

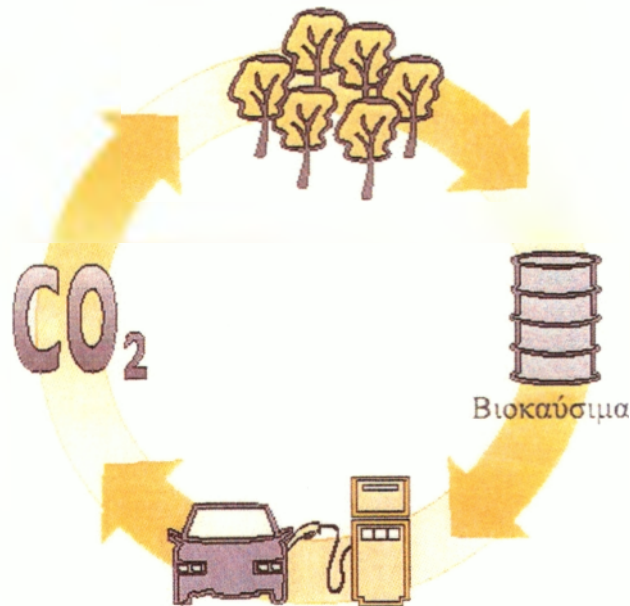
ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ : ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
& ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ :

«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ»

CO₂ και Βιοκαύσιμα



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κ. ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ : ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΝΤΖΟΥΡΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΜΑΪΟΣ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή

Πρόλογος

Κεφάλαιο Πρώτο

Ενεργειακές Καλλιέργειες

- 1.1 Ορισμός
- 1.2 Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες
- 1.3 Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες
- 1.4 Οφέλη των ενεργειακών καλλιεργειών
 - 1.4.1 Περιβαλλοντικά οφέλη
 - 1.4.2 Κοινωνικο – οικονομικά οφέλη

Κεφάλαιο Δεύτερο

Βιομάζα

- 2.1 Εισαγωγή
- 2.2 Παγκόσμιο και Ελληνικό Δυναμικό
- 2.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα
- 2.4 Ενεργειακή Αξιοποίηση της Βιομάζας - Εφαρμογές
- 2.5 Προοπτικές της Βιομάζας

Κεφάλαιο Τρίτο

Ενεργειακές Καλλιέργειες για την παραγωγή βιοκαυσίμων

- 3.1 Βιοκαύσιμα
- 3.2 Υγρά βιοκαύσιμα
- 3.3 Στερεά βιοκαύσιμα
- 3.4 Αέριο βιοκαύσιμο
- 3.5 Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς
- 3.6 Βιοκαύσιμα δεύτερης και επόμενης γενιάς
- 3.7 Βιοκαύσιμα σε αναπτυσσόμενες χώρες
- 3.8 Στρατηγική της Ε.Ε. για τα βιοκαύσιμα
- 3.9 Υλοποίηση του δυναμικού των βιοκαυσίμων
- 3.10 Ο κίνδυνος των βιοκαυσίμων

Κεφάλαιο Τέταρτο

Ενεργειακά Φυτά

- 4.1 Ελαιοκράμβη
- 4.2 Ηλίανθος
- 4.3 Γλυκό σόργο
- 4.4 Σιτάρι – Κριθάρι
- 4.5 Ζαχαρότευτλα
- 4.6 Αραβόσιτος
- 4.7 Ευκάλυπτος
- 4.8 Ψευδοκακία
- 4.9 Καλάμι
- 4.10 Μίσχανθος
- 4.11 Αγριοαγκινάρα
- 4.12 Switchgrass
- 4.13 Κυτταρινούχο σόργο
- 4.14 Κενάφ

Κεφάλαιο Πέμπτο

Διαχείριση και εγκατάσταση βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες

Εισαγωγή

- 5.1 Δίκτυα διαχείρισης βιομάζας
- 5.2 Διαχείριση καλλιέργειας βιοκαυσίμων
- 5.3 Αξιολόγηση της περιοχής εγκατάστασης

Κεφάλαιο Έκτο

Σχεδιασμός καλλιέργειας

- 6.1 Παρουσίαση
- 6.2 Προετοιμασία εδάφους
- 6.3 Εγκατάσταση
- 6.4 Συγκομιδή
- 6.5 Χρόνος συγκομιδής
- 6.6 Αποθήκευση
- 6.7 Μεταφορά

Επίλογος

Βιβλιογραφία

Εισαγωγή

Οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων (κατοικιών και γραφείων), τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για την λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Με την πάροδο της οικονομίας και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ολοένα. Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Η παραγωγή και χρήση της ενέργειας που προέρχεται από αυτές τις πηγές δημιουργούν μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα με αιχμή τους, το γνωστό σε όλους μας, **φαινόμενο του θερμοκηπίου**.

Από την άλλη πλευρά, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον και είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάσθηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή χρήση του 1979 και παγιώθηκε την επόμενη δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για

πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς η αξιοποίησή τους δεν το επιβαρύνει, αφού δεν συνοδεύεται από παραγωγή ρύπων ή αερίων που ενισχύουν τον κίνδυνο για κλιματικές αλλαγές. Έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για την ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

ΜΟΡΦΕΣ ΤΩΝ ΑΠΕ

Αιολική Ενέργεια : η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή / και σε ηλεκτρική ενέργεια.

Υδροηλεκτρική Ενέργεια : Τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (μέχρι 10 MW ισχύος) αξιοποιούν τις υδατοπτώσεις, με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια.

Βιομάζα : είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης.

Ηλιακή Ενέργεια, η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα : μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα :

αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ1 ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.

Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα : μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.

Γεωθερμική Ενέργεια : η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

Υδρογόνο : Το υδρογόνο αποτελεί το 90% του σύμπαντος και Θα αποτελέσει ένα νέο καύσιμο που Θα χρησιμοποιούμε στο μέλλον.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ, είναι τα εξής :

- ☞ Είναι Πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- ☞ Απαντούν στο ενεργειακό πρόβλημα για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υποκαθιστώντας τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από συμβατικές πηγές οδηγούν σε ελάττωση εκπομπών από άλλους ρυπαντές π.χ. οξειδία θείου και αζώτου που προκαλούν την όξινη βροχή.

- ⇒ Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- ⇒ Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- ⇒ Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολογική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή).
- ⇒ Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- ⇒ Οι επενδύσεις των ΑΠΕ δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- ⇒ Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας).

Πρόλογος

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

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

Κεφάλαιο Πρώτο

Ενεργειακές καλλιέργειες

1.1 Ορισμός

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι παραδοσιακές καλλιέργειες και δεν διαφέρουν σε τίποτα από τις καλλιέργειες που είδη γνωρίζουμε. Είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων όπως βιοντίζελ από τον ηλίανθο, την ελαιοκράμβη, το βαμβάκι, την σόγια και βιοαιθανόλη από το σιτάρι, τον αραβόσιτο, τα τεύτλα και το σόργο.

Υπάρχουν όμως και φυτά τα οποία δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι που το τελικό προϊόν τους προορίζετε αυτό για την παραγωγή ενέργειας.

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

Ένας ακόμη λόγος για το ότι πλεονεκτούν οι ενεργειακές καλλιέργειες έναντι των συμβατικών είναι ότι μπορούν να εκμεταλλευτούν λιγότερο γόνιμα εδάφη και χαμηλής ποιότητας νερό (π.χ. νερό που έχει χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια ή κτηνο-πτηνοτροφικές μονάδες). Τέλος, οι πολυετής ενεργειακές καλλιέργειες με το μόνιμο και εκτεταμένο ριζικό τους σύστημα, μπορούν να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο της διάβρωσης των εδαφών και της απορροής

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

Οι «νέες» ενεργειακές καλλιέργειες είναι είδη με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα ανά μονάδα γης κι αναφέρονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τις γεωργικές και τις δασικές. Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται περαιτέρω σε ετήσιες και πολυετείς.

1.2 Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες

Δύο είδη ευκαλύπτων (*Eucalyptus Globules Labill.*, *Eucalyptus Camaldulensis Dahnh.*).

Ψευδοκακία (*Robinia pseudoacacia L.*)

1.3 Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

Πολυετείς

- Καλάμι (*Arundo donax L.*)
- Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus GREEF et DEU*)
- Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus L.*)
- Switchgrass (*Panicum virgatum L.*)

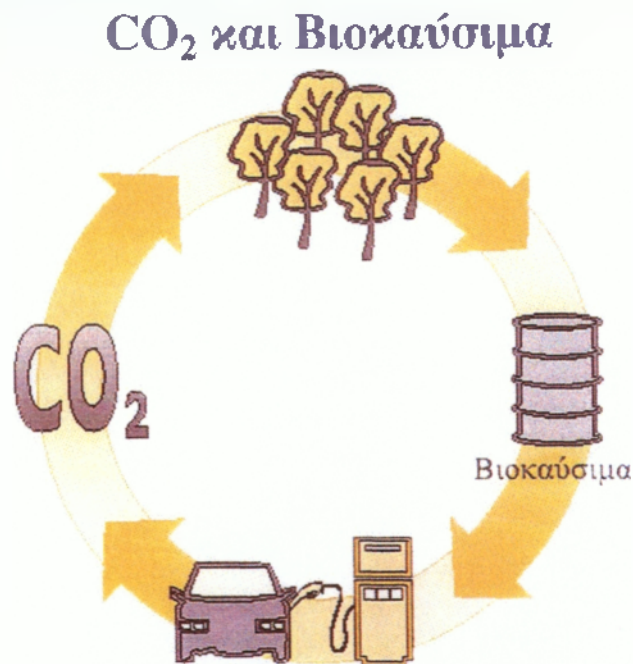
Ετήσιες

- Γλυκό και κυτταρινούχο σόργο (*Sorgum bicolor L*)
- Κενάφ (*Hibiscus cannabinuds L.*)
- Ελαιοκράμβη ή βρασική ή αιθιοπία (*Brassica napus, Brassica carinata*)

- Ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.)
- Σιτάρι (*Triticum aestivum* L.)
- Ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris* L.)
- Αραβόσιπος (*Zea mays* L.)
- Κριθάρι (*Hordeum sativum/Vulgare* L.)
- Ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench)

1.4 Οφέλη των ενεργειακών καλλιεργειών

Με την αξιοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζονται σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς είναι υλικό ανεξάντλητο, όντας η ίδια μια αποθήκη ηλιακής ενέργειας. Ακόμα, θεωρείτε καύσιμο CO_2 — ουδέτερο αφού το CO_2 που παράγεται κατά την καύση της, δεσμεύεται και πάλι από τα φυτά με την φωτοσύνθεση, ενώ συμμετέχει πολλαπλά στο ισοζύγιο του CO_2 δίνοντας την δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα σε οργανική μορφή (στα φυτά και τους άλλους οργανισμούς) και εξοικονόμησης ισοδύναμου ποσού CO_2 .



Εικόνα 1: Δέσμευση CO_2

1.4.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.	Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα που είναι ουδέτερη σε εκπομπές CO ₂ καθώς η ποσότητα του CO ₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της, αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση.
Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους	Το πλούσιο υπέργειο τμήμα και το ριζικό σύστημα των ενεργειακών καλλιεργειών (ειδικά των πολυετών), ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους και βελτιώνει τη δομή του.
Διαχείριση νερού	Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλεγούν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξή τους και δεν απαιτούν επιπλέον άρδευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Άλλα φυτά, όπως ο ευκάλυπτος και το καλάμι, μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, αν και όταν αρδεύονται η παραγωγή τους σε βιομάζα είναι υψηλότερη. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι όλες οι ενεργειακές καλλιέργειες (που παρουσιάζονται στο έντυπο) έχουν μέτρια έως υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού.
Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα	Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή και μπορούν να συντελέσουν στην προστασία του περιβάλλοντος με μείωση της χρήσης λιπασμάτων.
Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων	Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή φυτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στον αγρό περιορίζουν την ανάπτυξη ζιζανίων. Επιπροσθέτως, δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα, και ως εκ τούτου, η χρήση μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων είναι πολύ μικρή.
Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας	Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας καθώς προσαρμόζονται εύκολα και αποδίδουν

ικανοποιητικά σε μεγάλο εύρος εδαφών.

1.4.2 Κοινωνικό - οικονομικά οφέλη

Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων	Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις για τους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι ήδη υπάρχουν κάποια είδη επιδοτήσεων.
Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου	Με την ανάπτυξη καλλιεργειών για ενέργεια, θα δημιουργηθεί ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίξουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων φυτών. Αυτό θα δώσει ώθηση στην φθίνουσα γεωργική οικονομία και θα οδηγήσει στην ανάπτυξη της εγχώριας γεωργικής βιομηχανίας.
Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος	Η διεύθυνση των ενεργειακών καλλιεργειών στην εσωτερική αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες και να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των γεωργών.
Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών	Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών θα συντελεστεί στις αγροτικές περιοχές. Η εισροή, επομένως, νέων εισοδημάτων θα βελτιώσει τη ζωή των τοπικών κοινωνιών και θα στηρίξει την ανάπτυξη σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας.
Εξασφάλιση αιεφόρου περιφερειακής ανάπτυξης	Η δημιουργία αγοράς για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας κι ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, θα συμβάλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.
Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο	Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου.

Κεφάλαιο Δεύτερο

Βιομάζα

2.1 Εισαγωγή

Με τον όρο «βιομάζα εννοούμε τα προϊόντα και τα κατάλοιπα φυτικής, ζωικής και δασικής παραγωγής, τα παραπροϊόντα που προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία αυτών, τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια.

Με κατάλληλη επεξεργασία, η βιομάζα μετατρέπεται σε καύσιμο αέριο (biofuel). Τέτοιες μέθοδοι επεξεργασίας είναι η θερμοχημική (ξηρή) και η βιοχημική (υγρή) . Το βιοαέριο που αποτελεί το καύσιμο για την Παραγωγή ενέργειας, παράγεται κατά τη δεύτερη διαδικασία, τη βιοχημική, τη λεγόμενη αναερόβια χώνευση.

Αναερόβια χώνευση της βιομάζας είναι ουσιαστικά η βακτηριακή αποδόμηση σύνθετων οργανικών μορίων σε πιο απλά μόρια — μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα — η οποία γίνεται σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Διάρκει δύο με τρεις εβδομάδες και γίνεται σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες που κυμαίνονται μεταξύ των 20 και 55 βαθμών Κελσίου. Συνήθως αποφεύγεται η αποθήκευση του παραγόμενου βιοαερίου, γιατί απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους και κοστίζει αρκετά. Αντίθετα χρησιμοποιείται αμέσως για την παραγωγή ενέργειας.

Η βιομάζα αποτελεί μια τεράστια αποθήκη ενέργειας, η οποία ανανεώνεται συνεχώς. Πηγή αυτής της Ενέργειας είναι ο ήλιος. Κι αυτό γιατί το ποσοστό από την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη γη δεσμεύεται από την οργανική ύλη. Αυτή η ποσότητα αντιστοιχεί με το οκταπλάσιο της παγκόσμιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.

Η εγκλωβισμένη βιοενέργεια ανακυκλώνεται με τη βοήθεια χημικών και φυσικών διεργασιών στα φυτά, στο έδαφος, το χώρο γύρω από τα φυτά και

την υπόλοιπη έμβια ύλη ,μέχρι που τελικά ακτινοβολείται από τη γη σαν θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας.

