις συνθήκες περιβάλλοντος και ευνοείται από ζεστό και υγρό καιρό σε συνδυασμό με υγρά στελέχη κατά την άνθιση. Τα σκληρωτίνια μπορούν να παραμείνουν ζωντανά στο έδαφος για πολλά χρόνια και χρησιμοποιούν σαν

ξενιστές πολλά είδη όπως την πατάτα, τα τεύτλα και άλλους βολβούς (Conger, B. 1999).

Συμπτώματα:

Εμφανίζονται κηλίδες γκρι χρώματος στους βλαστούς συνήθως μετά την άνθιση. Συχνά εμφανίζεται και ένα λευκό επίχρισμα πάνω στις κηλίδες. Στη συνέχεια γίνονται μαύρα και σκληρά σχηματίζοντας σκληρώτια. Προκαλείται νέκρωση των προσβεβλημένων ιστών το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη γήρανση και απώλεια σπόρων.

Ανάπτυξη:

Τα σκληρώτια που βρίσκονται στο έδαφος, αναπτύσσονται την άνοιξη παράγοντας αποθέσια κιτρινοκαφέ χρώματος τα οποία σποροπαράγουν αφήνοντας ακροσπόρια στο κοντινό τους περιβάλλον. Αυτά μολύνουν το φυτό καταστρέφοντας τον ιστό του ή προσκολλώνται στο βλαστό.

Έλεγχος:

Εξαιτίας της σημασίας των επικρατουςών περιβαλλοντικών συνθηκών κατά την ανάπτυξη των σκληρωτινίων, δεν υπάρχουν στοιχεία ανθεκτικότητας των ποικιλιών ενάντια στα σκληρώτια.

- Περιστροφική υγιεινή αποφεύγοντας την ταχεία εναλλαγή καλλιεργειών με καλλιέργειες που αποτελούν και αυτές ξενιστή για τους μύκητες αυτούς.
- Ψεκασμός όταν πέφτουν τα πρώτα πέταλα.

Botrytis cinerea

Ένας μύκητας γκρι χρώματος που εμφανίζεται σε όλους τους τύπους νεκρών και άρρωστων μερών του φυτού και σε υπολείμματα καλλιεργειών. Σε υγρές συνθήκες, που συχνά συναντώνται σε καλλιέργεια κεχριού, μπορεί να προσβάλλει πολλά μέρη του φυτού (Taliaferro, C. 1999).

Συμπτώματα:

Γκρι κηλίδες ή περιοχές στο βλαστό, κατεστραμμένος ιστός και ανάπτυξη γκρι μούχλας. Παράγεται πολύ μεγάλος αριθμός σπόρων με αποτέλεσμα το φυτό να φαίνεται σκονισμένο. Επίσης, ευνοείται η ανάπτυξη του σε ήδη κατεστραμμένα τμήματα ιστών λόγω μηχανικής βλάβης ή και προσβολής από άλλη ασθένεια.

Έλεγχος:

Δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες.

Θα πρέπει να αποφεύγεται μηχανική καταστροφή του φυτού.

Χημικός έλεγχος.

Alternaria brassicae

Μια κοινή μυκητολογική ασθένεια του κευριού με σημαντική ζημιά των στελεχών πριν τη συγκομιδή (Greer, D. 2005).

Συμπτώματα:

Μικρά μαύρα στίγματα στα φύλλα, στους βλαστούς και γενικά σε όλο το φυτό με διάμετρο περίπου 1-3 χιλ. Μεγαλύτερα στίγματα με ομόκεντρους κύκλους μπορεί να αναπτυχθούν στα φύλλα δίνοντας μορφή στόχου.

Ανάπτυξη:

Οι μολύνσεις προκύπτουν από το σπόρο ή από σπόρια που μετακινούνται με τη βοήθεια του ανέμου και προέρχονται από μολυσμένες γειτονικές καλλιέργειες την άνοιξη και το καλοκαίρι. Είναι επίσης πιθανόν να παρουσιαστούν μολύνσεις το φθινόπωρο.