Η σπουδαιότητα της παραπάνω τελικής διεργασίας έγκειται στη δυνατότητα που έχουμε να δεσμεύουμε μέρος της βιομάζας στη φάση που ακόμη λειτουργεί ως αποθήκη χημικής ενέργειας.

Όλη η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται στην εξίσωση:



ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Υπολείμματα της δασικής ύλης

Βιομάζα, συνεπαγόμενη τη χρήση της ως καύσιμο (βιοκαύσιμο), αποτελούν όλα τα υπολείμματα της δασικής ύλης που προκύπτουν από την υλοτόμηση και την επεξεργασία ξύλου, την αραίωση των φυτειών και το κλάδεμα των δέντρων. Πρόκειται για κορυφές και κλαδιά των υλοτομούμενων δέντρων τα οποία δεν έχουν εμπορική αξία και συνήθως αφήνονται να σαπίσουν επί τόπου. Σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων σχηματίζονται, επίσης, στα πριονιστήρια και στις μονάδες κατασκευής σανιδιών. Τα δασικά υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ατμού θέρμανσης και ή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, με καύση των δασικών υπολειμμάτων ενέργεια μπορεί να παραχθεί μέσω καυστήρων ξύλου για οικιακή χρήση και για τηλεθέρμανση.

Γεωργικά υπολείμματα- βιοαιθανόλη

Τα γεωργικά υπολείμματα, αναγόμενα σε ζωικά (π.χ. κοπριά) και φυτικά, όπως άχυρο, υπολείμματα από καλλιέργειες ρυζιού, σακχαροκαλάμων, καλαμποκιού, σόγιας αλλά και καρυδιών και άλλων καρπών αποτελούν μία πλούσια ενεργειακή πηγή. Ποσότητες από τα υπολείμματα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά Παράγοντας

θερμότητα ικανή να καλύψει τις ανάγκες μικρών βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων ή για τηλεθέρμανση κτιρίων. Καλλιέργειες που είτε περιέχουν άμυλο σαν κύριο συστατικό, όπως οι πατάτες και το καλαμπόκι, εφόσον υδρολυθούν, και μετατραπεί το περιεχόμενο άμυλο σε σάκχαρο, ή απευθείας καλλιέργειες σακχαροκαλάμων, με κατάλληλη διεργασία (αναερόβια βιολογική) μετατρέπεται το περιεχόμενο σάκχαρο σε αλκοόλη προκύπτοντας τελικά αιθανόλη. Η βιοαιθανόλη που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις μεταφορές: σε μηχανές εσωτερικής καύσης είτε άμεσα σε κατάλληλα τροποποιημένες μηχανές είτε έμμεσα με τη χρήση μιγμάτων αυτής με βενζίνη κατά 20%, δίχως μετατροπή του κινητήρα.

Ζωικά απόβλητα

Τα ζωικά απόβλητα (από πτηνοτροφεία, χοιροστάσια κ.ά.) με τη μέθοδο της αναερόβιας χώνευσης (απουσία αέρα) αποσυντίθενται με τη δράση βακτηριδίων, παράγοντας βιοαέριο. Αποτελεί μίγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα μαζί με υδρατμούς και μικρές ποσότητες οργανικών ενώσεων. Η σημαντική περιεκτικότητα του μεθανίου στο βιοαέριο το καθιστά κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος ή σε πολλές περιπτώσεις και για τα δύο (συμπαραγωγή), με χρήση συστήματος το οποίο αξιοποιεί το βιοαέριο με μηχανές εσωτερικής καύσης, που κινούν γεννήτριες, ενώ ταυτόχρονα το νερό ψύξης και τα καυσαέρια χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του χωνευτηρίου. Άλλη μέθοδος για την εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου των ζωικών αποβλήτων, όταν η περιεχόμενη υγρασία είναι χαμηλή, είναι και η άμεση καύση.

Αστικών απορριμμάτων

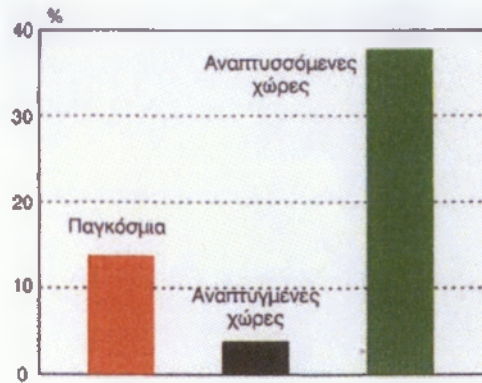
Μεγάλο μέρος των αστικών απορριμμάτων αποτελούν βιολογική ύλη. Οι χωματερές στις οποίες διατίθενται αποτελούν ένα τεράστιο βιοαντιδρα-

στήρα όπου τα θαμμένα απορρίμματα διασπώνται παρουσία μικροοργανισμών ώστε τελικά με κατάλληλη αξιοποίηση έχουμε παραγωγή βιοαερίου ή αέριο χωματερής (LFG – Landfill Gas). Επίσης, είναι δυνατή η ενεργειακή αξιοποίησή τους με άμεση καύση, παραγωγή RDF (Refuse Derived Fuel), λύνοντας μέρος του προβλήματος διάθεσης των απορριμμάτων.

Ενώ τα «εμπορικά και» που δεν μπορούν να αναμιχθούν με τα αστικά για λόγους ασφαλείας ή για την ελαχιστοποίηση του κόστους διάθεσης, δύναται να ανακτηθεί ποσότητα ενέργειας. Για παράδειγμα, τα απόβλητα βιομηχανίας τροφίμων πρέπει να υποβληθούν σε αερόβια επεξεργασία ώστε να μειωθεί το οργανικό τους φορτίο. Αντί αυτής της επεξεργασίας, τα απόβλητα μπορούν να οδηγηθούν σε αναερόβια χωνευτήρια και το παραγόμενο βιοαέριο να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση.

2.2 Παγκόσμιο και Ελληνικό Δυναμικό

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



Σχήμα 1. Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

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

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδακίνων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά.

Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος

του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

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

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

Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικού υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, που προσπαθούν, μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, πέραν των περιβαλλοντικών και ενεργειακών τους προβλημάτων, και το πρόβλημα

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

Στη χώρα μας, για τους ίδιους λόγους, 10 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη περιθωριοποιηθεί ή προβλέπεται να εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον. Εάν η έκταση αυτή αποδοθεί για την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, το καθαρό όφελος σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται υπολογίζεται σε 5-6 ΜΤΙΠ (1 ΜΤΙΠ = 10^6 ΤΙΠ, όπου ΤΙΠ σημαίνει: Τόνοι ισοδύναμου Πετρελαίου) δηλαδή στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στην Ελλάδα.

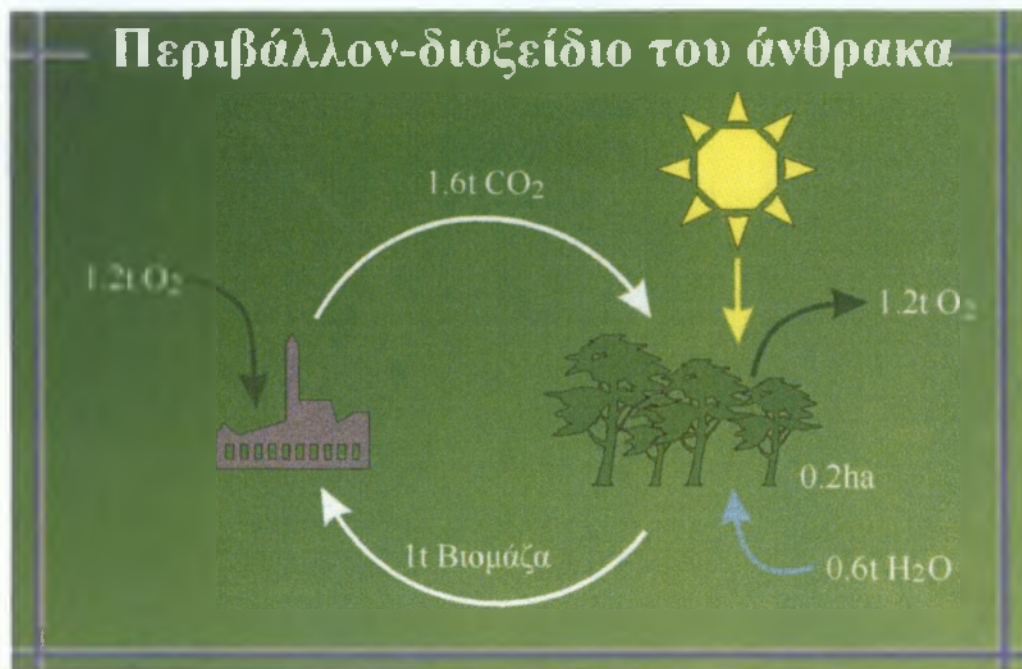
Στον ελληνικό χώρο έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών. Από την πραγματοποίηση σχετικών πειραμάτων και πιλοτικών εφαρμογών, προέκυψαν τα εξής σημαντικά στοιχεία:

- Η ποσότητα βιομάζας που μπορεί να παραχθεί ανά ποτιστικό στρέμμα ανέρχεται σε 3 – 4 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 1-1,6 ΤΙΠ.
- Η ποσότητα βιομάζας, που μπορεί να παραχθεί ανά ξηρικό στρέμμα μπορεί να φτάσει τους 2 – 3 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 0,7-1,2 ΤΙΠ.

2.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα από την Ενεργειακή Αξιοποίηση της Βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι τα ακόλουθα :

1. Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO_2 , κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου (Σχ. 2).
2. Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO_2) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της «όξινης βροχής». Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
3. Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
4. Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.



Σχήμα 2. Ο κύκλος του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν, ως επί το πλείστον, δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα εξής:

1. Ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
2. Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
3. Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
4. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξαιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό. Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η

αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου και σημαντικότερο, λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας. Τέλος, πρέπει κάθε φορά να συνυπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος, το οποίο, αν και συχνά δεν μπορεί να αποτιμηθεί με οικονομικά μεγέθη, εντούτοις είναι ουσιαστικής σημασίας για την ποιότητα της ζωής και το μέλλον της ανθρωπότητας.

2.4 Ενεργειακή Αξιοποίηση της Βιομάζας - Εφαρμογές

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λπ.) είτε με απ' ευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και στερεά καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιοχημικών διεργασιών (Πιν. 1).

Πίνακας 1. Υπάρχουσες τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας



Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως τα μειονεκτήματα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής – μεταποίησης μεταφοράς - αποθήκευσης, επιβάλλεται η αξιοποίησή της να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της. Έτσι, αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευχερέστατα σε μια πληθώρα εφαρμογών:

Κάλυψη των αναγκών θέρμανσης-ψύξης ή/και ηλεκτρισμού σε γεωργικές και άλλες βιομηχανίες

Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων, είτε μέσω των καυσαερίων. Με τη συμπαραγωγή, όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας

αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς. Έτσι, αφ' ενός επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αυξάνεται ο βαθμός ενεργειακής μετατροπής του καυσίμου σε ωφέλιμη ενέργεια, αφ' ετέρου μειώνονται αντίστοιχα και οι εκπομπές ρύπων. Επίσης, ελαττώνονται οι απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς τα συστήματα συμπαραγωγής είναι συνήθως αποκεντρωμένα και βρίσκονται πιο κοντά στους καταναλωτές απ' ό,τι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής. Πράγματι, οι συμβατικοί σταθμοί παρουσιάζουν βαθμό απόδοσης 15-40%, ενώ στα συστήματα συμπαραγωγής αυτός φθάνει μέχρι και 75-85%.

Η συμπαραγωγή από βιομάζα στην Ελλάδα παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον σε αστικό-περιφερειακό επίπεδο. Η εξάπλωση της εφαρμογής της πρέπει να εξετασθεί με βασικό στόχο τη δημιουργία πολλών μικρών αποκεντρωμένων σταθμών συμπαραγωγής. Αυτοί θα πρέπει να εγκατασταθούν σε περιοχές της χώρας με σημαντικές ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, οι οποίες να βρίσκονται συγχρόνως κοντά σε καταναλωτές θερμότητας, καθώς η μεταφορά της θερμότητας παρουσιάζει υψηλές απώλειες και αυξημένο κόστος.

Οι καταναλωτές της παραγόμενης θερμότητας των προαναφερθέντων σταθμών συμπαραγωγής μπορεί να είναι χωριά ή πόλεις, τα οποία θα θερμαίνονται μέσω κάποιας εγκατάστασης συστήματος τηλεθέρμανσης, θερμοκήπια, βιομηχανικές μονάδες με αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα κ.ά. Η παραγόμενη από τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια είναι δυνατό είτε να ιδιοκαταναλώνεται είτε να πωλείται στη ΔΕΗ, σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Ν. 2244/94 ("Ρύθμιση Θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα").

Ένα παράδειγμα βιομηχανίας όπου με την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής υποκαταστάθηκαν, πολύ επιτυχώς, συμβατικά καύσιμα από βιομάζα, είναι ένα εκκοκκιστήριο στην περιοχή της Βοιωτίας. Σ' αυτό εκκοκκί-

ζονται ετησίως 40.000 - 50.000 τόνοι βαμβακιού και, από την παραγωγική αυτή διαδικασία, προκύπτουν ετησίως 4.000 - 5.000 τόνοι υπολειμμάτων, τα οποία στο παρελθόν καίγονταν σε πύργους αποτέφρωσης, χωρίς ιδιαίτερο έλεγχο, δημιουργώντας έτσι κινδύνους αναφλέξεως. Η απαραίτητη ξήρανση του βαμβακιού πριν τον εκκοκκισμό παλαιότερα γινόταν με την καύση πετρελαίου και διοχέτευση των καυσαερίων στο προς ξήρανση βαμβάκι, μέχρι που εγκαταστάθηκε σύστημα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, το οποίο αξιοποιεί, μέσω καύσης, τα υπολείμματα του εκκοκκισμού.

Η ισχύς του λέβητα βιομάζας είναι 4.000.000 kcal/h και ο παραγόμενος ατμός έχει πίεση 10 bar. Το έργο που παράγεται, κατά την εκτόνωση του ατμού σε ένα στρόβιλο, μετατρέπεται στη γεννήτρια σε ηλεκτρική ενέργεια ισχύος 500 kW. Μετά την εκτόνωσή του, ο ατμός οδηγείται, μέσω σωληνώσεων, αφ' ενός σε εναλλάκτες θερμότητας, όπου θερμαίνεται ο αέρας σε θερμοκρασία 130° C, ο οποίος, εν συνεχεία, χρησιμοποιείται για την ξήρανση του βαμβακιού σε ειδικούς γι' αυτό το σκοπό πύργους, αφ' ετέρου στο σποροelaiουργείο, όπου χρησιμοποιείται στις πρέσες ατμού για την εξαγωγή του βαμβακόλαδου.

Με την εγκατάσταση του παραπάνω συστήματος, καλύπτεται το σύνολο των αναγκών σε θερμότητα του εκκοκκιστηρίου, καθώς και μέρος των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται ετησίως φθάνει τους 630 τόνους πετρελαίου. Έτσι, η αρχική επένδυση, συνολικού ύψους 300.000.000 δρχ., αποσβέσθηκε σε μόλις 6-7 εκκοκκιστικές περιόδους. Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι ανάλογες μονάδες, μόνο για παραγωγή θερμότητας όμως, έχουν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούν σε 17 εκκοκκιστήρια βαμβακιού στη χώρα μας, στα οποία αντικαταστάθηκε πλήρως η χρήση του πετρελαίου και του μαζούτ από αυτή των υπολειμμάτων του εκκοκκισμού.

Τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών

Τηλεθέρμανση ονομάζεται η εξασφάλιση ζεστού νερού τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μία πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται με δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Η τηλεθέρμανση παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη σε πολλές χώρες, καθώς εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι η επίτευξη υψηλότερου βαθμού απόδοσης, ο περιορισμός της ρύπανσης του περιβάλλοντος και η δυνατότητα χρησιμοποίησης μη συμβατικών καυσίμων, οπότε προκύπτουν επιπλέον οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Στην Ελλάδα έχει ήδη εγκατασταθεί η πρώτη μονάδα τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Η μονάδα αυτή, που βρίσκεται στην κοινότητα Νυμφασίας του Νομού Αρκαδίας, έχει ονομαστική ισχύ 1.200.000 kcal/h και καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοικιών και 600 μ² κοινοτικών χώρων. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούνται τρίμματα ξύλου, τα οποία προέρχονται από τεμαχισμό σε ειδικό μηχάνημα υπολειμμάτων υλοτομίας από γειτονικό δάσος ελάτων. Το έργο αυτό αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της χώρας, δεδομένου ότι εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών πόρων και συνεισφέρει στη βελτίωση του περιβάλλοντος.

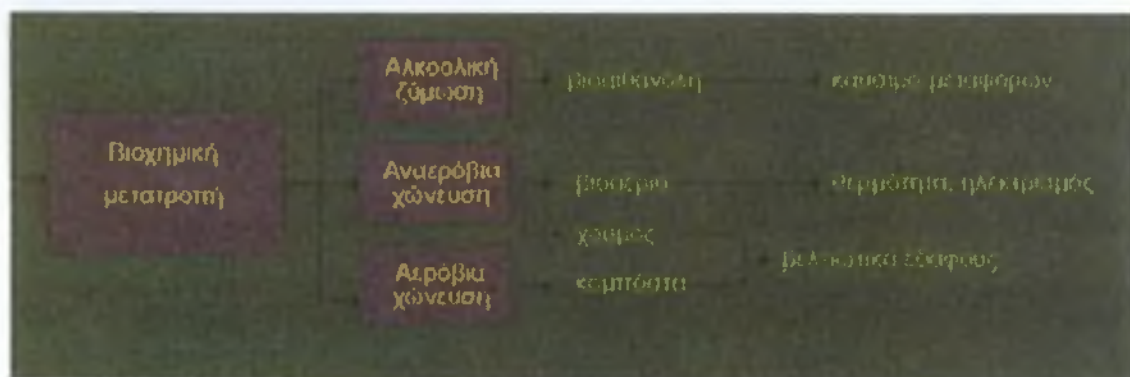
Θέρμανση θερμοκηπίων

Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μία ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ήδη, στο 10% περίπου της συνολικής έκτασης των θερμαινόμενων θερμοκηπίων της χώρας, αξιοποιούνται διάφορα είδη βιομάζας.

Ένα παράδειγμα αυτού του είδους χρήσης της βιομάζας αποτελεί μία θερμοκηπιακή μονάδα έκτασης 2 στρεμμάτων, στο Νομό Σερρών, στην οποία καλλιεργούνται οπωροκηπευτικά. Σε αυτή τη μονάδα έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας, συνολικής θερμικής ισχύος 400.000 kcal/h, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο άχυρο σιτηρών. Η ετήσια εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται φθάνει τους 40 τόνους πετρελαίου.

Παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική μετατροπή βιομάζας

Η παραγωγή υγρών καυσίμων με βιοχημική διεργασία (Σχ. 3) επικεντρώνεται, κυρίως, στην παραγωγή βιοαιθανόλης (οινοπνεύματος) με ζύμωση σακχάρων, αμύλου, κυτταρινών και ημικυτταρινών που προέρχονται από διάφορα είδη βιομάζας (αραβόσιτος, σόργο το σακχαρούχο κ.ά.). Η τεχνολογία ζύμωσης των σακχάρων είναι σήμερα γνωστή και ανεπτυγμένη, ενώ εκείνη της ζύμωσης των κυτταρινών και ημικυτταρινών βρίσκεται υπό εξέλιξη. Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες οχημάτων, ως έχει ή σε πρόσμιξη με βενζίνη, ως καύσιμο κίνησης.



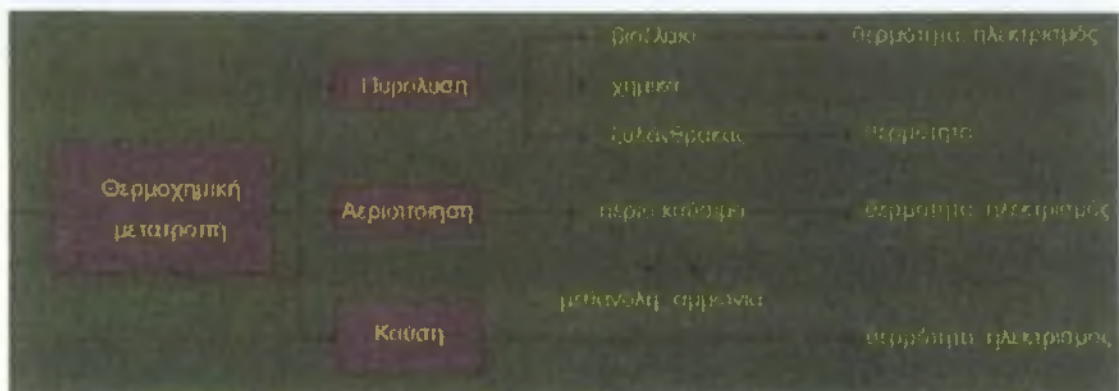
Σχήμα 3. Βιοχημική μετατροπή της βιομάζας

Παρά το γεγονός ότι, εκτός ελαχίστων περιπτώσεων (π.χ. αντικατάσταση αεροπορικής βενζίνης), το κόστος της βιοαιθανόλης είναι υψηλότερο εκείνου της βενζίνης, η χρήση της ως καύσιμο κίνησης αυξάνει

συνεχώς ανά τον κόσμο, με προεξάρχουσες τη Βραζιλία και τις ΗΠΑ. Αυτό συμβαίνει διότι αφ' ενός η βιοαιθανόλη είναι καθαρότερο καύσιμο από περιβαλλοντικής πλευράς και αφ' ετέρου δίνει διέξοδο στα γεωργικά προβλήματα. Για τους λόγους αυτούς η παραγωγή και χρήση της βιοαιθανόλης παρουσιάζουν εξαιρετικά ευνοϊκές προοπτικές για το μέλλον.

Παραγωγή υγρών καυσίμων με θερμοχημική μετατροπή βιομάζας

Η θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας (Σχ. 4) οδηγεί είτε στην απ' ευθείας παραγωγή ενέργειας (καύση), είτε στην παραγωγή καυσίμου, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτόνομα. Η τεχνολογία της αστραπιαίας πυρόλυσης αποτελεί μία από τις πολλά υποσχόμενες λύσεις για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Κατ' αυτήν, τα ογκώδη δασική και αγροτικά υπολείμματα, αφού φιλοτεμαχισθούν, μετατρέπονται, με τη βοήθεια ειδικού αντιδραστήρα, σε υγρό καύσιμο υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, Το βιοέλαιο.



Σχήμα 4. Θερμοχημική μετατροπή της βιομάζας

Το βιοέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο του πετρελαίου (έχει λίγο μικρότερη από τη μισή Θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου) σε εφαρμογές θέρμανσης (λέβητες, φούρνους κ.λ.π.) αλλά και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (μηχανές εσωτερικής καύσης κ.ά.). Η

αστραπιαία πυρόλυση της βιομάζας αποτελεί την οικονομικότερη διεργασία ηλεκτροπαραγωγής, ιδίως στην περιοχή μικρής κλίμακας ισχύος (<5MWe).

Το ΚΑΠΕ, σε συνεργασία με διεθνώς αναγνωρισμένα Πανεπιστήμια και Εταιρείες Παραγωγής Ηλεκτρικού Ρεύματος, αναπτύσσει από το 1991 μία πρότυπη πιλοτική μονάδα αστραπιαίας πυρόλυσης, δυναμικότητας 10 kg/h. Εκτιμάται ότι, σύντομα, θα καταστεί δυνατή (δηλ. Οικονομικά συμφέρουσα) η μετάβαση από τις πιλοτικές σε επιδεικτικές μονάδες πυρόλυσης βιομάζας μεγαλύτερης δυναμικότητας.

Με την **αεριοποίηση** παράγεται αέριο καύσιμο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καυστήρες αερίου για την παραγωγή ενέργειας. Οι σχετικές τεχνολογίες όμως βρίσκονται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο και θα απαιτηθεί σημαντική περαιτέρω προσπάθεια προκειμένου να μπορέσουν τα πιλοτικά προγράμματα να φτάσουν σε σημείο να είναι οικονομικά συμφέρουσα η εφαρμογή τους σε ευρεία κλίμακα.

Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι ενεργειακές καλλιέργειες, στις οποίες περιλαμβάνονται τόσο ορισμένα καλλιεργούμενα είδη όσο και άγρια φυτά, έχουν σαν σκοπό την παραγωγή βιομάζας, η οποία μπορεί, στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα σχετικά με τις εφαρμογές της βιομάζας. Οι σημαντικότερες παγκοσμίως χρήσεις της βιομάζας που προέρχεται από τέτοιου είδους καλλιέργειες, σε αναπτυγμένες χώρες, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

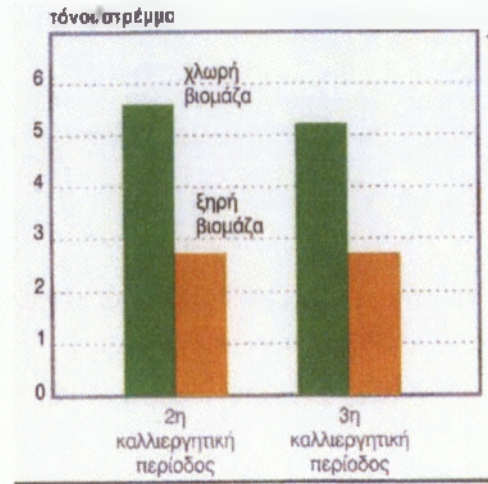
Πίνακας 2. Ενεργειακές καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας

Χώρα	Καλλιέργεια	Τελικό προϊόν	Χρήσεις	Τόνοι ή στρέμματα/έτος
Βραζιλία	Ζαχαροκάλαμο	Αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	9 εκατομμύρια τόνοι/έτος
ΗΠΑ	Καλαμπόκι	Αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	4 εκατομμύρια τόνοι/έτος
Γαλλία	ζαχαρότευτλα, σιτάρι, κ.λπ.	Αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	75.000 τόνοι/έτος
Άλλες χώρες της Ε.Ε.	ελαιοκράμβη & ηλιανθος	βιοντήζελ	καύσιμο μεταφοράς	500.000 τόνοι/έτος
Σουηδία	Ιτιά	ψιλοτεμαχισμένο ξύλο	Καύση	1.700.000 τόνοι/έτος

Ειδικότερα στην Ελλάδα, εξαιτίας των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών, πολλές καλλιέργειες προσφέρονται για ενεργειακή αξιοποίηση και δίνουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι του καλαμιού, της αγριοαγκινάρας, του σόργου του σακχαρούχου, του μίσχανθου, του ευκάλυπτου και της ψευδοακακίας, για τις οποίες, τα τελευταία χρόνια, γίνεται εντατική μελέτη εφαρμογής στις ελληνικές συνθήκες.

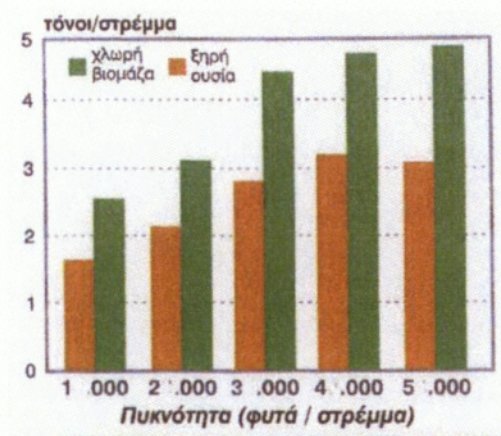
Ενδεικτικά παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία για τα παρακάτω είδη ενεργειακών καλλιεργειών:

Το καλάμι (Σχ. 5) είναι φυτό ιθαγενές της Νότιας Ευρώπης. Δίνει υψηλές αποδόσεις, πάνω από 3 τόνους το στρέμμα. Είναι φυτό πολυετές, δηλαδή σπέρνεται άπαξ και κάθε χρόνο γίνεται συγκομιδή του, και, μετά την πρώτη εγκατάσταση, οι μόνες δαπάνες αφορούν τα έξοδα συγκομιδής του. Έχει, συνεπώς, χαμηλό ετήσιο κόστος καλλιέργειας. Η παραγόμενη από το καλάμι βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί σε μονάδες εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικού ρεύματος.



Σχήμα 5. Φυτεία καλαμιού στην κεντρική Ελλάδα (αριστερά) και παραγωγή βιομάζας (δεξιά) κατά την τελική συγκομιδή, για δύο καλλιεργητικές περιόδους

- Η αγριοαγκινάρα είναι ένα άλλο σημαντικό φυτό (Σχ. 6), κατάλληλο για νεργειακή αξιοποίηση, το οποίο προσαρμόζεται θαυμάσια στις ελληνικές συνθήκες. Είναι φυτό πολυετές, με υψηλές αποδόσεις της τάξεως των 2,5-3 τόνων/στρέμμα. Το κυριότερο, όμως, πλεονέκτημά του είναι ότι η ανάπτυξη του λαμβάνει χώρα από τον Οκτώβριο έως τον Ιούνιο και, συνεπώς, αναπτύσσεται με το νερό των βροχοπτώσεων (δηλαδή δεν απαιτεί άρδευση). Η παραγόμενη από την αγριαγκινάρα βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές παρόμοιες με αυτές του καλαμιού.



Σχήμα 6. Φυτεία αγριαγκινάρας στην κεντρική Ελλάδα (αριστερά) και παραγωγή βιομάζας ανά στρέμμα (δεξιά)

Επίσης, στη Βόρεια Ευρώπη, όπου είναι πολύ διαδεδομένες οι ενεργειακές καλλιέργειες, καλλιεργούνται σήμερα διάφορα πολυετή φυτά για ενεργειακούς σκοπούς. Στη Σουηδία π.χ. καλλιεργούνται 200.000 στρέμματα με ιτιά, της οποίας η κοπή γίνεται κάθε τέσσερα χρόνια. Η παραγόμενη ποσότητα βιομάζας, αφού προηγουμένως ψιλοτεμαχισθεί, οδηγείται σε μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού.