Τα σπόρια που παράγονται στις κηλίδες διαδίδονται ταχύτατα σε όλο το φυτικό στέλεχος μειώνοντας το πράσινο τμήμα που είναι και αυτό που φωτοσυνθέτει, συνεπώς μειώνεται η φωτοσύνθεση. Επίσης, εξασθενεί το

φυτό και αυξάνονται οι απώλειες. Τα σπόρια μπορούν να εισβάλλουν και να μολύνουν και το σπόρο του φυτού. Ζεστός, υγρός καιρός, ανάρμοστα τοποθετημένες καλλιέργειες, πρόωρο όργωμα και καλλιέργεια κοντά σε άλλες της ίδιας οικογένειας ευνοούν την ανάπτυξη της αλτερνάρια.

Έλεγχος:

Δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες.

- Ποιοτικός σπόρος απαλλαγμένος αλτερνάρια
- Αποφυγή πρόωρου οργώματος
- Σωστή υγιεινή
- Έλεγχος και στις διπλανές καλλιέργειες
- Επίπαση σπόρου για την αποφυγή μόλυνσής του
- Χημικός έλεγχος μετά την άνθιση

Erysiphe criciferarum

Ένας ευρέως διαδεδομένος μύκητας του κεχριού μικρής όμως οικονομικής σημασίας (Comis, D. 2006).

Συμπτώματα:

Εμφανίζεται σαν λευκή αλευρώδης επίστρωση κυρίως στους βλαστούς. Οι σπόροι του μετακινούνται με τον άνεμο μεταξύ γειτονικών καλλιεργειών.

Έλεγχος:

Δεν γίνεται συχνά λόγω της μικρής οικονομικής σημασίας.

ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι αρδευτικές ανάγκες του φυτού είναι χαμηλές, αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού.

Όμως, η άρδευση έχει σημαντικό ρόλο στην απόδοση του φυτού όπου δεν παρατηρούνται βροχοπτώσεις κατά την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου. Στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας όπου οι βροχοπτώσεις αυτή την περίοδο είναι σπάνιες, οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,7 τόνους ξηρής βιομάζας για τα μη αρδευόμενα φυτά έως τους 2,1 τόνους για την αρδευόμενη καλλιέργεια (Henning, J.C. 2000).

ΕΙΔΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τι μπορεί να παραχθεί από το Switchgrass

Τα βασικά είδη των καυσίμων που μπορούν να παραχθούν από το φυτό είναι τα εξής:

Βιοαιθανόλη

Πρόκειται για αλκοόλη που παράγεται από τη ζύμωση σακχαρούχων, αμυλούχων ή κυτταρινούχων πρώτων υλών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο αντί της βενζίνης, σαν προσθετικό καυσίμου ή ακόμη ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ΕΤΒΕ (αιθυλο-τριπταγής βουτυλ-αιθέρας), το οποίο αποτελεί βελτιωτικό της βενζίνης για την αύξηση του αριθμού των οκτανίων. Στην Ελλάδα η βιοαιθανόλη μπορεί να παραχθεί από σιτηρά, αραβόσιτο, ζαχαρότευτλα και γλυκό σόργο.

Βιοντίζελ

Ο όρος βιοντίζελ αναφέρεται σε μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων που προέρχονται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, σόγια, ελαιοκράμβη) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο του ντίζελ σε πετρελαιοκινητήρες. Το βιοντίζελ δεν είναι τοξικό, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις, είναι εύκολα βιοδιασπώμενο και σε σύγκριση με το ντίζελ έχει χαμηλότερες εκπομπές σωματιδίων, μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων (Pimentel, D. 2005).

Γεωργική βιομάζα

Η γεωργική βιομάζα, που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας, διακρίνεται στη βιομάζα των υπολειμμάτων των γεωργικών καλλιεργειών (στελέχη, κλαδιά, φύλλα, άχυρο, κλαδοδέματα κ.λπ.) και στη βιομάζα των υπολειμμάτων επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων (υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, πυρηνόξυλο, πυρήνες φρούτων κ.λπ.).