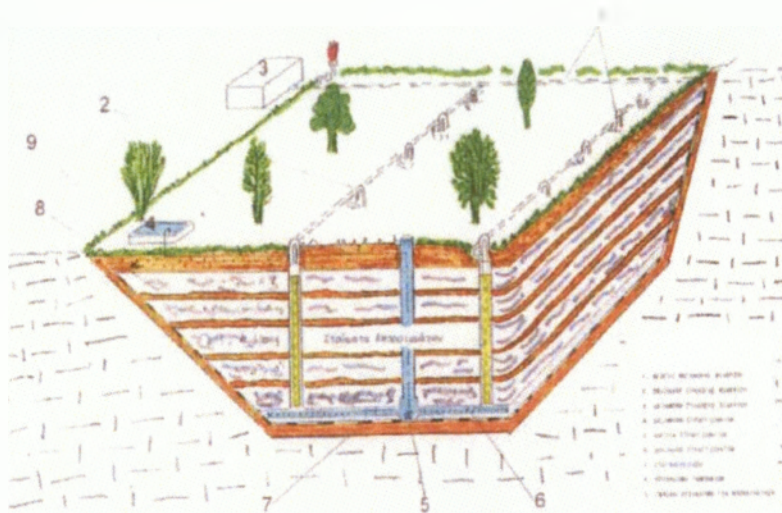
Βιοαέριο

Σημαντικές ενεργειακές ανάγκες μπορούν επίσης να καλυφθούν με τη χρήση του βιοαερίου ως καυσίμου σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, όπως είναι τα λύματα των χοιροστασιών, πτηνοτροφιών, βουστασιών, καθώς και βιομηχανικών και αστικών οργανικών απορριμμάτων.

Στην περίπτωση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, η παραγωγή του βιοαερίου γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις, απλούστερες ή συνθετότερες, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής. Σ αυτές, εκτός από το βιοαέριο, παράγεται και πολύ καλής ποιότητας οργανικό λίπασμα, του οποίου η διάθεση στην αγορά μπορεί να συμβάλλει στην οικονομική βιωσιμότητα μίας εφαρμογής αυτού του είδους.

Στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων, το βιοαέριο παράγεται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 7. Η μαστεύσή του μπορεί να αρχίσει μετά από το δεύτερο ή τρίτο χρόνο της απόθεσης των απορριμμάτων αυτών και εξαρτάται από την ποσότητά τους. Από την άλλη πλευρά, η ποσότητα του βιοαερίου που μαστεύεται εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα των αποτιθεμένων απορριμμάτων σε οργανικά υλικά, καθώς και από την ποιότητα του υλικού

επικάλυψης των στρώσεων. Αυτό θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο στεγανό, ώστε να επιτυγχάνεται η αναερόβια χώνευση, εμποδίζοντας, ταυτόχρονα, την απαέρωση του παραγόμενου βιοαερίου.



Σχήμα 7 Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)

Παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων από πτηνοτροφικά απόβλητα.

Στην περιοχή των Μεγάρων, εγκαταστάθηκε μονάδα παραγωγής οργανικών λιπασμάτων από την επεξεργασία των αποβλήτων των πολυάριθμων πτηνοτροφείων της περιοχής. Μια τέτοια μονάδα έχει σημαντικές ευνοϊκές επιπτώσεις στο περιβάλλον, δεδομένου ότι η περιοχή απαλλάσσεται από σημαντικές ποσότητες πτηνοτροφικών αποβλήτων, που προκαλούν προβλήματα στους κατοίκους λόγω της τοξικότητάς τους και του κινδύνου διάδοσης μολυσματικών ασθενειών.

Συμβάλλει, όμως, και στην εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, τα οποία θα απαιτούνταν για την κατ' άλλο τρόπο παραγωγή ανόργανων λιπασμάτων ίσης λιπαντικής αξίας. Η μονάδα έχει δυναμικότητα επεξεργασίας 30.000 τόνων πτηνοτροφικών αποβλήτων ετησίως και η ηλεκτρική ενέργεια που εξοικονομείται, στο ίδιο διάστημα, φθάνει περίπου τις 500 MWh.

Προοπτικές της Βιομάζας

Σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια, τα αποθέματα των συμβατικών πηγών ενέργειας (πετρελαίου, άνθρακα κ.α.) πλησιάζουν στην εξάντλησή τους, ενώ και οι διαθέσιμες ποσότητες των πυρηνικών καυσίμων είναι οπωσδήποτε περιορισμένες, πέραν του ότι η χρήση τους εγκυμονεί τεράστιους κινδύνους. Στο ενδιάμεσο διάστημα, μέχρι δηλαδή να εξαντληθούν τα γνωστά αποθέματα καυσίμων υλών, προβλέπεται ο διπλασιασμός των κατοίκων του πλανήτη και ο πολλαπλασιασμός των ενεργειακών τους αναγκών.

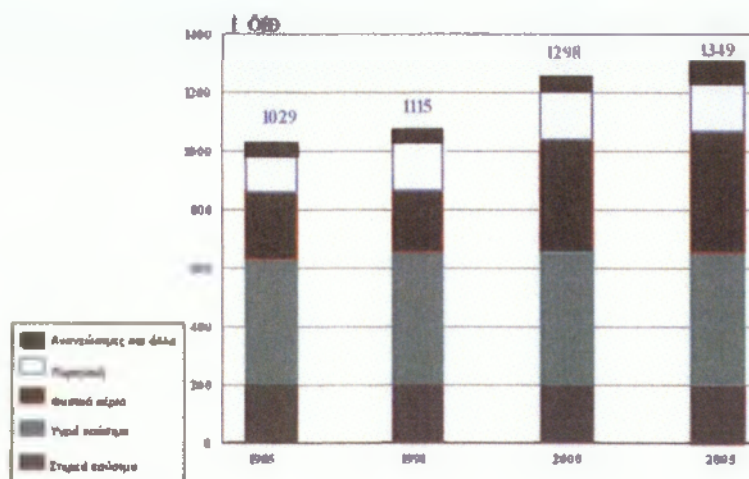
Τα κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων, στερεών, υγρών και αέριων, που προήλθαν από το φυτικό κόσμο, ο οποίος χρειάστηκε πολλές χιλιετίες για να δημιουργηθεί με τη φωτοσύνθεση, εξορύσσονται με ξέφρενους ρυθμούς και καίγονται. Το αποτέλεσμα είναι, μέσα σε διάστημα δύο μόνο αιώνων, να κοντεύει να εξαντληθεί το προϊόν του μακροχρόνιου έργου της φύσης, καθώς επίσης να έχει ήδη επιβαρυνθεί σοβαρά το περιβάλλον. Το τελευταίο αυτό γεγονός εγκυμονεί τεράστιους οικολογικούς κινδύνους για τον πλανήτη (φαινόμενο θερμοκηπίου, όξινη βροχή κ.λ.π.).

Επιδίωξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) είναι οι εκπομπές CO₂ των χωρών μελών της να έχουν σταθεροποιηθεί το έτος 2000 στα επίπεδα του 1990, με περαιτέρω στόχο τη μείωσή τους μέχρι το 2010. Υπάρχουν δε σχέδια για την επιβολή φορολογίας CO₂, η οποία θα είναι ανάλογη των εκπομπών ρύπων που προκαλεί η κατανάλωση ενέργειας από το βιομηχανικό τομέα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες δεν εμφανίζουν όταν κίνδυνο εξάντλησής τους και είναι φιλικές προς το περιβάλλον, προβάλλουν σήμερα ως η μόνη ελπίδα, η οποία διαγράφεται στο ζοφερό ενεργειακό και περιβαλλοντικό ορίζοντα του πλανήτη.

Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι, η συμφωνία της GATT και η από αυτήν απορρέουσα νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.) της Ε.Ε. θα δημιουρ-

γήσουν σοβαρότατα προβλήματα διάθεσης των αγροτικών προϊόντων που προορίζονται για διατροφή και παραγωγή βιομηχανικών πρώτων υλών. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, 150 εκατομμύρια στρέμματα γόνιμων και άλλα τόσα στρέμματα περιθωριακών εκτάσεων είναι πιθανό να περιέλθουν σε αγρανάπαυση, εκτός εάν οι εκτάσεις αυτές χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Για το λόγο αυτό, η Ε.Ε. δαπανά τεράστια ποσά στην έρευνα για την αξιοποίηση της βιομάζας και την ανάπτυξη των βιοκαυσίμων στις περιθωριοποιούμενες εκτάσεις.

Στο ακόλουθο σχήμα (Σχήμα 8) παρατίθενται ορισμένα στοιχεία σχετικά με την πορεία των ενεργειακών καταναλώσεων των χωρών της Ε.Ε., μέχρι το έτος 2005. Ο στόχος, τέλος, της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσον αφορά το έτος 2010, είναι να γίνουν εκείνα τα βήματα που θα επιτρέψουν να καλυφθεί από ανανεώσιμες πηγές το 12% των ενεργειακών αναγκών των χωρών - μελών της, με προβλεπόμενη ενισχυμένη συμμετοχή της βιομάζας στην προσπάθεια αυτή.



Σχήμα 8. Ενεργειακή κατανάλωση στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Ανακεφαλαιώνοντας, η αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας συμβάλλει :

- Στην εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από ξένες ενεργειακές πηγές.
- Στην εξασφάλιση εργασίας και τη συγκράτηση των πληθυσμών στην περιφέρεια.
- Στην προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος, καθώς η βιομάζα ως καύσιμο πλεονεκτεί και από περιβαλλοντικής απόψεως έναντι των συμβατικών καυσίμων.

Η ανάπτυξη και εξάπλωση της χρήσης της βιομάζας χρειάζεται τη συμβολή όλων. Τα οφέλη που μπορούν να αποκομισθούν είναι σημαντικά, τόσο από ενεργειακής οικονομικής πλευράς όσο και από την πλευρά της προστασίας του περιβάλλοντος, αρκεί να καταβληθεί η προσπάθεια που απαιτείται ώστε να γίνει συστηματική εκμετάλλευση και στη χώρα μας του πλούσιου δυναμικού που αυτή διαθέτει.

Κεφάλαιο Τρίτο

Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή βιοκαυσίμων

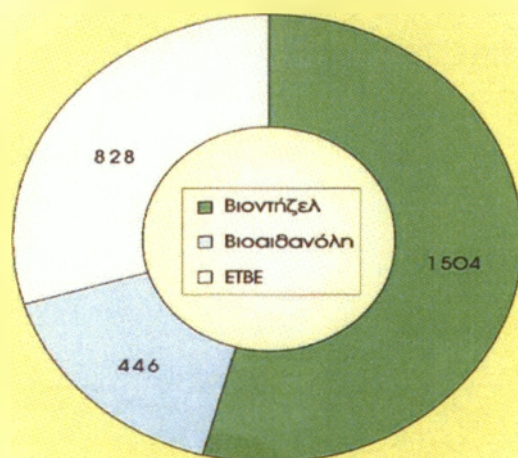
3.1 Βιοκαύσιμα

Σήμερα ο όρος «βιοκαύσιμα» χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που προέρχονται από βιομάζα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ κι η βιοαιθανόλη.

Τα βιοκαύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα γιατί έχουν λιγότερες εκπομπές, χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πρώτες ύλες και συμβάλλουν στη μείωση των εισαγωγών συμβατικών καυσίμων και στην ενεργειακή αυτονομία της Χώρας.

Τα βιοκαύσιμα που μπορούμε να παράγουμε από τις ενεργειακές καλλιέργειες είναι στερεά, υγρά και αέρια.

Παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (χιλιάδες τόνοι) σε χώρες της ΕΕ25, το 2003.



Εικόνα 2: Παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (χιλιάδες τόνοι)

3.2 Υγρά βιοκαύσιμα

Σήμερα, ο όρος «βιοκαύσιμα» χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ, μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.ά) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες και η βισαιθανόλη η οποία παράγεται από σακχαρούχα, κυταρινούχα κι αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.ά.) και χρησιμοποιείται είτε ως έχει σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες είτε τέλος να μετατραπεί σε ETBE (πρόσθετο βενζίνης).

Τα βιοκαύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα γιατί έχουν λιγότερες εκπομπές και χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πρώτες ύλες. Συμβάλλουν στη μείωση των εισαγωγών και στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

3.3 Στερεά βιοκαύσιμα

Οι ενεργειακές καλλιέργειες που έχουν διερευνηθεί τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια από το ΚΑΠΕ για την παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων είναι ο ευκάλυπτος, η ψευδοκακία, το καλάμι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα, το switchgrass (είδος κεχριού), το κυταρινούχο σόργο και το κενάφ.

Στρεμματικές αποδόσεις ενεργειακών καλλιεργειών για την παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων και το ενεργειακό τους περιεχόμενο.

Ενεργειακή καλλιέργεια	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	Αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα (τόνοι/στρέμματα)	Ενεργειακό δυναμικό (ΤΙΠ/στρέμμα)
Ευκάλυπτος	19,0	1,8 – 3,2	0,8 – 1,3
Ψευδακακία	19,4	0,24 – 1,34	0,1 – 0,6
Καλάμι	18,6	2 – 3	0,9 – 1,3
Μίσχανθος	17,3	0,8 – 3	0,3 – 1,2
Αγριοαγκινάρα	14,5	1,7 – 3,3	0,6 – 1,1
Switchgrass	17,4	2,6	1,1

3.4 Αέριο βιοκαύσιμο

Όσο αφορά το βιοαέριο από ενεργειακές καλλιέργειες, είναι μια διαδικασία η οποία βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Οι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να πάρουμε βιοαέριο από τα ενεργειακά φυτά, είναι οι εξής:

- α. Σε μείξη με άλλα υλικά, όπως είναι τα υδαρή απόβλητα.
- β. Με αεριοποίηση, το οποίο γίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες ώστε να σπάσει το μόριο της βιομάζας, όπου και παίρνουμε ένα αέριο χαμηλής ενταλπίας.

3.5 Βιοκαύσιμα πρώτης γενεάς

Βιοκαύσιμα πρώτης γενεάς είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται υπό χαμηλή αναλογία μαζί με συμβατικά καύσιμα ήδη στα περισσότερα οχήματα και μπορεί να διανέμονται μέσω της υφιστάμενης υποδομής. Ορισμένα αυτοκίνητα πετρελαίου ντίζελ είναι δυνατόν να κινούνται κατά 100% με βιοντίζελ (B 100) ενώ είναι ήδη διαθέσιμα σε πολλές χώρες στον κόσμο «πλειοκαύσιμα» αυτοκίνητα. Συνεπώς η αντικατάσταση ποσοστού πετρελαίου ντίζελ ή βενζίνης με βιοκαύσιμα αποτελεί τον απλούστερο τρόπο ώστε στον τομέα των μεταφορών να πραγματοποιηθεί άμεση συμβολή στους στόχους Κυότο, ιδιαίτερος λόγω του ότι τα οφέλη θα ήταν δυνατόν να εφαρμοστούν σε ολόκληρο το στόλο οχημάτων. Η ανάπτυξη υποκατάστατου για το πετρέλαιο

ντίζελ έχει ιδιαίτερη σημασία στο ευρωπαϊκό πλαίσιο, δεδομένου ότι επί του παρόντος η ΕΕ αποτελεί καθαρό εισαγωγέα πετρελαίου ντίζελ ενώ εξαγει βενζίνη.

Όμως, μολονότι χρησιμοποιούνται οι πλέον πρόσφατες τεχνολογίες, το κόστος των βιοκαυσίμων των παραγόμενων στην ΕΕ θα καταστήσει δύσκολο τον ανταγωνισμό τους προς τα ορυκτά καύσιμα. Με τις διαθέσιμες επί του παρόντος τεχνολογίες το παραγόμενο στην ΕΕ βιοκαύσιμο φθάνει σε ίσα επίπεδα προς τιμές πετρελαίου περίπου 60 ανά βαρέλι ενώ η βιοαιθανόλη γίνεται ανταγωνιστική με τιμές πετρελαίου περίπου 90 ανά βαρέλι.

Τα βιοκαύσιμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικό καύσιμο για τις μεταφορές όπως συμβαίνει και με άλλες εναλλακτικές λύσεις σαν το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG), το υγραέριο (LPG) και το υδρογόνο. Η ενθάρρυνση πάντως της χρήσης των διαθέσιμων σήμερα βιοκαυσίμων θα είναι δυνατόν να θεωρηθεί ως ενδιάμεσο βήμα προς τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, το διαφορισμό των πηγών ενέργειας για μεταφορές και την προετοιμασία της οικονομίας της ΕΕ για άλλες εναλλακτικές λύσεις στον τομέα των μεταφορών οι οποίες δεν είναι ακόμη ώριμες.

Υιοθετώντας ενεργώς τη γενική τάση προς τα βιοκαύσιμα και διασφαλίζοντας την αειφόρο παραγωγή τους, η ΕΕ μπορεί να εκμεταλλευθεί και να εξαγάγει την εμπειρία και τη γνώση της αποδεδειγμένη ταυτόχρονα σε έρευνα για να εξασφαλιστεί η παραμονή της στην πρωτοπορία των τεχνικών εξελίξεων. Η χάραξη σαφούς στρατηγικής για την ΕΕ θα προωθήσει επίσης τη μείωση του κόστους παραγωγής.

Ο εφοδιασμός με πρώτες ύλες αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία της στρατηγικής στον τομέα των βιοκαυσίμων. Έτσι, ορισμένες από τις διατάξεις της Κοινής Γεωργικής Πολιτικής θα αναθεωρηθούν και θα αναπροσαρμοστούν, εφόσον είναι αναγκαίο. Η αναμενόμενη αύξηση του

παγκοσμίου εμπορίου βιοκαυσίμων θα συμβάλει επίσης στη σταθερότητα του εφοδιασμού της ΕΕ και άλλων μερών του κόσμου. Η κατασκευή εργοστασίων για την παραγωγή εναλλακτικών καυσίμων, η εισαγωγή νέων τύπων κινητήρων και η αναπροσαρμογή του συστήματος διανομής καυσίμων συνεπάγονται βραχυπρόθεσμες επενδύσεις οι οποίες απαιτούν σταθερές προοπτικές όσον αφορά τη ζήτηση από την αγορά. Αυτό συνεπάγεται ότι μέτρα προς την πλευρά της ζήτησης πρέπει να συμπληρώνονται από αποτελεσματικό σύστημα κινήτρων βασιζόμενων στην αγορά. Μεσοπρόθεσμα θα απαιτηθούν συμπληρωματικές επενδύσεις ώστε να τεθούν σε χρήση νέες τεχνολογίες και πρώτες ύλες. Ανερχόμενο ρόλο θα παίξουν δασικά υλικά και απορρίμματα σε περίπτωση που καταστεί δυνατόν από εμπορική άποψη να λειτουργήσουν αποτελεσματικά διεργασίες «δεύτερης γενεάς».

Για να προκύψει το μέγιστο όφελος από τις σημερινές και μελλοντικές ευκαιρίες, η Επιτροπή δεσμεύεται να ενθαρρύνει την αγορά βιοκαυσίμων πρώτης γενεάς, μέτρο που θα συμπληρωθεί με νέες τεχνολογίες μόλις αυτές τεθούν σε λειτουργία.

3.6 Βιοκαύσιμα δεύτερης και επόμενης γενιάς

Μια από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες βιοκαυσίμου δεύτερης γενεάς - η λιγνοκυτταρινική διεργασία - έχει ήδη προχωρήσει αρκετά. Στην ΕΕ έχουν δημιουργηθεί τρία κοινοτικά εργοστάσια, στη Σουηδία, την Ισπανία και τη Δανία. Άλλες τεχνολογίες για τη μετατροπή της βιομάζας προς υγρά βιοκαύσιμα (BtL) περιλαμβάνουν το βιοντίζελ Fischer - Tropsh και το βιο-DME (διμεθυλαιθέρας). Στη Γερμανία και τη Σουηδία λειτουργούν εργοστάσια επίδειξης.

Το συνθετικό φυσικό αέριο (SNG) είναι δυνατόν να παράγεται τόσο από ορυκτές όσο και από ανανεώσιμες πηγές. Το ανανεώσιμο SNG παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα για τη μείωση του CO₂ και θα ήταν

δυνατόν να αποτελέσει αποφασιστικό βήμα προς την ανάπτυξη άλλων αερίων καυσίμων.

Η υψηλού επιπέδου ομάδα CARS5 προσδιόρισε τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς ως ιδιαίτερος υποσχόμενα και σύστησε να δοθεί ουσιαστική στήριξη στην ανάπτυξή τους. Επίσης η ομάδα συμπέρανε ότι περαιτέρω εξελίξεις πολιτικής πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και να αντικατοπτρίζουν τα διαφοριζόμενα οφέλη από άποψη κλιματικής μεταβολής για τις διάφορες τεχνολογίες βιοκαυσίμου και διεργασίες παραγωγής.

Με σκοπό την προετοιμασία για τη μεγάλης κλίμακας χρήση ανταγωνιστικών από άποψη κόστους βιοκαυσίμων, απαιτείται η συνέχιση της έρευνας και ανάπτυξης προκειμένου να καταστούν επιτυχείς οι νέες τεχνολογίες. Το ευρωπαϊκό πλατύβαθρο τεχνολογίας βιοκαυσίμων και άλλα τεχνολογικά πλατύβαθρα είναι δυνατόν να παίξουν ζωτικό ρόλο στην επιτυχία του σκοπού αυτού. Επίσης πρέπει να ενθαρρυνθούν οι εργασίες για την ανάπτυξη αποκλειστικών πρώτων υλών και την αύξηση της σειράς πρώτων υλών που είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται στην παραγωγή βιοκαυσίμων.

Για να προωθηθούν οι βέλτιστες πρακτικές και να διευκολυνθούν μακροπρόθεσμα οι επενδύσεις ιδιωτικού τομέα θα απαιτηθεί εταιρική σχέση μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων.

Από την άποψη αυτή η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων θα ήταν δυνατόν να βοηθήσει στην ανάπτυξη και την κλιμάκωση οικονομικώς βιώσιμων έργων και τεχνολογιών.

Η εξέλιξη θα παρακολουθείται σε επίπεδο ΕΕ με σκοπό την παροχή στήριξης κατά την κατάλληλη στιγμή για την αναβάθμιση έργων επίδειξης σε δράσεις εμπορικής κλίμακας.

Ταυτοχρόνως πρέπει να παρέχονται εγγυήσεις όσον αφορά τα περιβαλλοντικά οφέλη για όλες τις νέες διεργασίες ενώ πρέπει να αρθούν όλα τα μη τεχνικού επιπέδου εμπόδια για την αποδοχή τους.

Επίσης οι προηγμένες τεχνολογίες βιοκαυσίμου θα ήταν δυνατόν να αποτελέσουν ενδιάμεσο βήμα για την κατά τρόπο ανανεώσιμο παραγωγή υδρογόνου, που προσφέρει την προοπτική μεταφορών σχεδόν χωρίς εκπομπές. Όμως τα στοιχεία καυσίμου υδρογόνου απαιτούν νέα τεχνολογία κινητήρα καθώς και μεγάλες επενδύσεις σε εργοστάσια για την παραγωγή του υδρογόνου καθώς και νέο σύστημα διανομής. Στο πλαίσιο αυτό ή αειφορία του υδρογόνου πρέπει να αξιολογηθεί προσεκτικά. Συνεπώς, τυχόν μετατόπιση προς μεταφορές βασιζόμενες στο υδρογόνου απαιτούν μείζονος σημασίας απόφαση, βασιζόμενη σε μεγάλης κλίμακας και μακροπρόθεσμη στρατηγική.

3.7 Βιοκαύσιμα σε αναπτυσσόμενες χώρες

Η παραγωγικότητα βιομάζας είναι υψηλότερη σε τροπικά περιβάλλοντα ενώ το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων, ιδίως αιθανόλης, είναι συγκριτικά χαμηλό σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες. Βιοαιθανόλη παραγόμενη από ζαχαροκάλαμο είναι ήδη ανταγωνιστική προς τα ορυκτά καύσιμα στη Βραζιλία η οποία είναι διεθνώς πρωτοπόρος στην παραγωγή βιοαιθανόλης. Επιπλέον, η εισροή ενέργειας από ορυκτά για την παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο είναι χαμηλότερη σε σχέση με εκείνη για την αιθανόλη την παραγόμενη στην Ευρώπη, οπότε οι αντίστοιχες μειώσεις εκπομπών είναι μεγαλύτερες. Για τον βιοντίζελ η ΕΕ αποτελεί ήδη τον κυριότερο παραγωγό και δεν υφίστανται σημαντικές εμπορικές συναλλαγές. Οι αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Μαλαισία, η Ινδονησία και οι Φιλιπίνες οι οποίες παράγουν σήμερα βιοντίζελ για τις εσωτερικές τους αγορές θα ήταν δυνατόν να αναπτύξουν αρκετά το δυναμικό εξαγωγών.

Γενικώς η παραγωγή βιοκαυσίμων θα ήταν δυνατόν να παράσχει ευκαιρία διαφορισμού της γεωργικής δραστηριότητας, μείωσης της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα (κυρίως πετρέλαιο) και να συμβάλει στην οικονομική

ανάπτυξη κατά τρόπο αειφόρο. Αλλά η διαφοροποιημένη εικόνα μεταξύ των αναπτυσσόμενων χωρών πρέπει να αναγνωρισθεί ενώ εγείρονται ανησυχίες όσον αφορά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά θέματα.

Οι διαφέρουσες προοπτικές όσον αφορά την παραγωγή και χρησιμοποίηση βιοκαυσίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες σχετίζονται προς τους τύπους παραγόμενης πρώτης ύλης και προς σειρά οικονομικών παραγόντων. Για την εσωτερική ανάπτυξη βιοκαυσίμων σημαντικό καθοριστικό παράγοντα αποτελεί η τιμή του πετρελαίου στην παγκόσμια αγορά. Άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο αποτελούν (i) η δυνητική κλίμακα παραγωγής· (ii) το μέγεθος της εθνικής ή περιφερειακής αγοράς· (iii) οι απαιτούμενες επενδύσεις σε υποδομή· (iv) η υποστήριξη που θα δοθεί στο καθεστώς πολιτικής· (v) οι λύσεις όσον αφορά τις εξαγωγές (ΕΕ, ΗΠΑ, Ιαπωνία, Κίνα) και (vi) οι τιμές αγοράς των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμου.

Στις χώρες στις οποίες είναι πιθανό ότι θα λάβει χώρα ευρείας κλίμακας επέκταση της παραγωγής πρώτης ύλης οι περιβαλλοντικές ανησυχίες σχετίζονται με πιέσεις σε οικοευαίσθητες περιοχές, όπως τα τροπικά δάση. Επίσης εγείρονται ανησυχίες όσον αφορά την επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους, τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα του νερού και τη χρήση φυτοφαρμάκων. Οι κοινωνικές επιπτώσεις αφορούν τη δυνητική μετατόπιση πληθυσμών και τον ανταγωνισμό μεταξύ παραγωγής βιοκαυσίμου και τροφίμων. Οι ανησυχίες αυτές απαιτούν ειδική έρευνα και ποσοτικοποίηση και, εφόσον είναι αναγκαίο, πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω ισχυρών κανονιστικών πλαισίων. Η αναπτυξιακή πολιτική της ΕΕ θα στοχεύει στην παροχή βοήθειας προς τις κατάλληλες αναπτυσσόμενες χώρες ώστε να αδράξουν τα οφέλη που προσφέρονται από τα βιοκαύσιμα ενώ ταυτόχρονα θα αντιμετωπιστούν κατά τον κατάλληλο τρόπο οι εν λόγω ανησυχίες.

Δυνατότητες των Βιοκαυσίμων

Το εκτιμώμενα γνωστά αποθέματα πετρελαίου Θα διαρκέσουν για περίπου 40 χρόνια αν χρησιμοποιούνται με τον τρέχοντα ρυθμό, το αέριο και ο άνθρακός περισσότερο, αλλά η ζήτηση για ενέργεια αυξάνεται.

- Το 2007, η καθημερινή χρήση στις ΗΠΑ είναι περισσότερο από 20 εκατομμύρια βαρέλια πετρέλαιο. Η ΕΕ χρησιμοποιεί 15 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα. Συγκρίνετε αυτά τα νούμερα με την σημερινή κατανάλωση της Κίνας που είναι μόνο 6 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα και των εκατομμυρίων της Ινδίας και σκεφτείτε πόσο γρήγορα αναπτύσσονται οι οικονομίες αυτών των τεράστιων χωρών.
- Κοιτάξτε σε ένα χάρτη που βρίσκονται τα μεγάλα φυσικά αποθέματα και δείτε ότι ίσως τα περισσότερα από τα δυο-τρίτα βρίσκονται κάτω από περιοχές με πολιτική αστάθεια.
- Νιώστε τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες, για τις οποίες οι περισσότεροι μετεωρολόγοι πιστεύουν ότι συνδέονται με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και σημειώστε ότι η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά 25% σε 50 χρόνια και Θα διπλασιαστεί μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα.

Δεν είναι παράξενο το γιατί αυξάνονται οι τιμές των καυσίμων και υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον και επενδύσεις σε βιοαιθανόλη, βιοντίζελ, βιοπολυμερή και άλλα προϊόντα που δεν αποτελούν τρόφιμα από τις καλλιέργειες. Βραχυπρόθεσμα, οι ΗΠΑ στοχεύουν σε ετήσια παραγωγή 28,4 δισεκατομμυρίων λίτρων (7,5 δις γαλόνια) βιοαιθανόλης έως το έτος 2012 και η ΕΕ στοχεύει να χρησιμοποιεί το 5,75% των καυσίμων για οδικές μεταφορές από βιοανανεώσιμα μέχρι το 2010.

Η ιδέα των βιοκαυσίμων δεν είναι καινούργια. Ο κινητήρας ντίζελ σχεδιάστηκε αρχικά για να λειτουργεί με φυτικά πετρέλαια, αφού σαν πρώτο καύσιμο είχε το αραβοσιτέλαιο, και ο Χένρι Φορντ έλεγε την αιθανόλη «Το

καύσιμο του μέλλοντος». Ωστόσο, μόνο στα τελευταία χρόνια η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ άρχισαν να κερδίζουν έδαφος. Η Βραζιλία ξεκίνησε πρώτη νωρίς με την επένδυση της στο πρόγραμμα Υπέρ της Αλκοόλης για την παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο το 1975. Το 2005 οι ΗΠΑ είχαν παραγωγή 15 δισεκατομμύρια λίτρα (4 δις γαλόνια) αιθανόλης από καλαμπόκι, που αναλογεί στο 14% όλης της εσωτερικής παραγωγής. Στην Ευρώπη η βιοαιθανόλη παράγεται από το σιτάρι και ζαχαρότευτλα, τώρα σε πολύ μικρότερους όγκους από τις ΗΠΑ ή Βραζιλία. Το βιοντίζελ παράγεται από ελαιόσπορους. Στις ΗΠΑ, η σόγια αποτελεί την πρώτη ύλη τροφοδοσίας και στην Ευρώπη χρησιμοποιείται κυρίως σπόρος ελαιοκράμβης (κανόλα).