Δασική βιομάζα

Η βιομάζα δασικής προέλευσης, που αξιοποιείται ή μπορεί να αξιοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς, συνίσταται στα καυσόξυλα, στα υπολείμματα καλλιέργειας των δασών (αραιώσεων, υλοτομίας), στα προϊόντα καθαρισμών για την προστασία τους από πυρκαγιές, καθώς και στα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου (Teel, A. , S. Barnhart, and G. Miller. 2003).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το μέλλον της βιομάζας προβλέπεται ευοίωνο, αφού μπορεί να μας εξασφαλίσει με χαμηλό κόστος μεγάλα αποθέματα ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα να συμβάλλει στη μείωση της εκπομπής των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Υπολογίζεται ότι το 2050, το 90% του πληθυσμού της γης θα συγκεντρωθεί στις αναπτυσσόμενες χώρες. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει η τεχνολογία επεξεργασίας και μετατροπής της βιομάζας να εξελιχθεί περισσότερο, ώστε να ικανοποιεί πλήρως τις ανάγκες των κοινωνιών αυτών προστατεύοντας ταυτόχρονα και το περιβάλλον. Στις βιομηχανικές χώρες προβλέπεται ότι οι διεργασίες που θα λαμβάνουν μέρος για τη μετατροπή της βιομάζας στο μέλλον, θα είναι η απευθείας καύση των υπολειμμάτων(φυτικών και άλλων), προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, βιοαιθανόλης και βιοντίζελ(ως καύσιμα) και θερμότητας. Μάλιστα όπως όλα δείχνουν(από αποτελέσματα ερευνών επιστημόνων), οι εναλλακτικές καλλιέργειες θα είναι η κύρια πηγή βιομάζας στο μέλλον, άρα και μία από τις κύριες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας του πλανήτη και ιδιαίτερα όσον αφορά τα καύσιμα κίνησης(biodiesel) (Greene, N. 2004).

Το Switchgrass μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή καυσίμων και να καταταγεί στα φυτά παραγωγής αιθανόλης, η οποία οδηγεί σε μειωμένη χρήση των απολιθωμένων καυσίμων και συμβάλλει σε μια θετικότερη ενεργειακή ισορροπία για την κυτταρινική αιθανόλη.

Η καλλιέργεια του switchgrass παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία). Οι αρδευτικές ανάγκες του switchgrass είναι χαμηλές καθώς χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού. Πειράματα που έχουν εκτελεστεί έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή (Elbersen, 2000a, b).

Η λίπανση καθώς και η άρδευση έχουν σημαντική επίπτωση στην παραγωγικότητα του φυτού η οποία κυμαίνεται μεταξύ 1 και 2 τόνων ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα.

Με μέσο ενεργειακό περιεχόμενο της τάξεως των 18MJ/kg ξηρής ουσίας, η απόδοση σε ενέργεια ανέρχεται σε 18 με 36GJ/στρέμμα/έτος.

Αν και τα πρόσφατα νέα δίνουν συρναπαστικές αναφορές για την αιθανόλη και το switchgrass, οι παραγωγοί πρέπει να γνωρίζουν ότι η αγορά του switchgrass ως ενεργειακή καλλιέργεια (το 2006) είναι σπάνια έως ανύπαρκτη. Υπάρχει έντονη επιθυμία για κέρδος για το πώς, πότε, και εάν θα υλοποιηθούν αυτές οι πιθανές αγορές.

Η κυτταρινική παραγωγή αιθανόλης βρίσκεται ακόμα σε φάση έρευνας και ανάπτυξης. Δεδομένου ότι η περαιτέρω έρευνα στην κυτταρινική παραγωγή και την επεξεργασία αιθανόλης ολοκληρώνεται, ίσως το switchgrass μπορεί να γίνει μια οικονομικώς αποδοτική, βιώσιμη εναλλακτική πηγή ενέργειας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Περιβαλλοντικά φιλικές (μειωμένες απαιτήσεις σε ποιότητα εδαφών, ποσότητα και ποιότητα νερού άρδευσης, χρήση λιπασμάτων/ ζιζανιοκτόνων, κ.ά. , προστασία εδαφών).
- Υπάρχει δυνατότητα μηχανοποιημένης παραγωγής και διαχείριση της πρώτης ύλης.
- Συνδυασμός παραδοσιακών και ενεργειακών καλλιεργειών για ασφαλή τροφοδοσία των μονάδων μετατροπής, τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής παραγωγής.
- Ανάπτυξη πιλοτικών καλλιεργειών και ενσωμάτωση τους σε ολοκληρωμένα σχήματα παραγωγής ενέργειας.
- Προώθηση πολιτικών ενθάρρυνσης των ενεργειακών καλλιεργειών.
- Ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων.
- ΠΙΛΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