Η ενέργεια από τον ήλιο συλλαμβάνεται από τη φωτοσύνθεση σε 57 δισεκατομμύρια τόνους νέου φυτικού υλικού στη γη κάθε χρόνο. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί περίπου 4 δισεκατομμύρια τόνους από τη γεωργία και 7,5 δισεκατομμύρια τόνους από τη δασοκομία ετησίως. Τα υπόλοιπα φυσικά, είναι ζωτικά για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων του πλανήτη.

Η μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή βιοντίζελ είναι από τα τροπικά σπορέλαια, Ιδιαίτερα το φοινικόδεντο (*Elaeis guineensis*) στη Μαλαισία και Ινδονησία, και Ζατρόφα (*Jatropha curcas*) στην Ινδία. Δεν αποτελούν μόνο περιοχές αυτών των τροπικών πολυετών καλλιεργειών που φυτεύονται για να αναπτυχθούν, αλλά το έντονο ηλιακό φως και η αφθονία νερού επιτρέπουν υψηλή παραγωγικότητα.

Η παγκόσμια ζήτηση για τροφή προβλέπεται να διπλασιαστεί μέχρι το 2050 και πολλοί περισσότερος κόσμος θα θέλει να τρώει κρέας. Η ενέργεια της τροφής στο βοδινό, για παράδειγμα, απαιτεί οκτώ φορές περισσότερες εκτάσεις καλλιέργειας από ότι ένα ισοδύναμο μιας διατροφής με χορτοφαγία. Έτσι, περισσότερο από ποτέ, η πίεση είναι στην αύξηση της γεωργικής παραγωγικότητας και η σοφή χρήση της. Η προστασία του εδάφους είναι ζωτική για την αειφόρο γεωργική παραγωγή.

3.8 Στρατηγική της ΕΕ για τα βιοκαύσιμα

Στην ΕΕ εκτιμάται ότι το 21% του συνόλου των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που συμβάλλουν στη θέρμανση της υδρογείου οφείλεται στις μεταφορές και το ποσοστό αυτό αυξάνει. Συνεπώς, προκειμένου να εκπληρωθούν οι στόχοι αειφορίας και ειδικότερα η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που έχει συμφωνηθεί στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου του Κυότο, έχει ουσιώδη σημασία η εξεύρεση τρόπων μείωσης των εκπομπών από μεταφορές.

Αυτό δεν αποτελεί τη μοναδική πρόκληση. Σχεδόν το σύνολο της ενέργειας που χρησιμοποιείται στον τομέα μεταφορών στην ΕΕ προέρχεται από το πετρέλαιο. Τα γνωστά πετρελαϊκά αποθέματα είναι περιορισμένα σε ποσότητα και συγκεντρώνονται μόνο σε λίγες περιφέρειες του κόσμου. Υπάρχουν νέα αποθέματα των οποίων όμως στις περισσότερες φορές η εκμετάλλευση θα γίνεται δυσχερέστερη. Η διασφάλιση ενεργειακού εφοδιασμού για το μέλλον αποτελεί συνεπώς όχι απλώς θέμα μείωσης της εξάρτησης από εισαγωγές αλλά απαιτεί ευρεία σειρά πολιτικών πρωτοβουλιών, περιλαμβανόμενης της διαφοροποίησης πηγών και τεχνολογιών.

Ήδη στην ΕΕ έχουν αναληφθεί σειρά ενεργειών. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων αναπτύσσουν νέα μοντέλα τα οποία είναι καθαρότερα και με μεγαλύτερη απόδοση καυσίμου ενώ επίσης εργάζονται με αντικείμενο νέες ιδέες. Επίσης έχουν καταβληθεί προσπάθειες για τη βελτίωση των δημόσιων μεταφορών και την ενθάρρυνση της χρησιμοποίησης περιβαλλοντικώς φιλικών τρόπων μεταφοράς στις περιπτώσεις που αυτό είναι δυνατό.

Προκειμένου να επιτευχθούν μειώσεις στις ποσότητες ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά, απαιτείται η καταβολή περαιτέρω προσπαθειών.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν ανάλογες και ακόμη μεγαλύτερες προκλήσεις όσον αφορά την ενέργεια για μεταφορές. Η αύξηση

των τιμών του πετρελαίου επηρεάζει δυσμενώς το ισοζύγιο πληρωμών τους· η εξάρτηση από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα συνεπάγεται τρωτότητα ενώ και οι χώρες αυτές αντιμετωπίζουν την πρόκληση μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Η κεντρική σημασία της ενεργειακής πολιτικής στην παροχή στην ΕΕ αρωγής για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της παγκοσμιοποίησης επιβεβαιώθηκε από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων της Ένωσης κατά την άτυπη σύνοδο του Hampton Court τον Οκτώβριο έτους 2005, οπότε από την Επιτροπή ζητήθηκε να επεξεργαστεί προτάσεις για την ανάπτυξη αναζωογονημένης ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής. Ένα σημαντικό στοιχείο προσέγγισης του είδους αυτού θα ήταν τα μέσα για την αντιμετώπιση της υπερεξάρτησης της Ευρώπης από εισαγόμενο πετρέλαιο και φυσικό αέριο και η ανάπτυξη συνεκτικής προσέγγισης, βασιζόμενης σε υγιή οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική ανάλυση επιρροής ώστε προοδευτικά να μειωθεί η εξάρτηση αυτή.

Η παρούσα ανακοίνωση εξετάζει το ρόλο που θα ήταν δυνατόν να παίξουν τα βιοκαύσιμα στο ανωτέρω πλαίσιο. Τα βιοκαύσιμα, παραγόμενα από τη βιομάζα, ανανεώσιμη πηγή, αποτελούν άμεσο υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές και είναι δυνατόν να ενταχθούν σε συστήματα προμήθειας καυσίμου. Τα βιοκαύσιμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικό καύσιμο για τις μεταφορές, όπως και άλλες εναλλακτικές λύσεις (βλ. 2.1), συμβάλλοντας έτσι στην προετοιμασία της οδού για πιο προηγμένες εξελίξεις όπως το υδρογόνο.

Αν και τα περισσότερα από τα βιοκαύσιμα παραμένουν δαπανηρότερα σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, η χρησιμοποίησή τους αυξάνει σε διάφορες χώρες του κόσμου. Με την ενθάρρυνση μέτρων πολιτικής, η συνολική παραγωγή βιοκαυσίμων εκτιμάται ότι υπερβαίνει πλέον τα 35 δισεκατομμύρια λίτρα.

Η ΕΕ υποστηρίζει τα βιοκαύσιμα στο πλαίσιο των στόχων μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, της ενίσχυσης της αφαίρεσης άνθρακα από καύσιμα για μεταφορές, της διαφοροποίησης των πηγών εφοδιασμού καυσίμων και της ανάπτυξης μακροπρόθεσμα υποκατάστατων για το ορυκτό πετρέλαιο. Η ανάπτυξη της παραγωγής βιοκαυσίμων αναμένεται ότι θα προσφέρει νέες ευκαιρίες διαφοροποίησης του εισοδήματος και απασχόλησης σε αγροτικές περιοχές.

Στο πλαίσιο της αναθεώρησης της οδηγίας για τα βιοκαύσιμα την οποία αναμένεται ότι η Επιτροπή θα ολοκληρώσει μέχρι το τέλος του έτους 2006, θα καταβληθεί προσοχή στο θέμα της σχέσης κόστους/αποτε-λεσματικότητας, στο επίπεδο φιλοδοξιών μετά το έτος 2010 και στην εκτίμηση και παρακολούθηση στο σύνολό της περιβαλλοντικής επιρροής των βιοκαυσίμων.

Η παραγωγή βιοκαυσίμων από κατάλληλες πρώτες ύλες θα ήταν δυνατόν επίσης να αποφέρει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη σε διάφορες αναπτυσσόμενες χώρες, να δημιουργήσει επιπλέον απασχόληση, να μειώσει τους λογαριασμούς εισαγόμενης ενέργειας και να δημιουργήσει δυνητικές αγορές εξαγωγής. Ειδικότερα, η παραγωγή βιοαιθανόλης θα ήταν δυνατόν να προσφέρει εφικτή εναλλακτική λύση για ορισμένες ζαχαροπαραγωγές χώρες που πλήττονται από τη μεταρρύθμιση του καθεστώτος ζάχαρης στην ΕΕ.

Η ανακοίνωση συμπληρώνει το σχέδιο δράσης για τη βιομάζα και συνοδεύεται από εκτίμηση επιρροής η οποία παρουσιάζει διάφορες εναλλακτικές λύσεις πολιτικής. Με βάση την εκτίμηση αυτή η ανακοίνωση συνιστά ρυθμιζόμενη προσέγγιση στρεφόμενη προς την αγορά, ανταποκρινόμενη στη λύση 2 της εκτίμησης επιρροής, η οποία αντικατοπτρίζει τις υφιστάμενες σήμερα γνώσεις και επιδιώκει την προετοιμασία της οδού για μελλοντικές εξελίξεις. Η λύση αυτή ευνοεί ιδιαίτερα την ισόρροπη προσέγγιση στις εμπορικές διαπραγματεύσεις που αφορούν τα βιοκαύσιμα, τη χρησιμο-

ποίηση των μέσων των διαθέσιμων στη γεωργία, τη γεωργική ανάπτυξη και την πολιτική συνοχής καθώς και την ανάπτυξη συνεκτικής δέσμης μέτρων παροχής βοήθειας για αναπτυσσόμενες χώρες. Ενώ οι υφιστάμενες τεχνολογίες δεν προσφέρουν επί του παρόντος ανταγωνιστικές σε σχέση με το κόστος λύσεις για την ΕΕ, τα οφέλη της ενθάρρυνσης της ανάπτυξης βιοκαυσίμων αναμένεται ότι θα εκταθούν πέραν του κόστους. Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη δεύτερης γενεάς βιοκαυσίμων, στην οποία η έρευνα και ανάπτυξη παίζει σημαντικό ρόλο, θα ήταν δυνατόν να συμβάλει περαιτέρω όσον αφορά τη σχέση κόστους και αποτελεσματικότητάς τους. Ενόψει του πολύπλοκου, διαπλεκόμενου και δυναμικού χαρακτήρα των θεμάτων, η προσέγγιση που υιοθετείται αποτελεί προσέγγιση στρατηγική, η επιρροή της οποίας θα παρακολουθηθεί προσεκτικά. Καθώς η αγορά βιοκαυσίμων εξελίσσεται, θα συζητηθούν οι ενδεδειγμένες τροποποιήσεις οι οποίες θα ενσωματωθούν στη στρατηγική.

3.9 Υλοποίηση του δυναμικού των βιοκαυσίμων

Στο πρόσφατο σχέδιο δράσης για τη βιομάζα έχουν ήδη περιγραφεί διάφορες ενέργειες που θα αναληφθούν ώστε να ενθαρρυνθεί η χρήση κάθε είδους βιομάζας για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Η παρούσα ανακοίνωση ορίζει τώρα στρατηγική της ΕΕ για βιοκαύσιμα με τρεις στόχους :

- περαιτέρω προαγωγή των βιοκαυσίμων στην ΕΕ και σε αναπτυσσόμενες χώρες, διασφάλιση ότι η παραγωγή τους και η χρήση τους θα είναι συνολικά θετική για το περιβάλλον και ότι θα συμβάλουν στους στόχους της στρατηγικής της Λισαβόνας, λαμβανομένων υπόψη των σχετικών με την ανταγωνιστικότητα ·
- προετοιμασία για την ευρείας κλίμακας χρήση βιοκαυσίμων με βελτίωση της ανταγωνιστικότητάς τους από άποψη κόστους μέσω της βελτιστοποιημένης καλλιέργειας αποκλειστικών πρώτων υλών, έρευνας

στον τομέα των βιοκαυσίμων «δεύτερης γενεάς» και στήριξης για διείσδυση στην αγορά με κλιμακούμενα έργα επίδειξης και άρση των όχι τεχνικού χαρακτήρα εμποδίων ·

- εξερεύνηση των ευκαιριών για αναπτυσσόμενες χώρες — περιλαμβανομένων εκείνων που έχουν πληγεί από τη μεταρρύθμιση του καθεστώτος της ΕΕ για τη ζάχαρη — για την παραγωγή πρώτων υλών βιοκαυσίμων και βιοκαυσίμων και περιγραφή του ρόλου που θα μπορούσε να παίξει η ΕΕ στη στήριξη της ανάπτυξης αειφόρου παραγωγής βιοκαυσίμων.

3.10 Ο κίνδυνος των βιοκαυσίμων

Ως πρόσφατα οι υποστηρικτές των βιοκαυσίμων δεν είχαν συναντήσει μεγάλα εμπόδια: μόνο την αντίδραση των πετρελαϊκών κυκλωμάτων, τα οποία δεν θέλουν να δουν να αμφισβητείται το μονοπώλιο τους. Μερικές φωνές είχαν επισημάνει ενδεχόμενες οικονομικές και οικολογικές απορυθμίσεις από μια μαζική παραγωγή καυσίμων προερχόμενων από ζαχαροκάλαμο, καλαμπόκι ή παντζάρια (για παραγωγή αιθανόλης) και από φοινικόδεντρα, σόγια, κόλσα ή ηλιόσπορους (για βιοέλαιο). Αλλά ήταν λίγες και χωρίς απήχηση, εν μέσω χειροκροτημάτων για την εμφάνιση καθαρών υποκατάστατων του πετρελαίου.

Η εποχή αυτή έχει περάσει. Πολλές αμφισβητήσεις έρχονται από πολλούς ορίζοντες. Η πιο διάσημη είναι του Φιντέλ Κάστρο. Μετά την υπογραφή, στα τέλη Μαρτίου, μιας συμφωνίας συνεργασίας και προώθησης των βιοκαυσίμων ανάμεσα στις ΗΠΑ και την Βραζιλία, ο κουβανός ηγέτης επανειλημμένα επιτέθηκε, στην «καταστροφική ιδέα να μετατραπούν τα τρόφιμα σε καύσιμα», κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε πρώιμο θάνατο δισεκατομμύρια ανθρώπους από την πείνα.

Επίσης ο πρόεδρος των ΗΠΑ ανακοίνωσε πριν λίγους μήνες ότι θα πενταπλασιάσει την ποσότητα των αμερικανικών βιοκαυσίμων και ότι μέχρι το 2017 θα χρησιμοποιούνται για το 24% των εθνικών μεταφορών.

Ταυτόχρονα, ορισμένοι αναλυτές καλούν σε ανακωχή πέντε χρόνων, αναφερόμενοι σε μια επερχόμενη οικολογική και ανθρώπινη καταστροφή. Υπάρχει πλέον και μια ευρωπαϊκή συμμαχία, με το όνομα «biofuelwatch», η οποία ζητεί να εγκαταλειφθούν οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης (10% καύσιμα φυτικής προέλευσης στα ρεζερβουάρ μας ως το 2020).

Ο στόχος αυτός, σύμφωνα με τους οικολόγους θα προωθήσει ποικιλίες με χαμηλές ενεργειακές αποδόσεις ενώ θα έχει ως αποτέλεσμα την αποδάσωση και την απώλεια της βιοποικιλίας και συγχρόνως θα ενισχύσει τις τοπικές διενέξεις για την χρήση των εδαφών γράφουν, ενώ οι ίδιοι μιλούν πλέον για «αγρό-καύσιμα».

Στην πραγματικότητα τα βιοκαύσιμα επιτρέπουν στους πολιτικούς των πλουσίων χωρών να μην αντιμετωπίσουν ένα επικίνδυνο ζήτημα: την ιλιγγιώδη αύξηση των εκπομπών αερίων, οι οποίες ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου - εκπομπές οι οποίες συνδέονται με τις συγκοινωνίες και την αποτελεσματικότητα της μετακίνησης των ανθρώπων και των εμπορευμάτων. Η ανεπιφύλακτη αυτή πολιτική στήριξη έχει συμβάλει να ριζωθεί η ιδέα πως τα νέα αυτά καύσιμα θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν χωρίς ζημιές τη βενζίνη και το πετρέλαιο.

Κι όμως τίποτα δεν είναι πιο λάθος. Καταρχήν η ενεργειακή τους απόδοση είναι άνιση. Τα φυτά τα οποία είναι πραγματικά αποδοτικό ζουν μόνο σε τροπικές περιοχές: όπως είναι το ζαχαροκάλαμο για την αιθανόλη και τα φοινικόδεντρα για πετρέλαια. Η απόδοση του ζαχαροκάλαμου είναι διπλάσια του καλαμποκιού. Οι μέθοδοι καλλιέργειας αμφισβητούνται, θα ήταν οικονομικό παρανοϊκό να αφιερωθεί πολλή ενέργεια μέσω της εντατικής χρήσης λιπασμάτων για να παραχθεί ενέργεια, λένε ειδικοί των καλλιεργειών.

Οι δε γεωπόνοι φοβούνται έναν ανταγωνισμό εδαφών για τα τέσσερα F: food (τρόφιμα), feed (ζωοτροφές), fiber (υφάσματα), fuel (καύσιμα). Τα βιοκαύσιμα αντιπροσωπεύουν λιγότερο του 1% της παραγόμενης ενέργειας στον κόσμο και η επιρροή τους στις τιμές των αγροτικών προϊόντων ήδη γίνεται αισθητή.

Πολλές χώρες όμως έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους; την ανάπτυξη τους για τα επόμενα χρόνια. Θα χρειάζονταν δύο πλανήτες για να γεμίσουν και τα στομάχια και τα ρεζερβουάρ, και να διατηρηθεί και η βιοποικιλία στο μέλλον, είναι η άποψη των ειδικών.

Από την άλλη πλευρά έχουν ήδη ξεκινήσει οι καταστροφές στα δάση της Νοτιοανατολικής Ασίας. Στην Ινδονησία και στη Μαλαισία τα δάση ήδη γίνονται καπνός για να μείνει χώρος για φυτείες φοινικόδεντρων. Η απώλεια της βιοποικιλότητας είναι τεράστια και πολύτιμοι απορροφητήρες (ή πηγάδια όπως αλλιώς λέγονται) του διοξειδίου του άνθρακα καταργούνται.

Αλλά και το περιβάλλον των πλουσίων χοίρων πλήττεται. Στις ΗΠΑ οι καλλιέργειες καλαμποκιού για αιθανόλη επεκτείνονται προς τη Δύση, χάρη στη χρήση του υδροφόρου ορίζοντα. Επίσης τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα και η διάβρωση του εδάφους επεκτείνονται μαζί τους. Είναι μια πολιτική τρελή, ακριβή και κακή για το περιβάλλον, υποστηρίζουν οι οικολόγοι.

Μια άλλη παράμετρος είναι η αύξηση των τιμών των γεωργικών προϊόντων. Οι γεωργοί εγκαταλείπουν τις παραδοσιακές τους καλλιέργειες για να φυτέψουν φυτά που θα χρησιμοποιηθούν ως βιοκαύσιμα. Σαν συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι ότι από τις αρχές του 2006 η τιμή του καλαμποκιού έχει διπλασιαστεί. Η τιμή του σιταριού επίσης είναι η υψηλότερη της δεκαετίας ενώ τα παγκόσμια αποθέματα έχουν αγγίξει το χαμηλότερο επίπεδο της τελευταίας 25ετίας. Ήδη έχουν ξεσπάσει ταραχές για τα τρόφιμα στο Μεξικό και οι πληροφορίες φέρουν τους φτωχούς ανά τον κόσμο να υφίστανται επιπλέον στερήσεις. Το αμερικανικό υπουργείο Γεωργίας προειδοποιεί ότι σε

περίπτωση ξηρασίας ή πολύ φτωχής σοδειάς θα αντιμετωπίσουμε αστάθεια ανάλογη εκείνης της δεκαετίας του '70. Σύμφωνα με την αρμόδια υπηρεσία του ΟΗΕ, ο βασικός λόγος είναι η αυξημένη ζήτηση για αιθανόλη, καύσιμο που μπορεί να παραχθεί από καλαμπόκι και σιτάρι. Οι αγρότες ναι μεν θα ανταποκριθούν στις καλύτερες τιμές καλλιεργώντας περισσότερο, αλλά δεν είναι σαφές ότι μπορούν να καλύψουν τη ζήτηση. Ακόμη κι αν το καταφέρουν, θα το κάνουν οργώνοντας παρθένο γη.

Οι αυξημένες τιμές για αγροτικά αγαθά -για τις οποίες εν μέρει ευθύνεται η ζήτηση για βιοκαύσιμο που προέρχονται από προϊόντα καλλιέργειας- ωθούν προς τα πάνω τις ανά τον κόσμο τιμές τροφίμων και απελευθερώνουν μια νέα πηγή πληθωριστικών πιέσεων. Η αύξηση στις τιμές τροφίμων ασκεί ήδη πιέσεις μεταξύ καταναλωτών σε ορισμένα μέρη του κόσμου - ειδικότερα σε σχετικό φτωχές χώρες, όπως η Ινδία και η Κίνα. Και όπως αναφέρθηκε πιο πάνω ένας από τους βασικούς λόγους για την άνοδο του πληθωρισμού με βάση τις τιμές τροφίμων είναι η ζήτηση για αιθανόλη και βιοκαύσιμα, τα οποία προέρχονται από καλαμπόκι, φοινικέλαιο, ζάχαρη και άλλου είδους προϊόντα εσοδειάς. Αυτή η ζήτηση έχει ωθήσει προς τα πάνω την τιμή των συγκεκριμένων εμπορευμάτων, συμβάλλοντας σε υψηλότερο κόστος για παραγωγούς διάφορων ειδών, από βοδινό μέχρι αβγό και αναψυκτικά.

Σύμφωνα με μια έκθεση του ΟΗΕ, το 98% των τροπικών δασών της Ινδονησίας θα καταστραφεί έως το 2022. Πριν από πέντε χρόνια, οι ίδιες υπηρεσίες προέβλεπαν ότι η καταστροφή θα επέλθει το 2032. Αλλά υπολόγιζαν χωρίς την παραγωγή φοινικέλαιου για βιοκαύσιμα με προορισμό την ευρωπαϊκή αγορά. Καθώς τα δάση καίγονται, μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα. Κάθε τόνος φοινικόδενδρου παράγει 33 τόνους αερίων ή δεκαπλάσια ποσότητα μόλυνσης από αυτήν που παράγει το πετρέλαιο. Ο αντίκτυπος είναι αισθητός σε ολόκληρο τον κόσμο. Στη Βραζιλία, οι παραγωγοί

της ζάχαρης μετακινούνται προς νέες παρθένες εκτάσεις, ενώ οι παραγωγοί σόγιας σαρώνουν τα τροπικά δάση του Αμαζονίου. Μετά την υπογραφή της συμφωνίας για τα βιοκαύσιμα μεταξύ των προέδρων Μπους και Λούλο, η κατάσταση ενδέχεται να επιδεινωθεί αισθητά. Οι πληθυσμοί της Νότιας Αμερικής, της Ασίας και της Αφρικής έχουν ήδη αρχίσει να διαμαρτύρονται για την εισβολή των παραγωγών βιοκαυσίμων στη γη τους. Αίτηση που υπογράφουν συνολικά 250 οργανώσεις καλεί τις κυβερνήσεις να σταματήσουν την καταστροφή. Ενθαρρυμένοι, όμως, από την κυβερνητική πολιτική, οι παραγωγοί έχουν κάνει τεράστιες επενδύσεις στον τομέα. Για να τους σταματήσει χρειάζεται μάχη. Και η μάχη πρέπει να δοθεί.

Ίσως η λύση είναι τα βιοκαύσιμα της δεύτερης γενιάς. Αλλά αυτά δεν θα υπάρξουν πριν από δυο έως τρεις δεκαετίες. Ως τότε η ζημιά στη βιοποικιλότητα θα είναι σημαντική και ανεπανόρθωτη.

Στην Ελλάδα

Μόνο εφόσον δοθούν το αναγκαία οικονομικά κίνητρα θα αναπτυχθούν οι καλλιέργειες ενεργειακών φυτών στην Ελλάδα, έδειξε μια πρόσφατη μελέτη που πραγματοποίησε το Ινστιτούτο Αγροτικής και Συνεταιριστικής Οικονομίας της ΠΑΣΕΓΕΣ. Και οι ειδικοί προειδοποιούν ότι μάλλον υπερβολικές είναι οι προσδοκίες που καλλιεργούνται σε σχέση με τα ενεργειακά φυτά στην Ελλάδα, εφόσον, για να είναι βιώσιμη η ενεργειακή καλλιέργεια, χρειάζεται ισχυρή επιδότηση, μεγαλύτερη των 4,5 ευρώ το στρέμμα που δίδεται τώρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Περίπου 6 εκατομμύρια στρέμματα σε 21 νομούς της Ελλάδας θα αδρανοποιηθούν, τονίζουν οι επιστήμονες αφού μετά την εφαρμογή της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) πολλοί αγρότες που καλλιεργούσαν τεύτλα, καπνό, βαμβάκι, μαλακό και σκληρό σάρι και καλαμπόκι εγκαταλείπουν την καλλιέργεια. Από αυτά τα στρέμματα υπολογίστηκε ότι τουλάχιστον το 60%,

περίπου 3,7 εκατ. στρέμματα, πρέπει να καλλιεργηθούν με ενεργειακά φυτά, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της χώρας που απορρέουν από την εφαρμογή των Κοινοτικών Οδηγιών.

Πρόκειται για την οδηγία 2003/30 για τα βιοκαύσιμα που ορίζει ότι έως το 2010 το 5,75% των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές πρέπει να προέρχεται από βιοκαύσιμα, και την οδηγία 2001/77 για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, που καθορίζει ότι έως το 2010 η βιομάζα πρέπει να συμμετέχει σε ποσοστό 1,2% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης προκειμένου οι αγρότες να διατηρήσουν το ίδιο καθαρό εισόδημα με αυτό που έχουν σήμερα καλλιεργώντας βαμβάκι, καλαμπόκι καπνό, τεύτλα ή σιτηρά αλλά και οι μονάδες επεξεργασίας που θα δημιουργηθούν να είναι βιώσιμες. Θα πρέπει οι παραγωγοί να λάβουν σημαντικά υψηλότερη επιδότηση από αυτή που δίδεται σήμερα από την Ε. Ε. για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, δηλαδή 4,5 ευρώ το στρέμμα.

Ωστόσο η απαιτούμενη επιδότηση θα είναι χαμηλότερη των ποσών που δίδονται για τις «συμβατικές» καλλιέργειες που προαναφέρθηκαν. Ασφαλώς υπάρχει πάντα η «λύση» της εισαγωγής φθηνής πρώτης ύλης για βιομάζα από τρίτες χώρες προκειμένου να παρασκευαστούν εγχωρίως τα αναγκαία από τις κοινοτικές οδηγίες βιοκαύσιμα. Ωστόσο, άλλες χώρες όπως οι ΗΠΑ, επιδοτούν αδρά την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.

Κεφάλαιο Τέταρτο Ενεργειακά φυτά

4.1 Ελαιοκράμβη

Επιστημονικό όνομα: (*Brassica napus* L.) και (*Brassica carinata* L. Braun).

Σύντομη περιγραφή του φυτού

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

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (προ και μεταφυτρωτικών) καθώς το φυτό είναι πολύ ευαίσθητο στα ζιζάνια στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του. Προσοχή πρέπει επίσης να δοθεί κατά τη συγκομιδή ώστε η υγρασία του σπόρου να κυμαίνεται από 9-12%. Έχει πολύ μεγάλη σημασία ο χρόνος συγκομιδής της ελαιοκράμβης, για την αποφυγή της απώλειας του σπόρου από τις υψηλές θερμοκρασίες, που συνοδεύονται από τα ξηρά και θερμά ρεύματα.

Η *Brassica napus* L είναι πρώιμη, κυρίως διαδεδομένη στα εύκρατα δροσερά κλίματα. Υπάρχει σε δύο τύπους καλλιέργειας, τη χειμερινή και την ανοιξιότικη, Η *Brassica carinata* L. Braun είναι φυτό, Αιθιοπικής προέλευσης,

ψηλό, με μεγάλη φυλλική επιφάνεια συγγενές της ελαιοκράμβης (*Brassica napus* L) και βάση των πειραμάτων παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα και ικανοποιητική παραγωγικότητα στις μεσογειακές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Καλλιεργείται και σαν χειμερινή σε περιοχές με ήπιο χειμώνα, ενώ σε αυτές με βαρύ χειμώνα προτείνεται μόνο ως ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Αποδόσεις σε πειραματικό στάδιο

Από πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια στις μεσογειακές περιοχές και πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα, στην Ιταλία, και στην Ισπανία (Ευρωπαϊκό Δίκτυο για την ελαιοκράμβη: FAIR CT98 - 1946) προκύπτουν θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά στην προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα της, καλλιέργειας στις παραπάνω εδαφοκλιματικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, οι αποδόσεις σε σπόρο καθώς και σε ξηρή βιομάζα, ανάλογα με την ποικιλία, τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες κυμάνθηκαν από 120 έως 250 κιλά/στρέμμα και 300 ως 800 κιλά/στρέμμα, αντίστοιχα.

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Από 1 στρέμμα ελαιοκράμβη παράγονται κατά μέσω όρο 120 — 250 κιλά σπόρος με αντίστοιχη παραγωγή 43 — 90 λίτρα βιοντίζελ.



Εικόνα 3: Ελαιοκράμβη

4.2 Ηλίανθος

Επιστημονικό όνομα : *Helianthus annuus* L

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Ο ηλίανθος, είναι ετήσιο φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια Compositae. Σύμφωνα με τον FAO, η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε στα 2L 1,2 εκατομμυρίων τόνων το 2002, καλλιεργούμενη σε 195 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτό, περισσότερα από 100 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στην Ευρώπη και 1,7 εκατομμύρια στην Ιταλία (0,17 εκατομμύρια στρέμματα στην Ελλάδα) (www.fao.org, 2004).