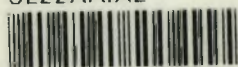
- Agricultural Marketing Resource Center, the National Information Resource for Value-Added Agriculture. Switchgrass Web site.
- Comis, D. 2006. Switching to Switchgrass makes Sense, in Agricultural Research, July. USDA-ARS. www.ars.usda.gov/is/AR/archive/jul06/grass0706.pdf (PDF / 234 K)
- Costs of Producing Switchgrass for Biomass in Southern Iowa, Iowa State University Extension Publication PM 1866. www.extension.iastate.edu/Publications/PM1866.pdf (PDF / 384 K)
- Farm Energy Resources from ATTRA National Sustainable Agriculture Information Service 800-346-9140 (English) 800-411-3222 (Español)
- ➔ ➤ Greer, D. 2005. Creating Cellulosic Ethanol: Spinning Straw into Fuel, in BioCycle, May 2005 eNews Bulletin.
- Greene, N. 2004. Growing Energy: How Biofuels Can Help End America's Oil Dependence. New York: National Resources Defense Council. www.nrdc.org/air/energy/biofuels/biofuels.pdf (PDF / 1.2 M)
- ➔ ➤ Henning, J.C. 1993. Big Bluestem, Indiangrass and Switchgrass. Department of Agronomy, University of Missouri.
- Iowa Department of Natural Resources, Switchgrass Program. www.iowadnr.com/energy/renewable/switchgrass.html
- McLaughlin, S., J. Bouton, D. Bransby, B. Conger, W. Ocumpaugh, D. Parrish, C. Taliaferro, K. Vogel, and S. Wulfschleger. 1999. Developing Switchgrass as a Bioenergy Crop, in Perspectives on new crops and new uses. J. Janick (ed.), Alexandria, VA: ASHS Press.
- ➔ ➤ Morris, D. 2005. The Carbohydrate Economy, Biofuels and the Net Energy Debate (PDF / 1.2M). Minneapolis: Institute for Local Self-Reliance.
- Oak Ridge National Laboratory. No date. Biofuels from Switchgrass: Greener Energy Pastures. Oak Ridge, TN: Bioenergy Feedstock Development Program. Accessed July 31, 2006.

- Oregon State University. 2006. Forage Information System. Accessed May 24, 2006.
- Parrish, D.J. and J.H. Fike. 2005. The Biology and Agronomy of Switchgrass for Biofuels, in *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24:423-459.
- Pimentel, D. and T.W. Patzek. 2005. Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower, in *Natural Resources Research*, Vol. 14, No.1, March.
- Renewable Energy Access.com. 2006. Switchgrass Burn Test Proves Hopeful. Accessed July 17, 2006.
- Teel, A. and S. Barnhart. 2003. Switchgrass Seeding Recommendations for the Production of Biomass Fuel in Southern Iowa (PDF / 112 K). Iowa State University Extension.
- Teel, A., S. Barnhart, and G. Miller. 2003. Management Guide for the Production of Switchgrass for Biomass Fuel in Southern Iowa (PDF / 802 K). Iowa State University Extension.
- Vogel, K., and R. Masters. 1998. Developing Switchgrass into a Biomass Fuel Crop for the Midwestern USA. Agricultural Research Service, USDA, University of Nebraska, Lincoln. Paper presented at BioEnergy '98: Expanding Bioenergy Partnerships, Madison, Wisconsin, October 4-8.
- www.cres.gr
- ΕΘΙΑΓΕ: Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (ΕΣΥΕ)-2002. Αθήνα, Ελλάδα
- Πανούτσου, Κ. , 1996: «Ενεργειακές Καλλιέργειες στην Ελλάδα», ΚΑΠΕ.
- Δαλιάνης Κων/νος, «Ανοιξιάτικα Σιτηρά»





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091159