Στην Ελλάδα ο ηλίανθος θεωρείται σημαντικό φυτό, κι η καλλιέργειά του συγκεντρώνεται κυρίως στο βόρειο-ανατολικό μέρος της χώρας. Καλλιεργείται κυρίως ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής. Η συνολική καλλιεργημένη έκταση, καθώς και η συνολική παραγωγή με ηλίανθο σχεδόν διπλασιάστηκαν σε 2 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 3,6 εκατομμύρια στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή των 0,033 εκατομμυρίων τόνων και 0,050 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα (ΕΣΥΕ).

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Από 1 στρέμμα ηλίανθο παράγονται κατά μέσο όρο 120-210 κιλά σπόρος με αντίστοιχη παραγωγή 43-75 λίτρα βιοντήζελ.

Εναλλακτική χρήση

Ο ηλίανθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντήζελ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ25) είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντήζελ (1.504.000 τόνοι το 2003) σε παγκόσμιο επίπεδο, (Biofuels Barometer – June 2004, EROBSERVER), από το οποίο περισσότερο από 100/0 προέρχεται από τον ηλίανθο, Η Ιταλία που είναι ο

τρίτος παραγωγός βιοντήζελ στην Ευρώπη χρησιμοποιεί σαν πρώτη ύλη κυρίως τον ηλιανθο (Biofuels Barometer – June 2004, EUROBSERVER).



Εικόνα 4: Ηλιανθος

4.3 Γλυκό Σόργο

Επιστημονικό όνομα: *Sorghum bicolor* L. Moench

Σύντομη περιγραφή φυτού

Το γλυκό σόργο είναι ένα C4 μονοετές φυτό, με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες, και σχετικά χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση. Προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορα είδη εδαφών και σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες.

Αποδόσεις Βιομάζας σε πειραματικό στάδιο

Στην Ευρώπη, έχουν εξεταστεί πολλές ποικιλίες (Keller, Wray, Mh 1500, κ.α.). Οι αποδόσεις τους ποικίλουν, ανάλογα με την περιοχή, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές, που εφαρμόζονται. Το χλωρό βάρος κυμαίνεται από 8,0 -10,0

τόνους/στρέμμα στη Γερμανία, σε 9,2 τόνους/στρέμμα στην Ισπανία και μπορεί να φτάσει τους 14,1 τόνους/στρέμμα στην Ελλάδα (Νικολάου, 2000, Καβαδάκης, 2000). Το σόργο καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα, για σειρά ετών, με σκοπό τη μελέτη της παραγωγικότητας του σε διάφορους τύπους εδαφών (περιθωριακά και γόνιμα) καθώς και την επίδραση διαφόρων καλλιεργητικών τεχνικών στις τελικές αποδόσεις. Τα κύρια συμπεράσματα από την πολυετή έρευνα συνοψίζονται παρακάτω.

Το γλυκό σόργο μπορεί να καλλιεργηθεί από τις βορειότερες ως τις νοτιότερες περιοχές, της Ελλάδας, σε εύφορα αλλά και υποβαθμισμένα εδάφη. Από τους παράγοντες που εξετάστηκαν, η άρδευση αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων, ενώ η αζωτούχος λίπανση δεν έδειξε να επηρεάζει καθοριστικά τις αποδόσεις.

Αποδόσεις σε σάκχαρα και παραγωγή αιθανόλης

Η αναλογία σε σάκχαρα, ποικίλει από 9 - 13,2 % επί του χλωρού βάρους των στελεχών, οι δε αποδόσεις με βάση την παραγωγή φτάνουν τους 1,2 τόνους/στρέμμα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα ποσότητα σακχάρων επιτυγχάνεται στις αρχές του Σεπτεμβρίου για τις πρώιμες ποικιλίες, και περίπου δεκαπέντε μέρες αργότερα για τις όψιμα. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, που βασίζονται στο χλωρό βάρος των στελεχών και στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, μπορεί να εξασφαλιστεί, θεωρητικά, μέση παραγωγή 675 λίτρων αιθανόλης/στρέμμα.

Επιπλέον, μετά την επεξεργασία της πρώτης ύλης, μένουν μεγάλες ποσότητες υπολείμματος (bagasse), υψηλής θερμογόνου δύναμης, οι οποίες μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες, τόσο της παραγωγής, όσο και της μετατροπής του σόργου σε αλκοόλη.

Πιθανές χρήσεις

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιούνται έρευνες με σκοπό τη διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης του γλυκού σόργου για την παραγωγή βιοαιθανόλης σαν καύσιμο μεταφορών.



Εικόνα 5: Γλυκό Σόργο

4.4 Σιτάρι — Κριθάρι

Επιστημονικό όνομα: σιτάρι (*Triticum aestivum* L), κριθάρι (*Hordeum sativum/Vulgare* L).

Σύντομη περιγραφή φυτών

Το σιτάρι και το κριθάρι είναι ετήσια φυτά, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των δημητριακών (Graminae). Το σιτάρι θεωρείται παγκοσμίως ως το σημαντικότερο φυτό μεταξύ των άλλων δημητριακών, με συνολική παραγωγή 573,5 εκατομμυρίων τόνων το 2002. Το κριθάρι, χρησιμοποιείται κυρίως σα ζωτροφή και στην παραγωγή αλκοολούχων ποτών. Η συνολική

παγκόσμια παραγωγή του κριθαριού έφθασε στους 136,5 εκατομμύρια τόνους το 2002, (www.fao.org, 2004).

Στην Ελλάδα το σιτάρι (σκληρό και μαλακό) είναι το πιο διαδεδομένο ετήσιο φυτό κι η καλλιέργειά του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση (σκληρό και μαλακό) ήταν 6,3 εκατομμύρια στρέμματα το σκληρό και 2 εκατομμύρια στρέμματα το μαλακό (1999), με παραγωγή 1,50 και 0,48 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα. Η συνολική παραγωγή του σιταριού στην Ελλάδα ξεπέρασε τους 2 εκατομμύρια τόνους το 2002, [ΕΣΥΕ]. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις σκληρού σιταριού κυμαίνονται από 150 -800 κιλά/στρέμμα και οι αντίστοιχες του μαλακού σιταριού από 200 -900 κιλό/στρέμμα. Οι αποδόσεις σε σπόρο % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) και των δύο τύπων κυμαίνονται από 30-56 Ψο.

Η καλλιέργεια του κριθαριού είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση ήταν 1,3 εκατομμύρια στρέμματα το 1999, με ετήσια παραγωγή 0,29 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα [ΕΣΥΕ]. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις κριθαριού κυμαίνονται από 150-700 κιλά/στρέμμα και οι αποδόσεις σε σπόρο % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) κυμαίνονται από 23 -54%.

Εναλλακτική χρήση

Τα τελευταία πέντε χρόνια, υπάρχει έντονη δραστηριότητα στη χρήση του σιταριού και του κριθαριού ως πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Ισπανία έχει τη σημαντικότερη ενεργοποίηση στον τομέα της βιοαιθανόλης. Εκτιμάται ότι η δυναμικότητα παραγωγής βιοαιθανόλης θα φθάσει στα 500 εκατομμύρια λίτρα (σε τρία εργοστάσια) το 2004, με πρώτη ύλη σιτάρι και κριθάρι.

Στη Γαλλία (2002) τα σιτηρά για παραγωγή βιοαιθανόλης αντιπροσώπευαν το 20% [56.600 τόνους]. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα τελευταία επτά χρόνια η καλλιεργούμενη έκταση με σιτάρι για βιοαιθανόλη στη Γαλλία σχεδόν τριπλασιάστηκε (από 4.600 εκτάρια το 1993 σε 11900 εκτάρια το 1999).



Εικόνα 6: Σιτάρι

4.5 Ζαχαρότευτλο

Επιστημονικό όνομα: *Beta vulgaris* L.

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Τα ζαχαρότευτλα είναι ένας διεικής τύπος τεύτλου, που καλλιεργείται εμπορικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ριζών του σε σάκχαρα. Οι ρίζες των τεύτλων περιέχουν μέχρι 20% σάκχαρα (επί χλωρού βάρους). Κάνοντάς το τη δεύτερη πιο σημαντική πηγή σακχάρων μετά από το ζαχαροκάλαμο (Duke, 1983). Σύμφωνα με τον FAO, η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε τους 257 εκατ. τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε περισσότερα από 60 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά 5,5 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις 1-ΙΠΑ και περισσότερο από 40 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη, (www.fao.org, 2004).

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Αν κι η συνολική παραγωγή τους μειώθηκε ελάχιστα η συνολική

καλλιεργημένη έκταση αυξήθηκε βαθμιαία (0,40 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 0,43 εκατομμύρια στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή 2,6 και 2,4 εκατ. τόνους, αντίστοιχα (ΕΣΥΕ), Σύμφωνα με τον FAO, οι ελληνικές μέσες αποδόσεις ζαχαρότευτλων ανέρχονται σε 6,250 κιλά/στρέμμα. Αξίζει να αναφερθεί ότι, αυτές οι αποδόσεις είναι από τις υψηλότερες που παρατηρούνται στις ευρωπαϊκές χώρες (www.fao.org). Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα χρησιμοποιείται για παραγωγή ζάχαρης, καθώς και για ζωοτροφή.

Εναλλακτική χρήση

Τα τελευταία χρόνια τα ζαχαρότευτλα χρησιμοποιούνται και σαν πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαιθανόλης, Η Γαλλία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα στον κόσμο. Εκτιμάται ότι το 2003, το 80% (62.000 τόνοι) της παραγόμενης βιοαιθανόλης στη Γαλλία προήλθε από ζαχαρότευτλα και το υπόλοιπο από άλλα δημητριακά φυτά

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Από 1 στρέμμα ζαχαρότευτλα παράγονται κατά μέσο όρο 600 λίτρα βιοαιθανόλης.



Εικόνα 7: Ζαχαρότευτλα

4.6 Αραβόσιτος

Επιστημονικό όνομα: *Zea mays* L.

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Σύμφωνα με τον FAO (www.fao.org 2004), η παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου έφθασε στους 604 εκατομμύρια τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε 1.383 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά, πάνω από 280 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις ΗΓΙΑ και 134 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη (2,2 εκατομμύρια στρέμματα στην Ελλάδα).

Στην Ελλάδα, ο αραβόσιτος θεωρείται σημαντικό φυτό κι η καλλιέργειά του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση παρέμεινε σχεδόν σταθερή την τελευταία δεκαετία (2,3 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 2,1 εκατομμύρια στρέμματα το 1999), με ετήσια παραγωγή 2,3 και 2 εκατομμύρια τόνους αντίστοιχα. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις αραβοσίτου κυμαίνονται από 600-1800 κιλά/στρέμμα. Οι αντίστοιχες αποδόσεις σε σπόρο (% του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού/Δείκτης συγκομιδής) κυμαίνονται από 35-50%.

Εναλλακτική χρήση

Τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια, ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται κι ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης, με κυριότερη παραγωγό χώρα τις ΗΠΑ. Η παραγωγή βιοαιθανόλης τα τελευταία δεκατέσσερα χρόνια έχει υπερτριπλασιαστεί κι από 8 εκατομμύρια τόνους το 1989 έφτασε στους 28 εκατομμύρια τόνους το 2003. Σήμερα, λειτουργούν 73 αμερικανικά εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης ενώ άλλα 16 είναι υπό κατασκευή (www.openi.co.uk).

Το 2001, η αντίστοιχη βιομηχανία βιοαιθανόλης των ΗΠΑ απασχολούσε περισσότερα από 200.000 άτομα (άμεσα και έμμεσα) στη χώρα, εξοικονομώντας έτσι 2 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως από την άποψη των εισαγωγών πετρελαίου.

Τα συνολικά οφέλη για την γεωργική οικονομία είναι περίπου 4,5 δισεκατομμύρια δολάρια.

Υπολογίζεται ότι 2001, περίπου 12% της βενζίνης που διατέθηκε στις ΗΠΑ περιείχε βιοαιθανόλη ως προσθετικό καυσίμου (Chttp://bioenergy.ornl.gov).

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Από 1 στρέμμα αραβόσιτο παράγονται κατά μέσο όρο 270 λίτρα βιοαιθανόλης



Εικόνα 8: Αραβόσιτος

4.7 Ευκάλυπτος

Επιστημονικό όνομα: *Eucalyptus globules* Labil, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Οι φυτείες ευκαλύπτων χαρακτηρίζονται από γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης, μετά τη συγκομιδή. Τα δύο σημαντικότερα είδη ευκαλύπτων για τις μεσογειακές Χώρες, είναι *Eucalyptus globulus* Labil και *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Αποδόσεις σε πειραματικό στάδιο

Στη Χώρα μας, βάσει της έρευνας προσαρμοστικότητας, που έχει προηγηθεί (Cfv 1 etro 1969, Πανέτσος 1975, Μαντζίρης 1980, Dalianis et al, 1996), φαίνεται ότι το καταλληλότερο είδος ευκαλύπτου, που πληρεί τις προδιαγραφές των ενεργειακών καλλιεργειών είναι ο *E. camaldulensis* (Ευκάλυπτος η ρυγχωτή), καθόσον παρουσιάζει α) μεγαλύτερη ικανότητα προσαρμογής σε διάφορα μικροπεριβάλλοντα, σε σχέση με τα άλλα είδη ευκαλύπτου, β) ταχυσυζεία. γ) εύκολη πρεμνοβλάστηση μετά από κοπή, οποιαδήποτε εποχή του έτους, και δ) μεγάλη παραγωγικότητα σε βιομάζα.

Και τα δύο είδη πάντως σε όξινα εδάφη επέδειξαν ευρωστία και υψηλή παραγωγικότητα, η δε ανάπτυξή τους συνεχιζόταν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (997).

Σε πειραματικές εφαρμογές αρδευόμενου *E.camaldulensis*, διαχειριζόμενου με διετή περίτροπο χρόνο, απέδωσε κατά μέσο όρο τριών διαδοχικών περιτρόπων 64 τόνους/στρέμμα/έτος και 28 τόνους/στρέμμα/έτος, χλωρής βιομάζας και ξηρής ουσίας αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε αύξηση των αποδόσεων ξηρής ουσίας κατά τη συγκομιδή του τρίτου περίτροπου χρόνου κατά 46% σε σχέση με το δεύτερο περίτροπο χρόνο. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν 1.000 και 2.000 φυτά ανά στρέμμα. Στο τέλος του τρίτου διετούς περιτρόπου χρόνου οι αποδόσεις σε ξηρά ουσία κατέγραψαν υψηλές τιμές 25 τόνων/στρέμμα/έτος. Όσον αφορά στις επεμβάσεις άρδευσης και λίπανσης, παρότι το είδος φυόμενο σε γόνιμο γεωργικό έδαφος ανταποκρίνεται θετικά, η

επίδραση τόσο της άρδευσης όσο και της λίπανσης επί των αποδόσεων ξηρής ουσίας δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Με βάση τις αποδόσεις του ευκαλύπτου σε ξηρή βιομάζα και την αντίστοιχη θερμογόνο δύναμη, το εκτιμώμενο ενεργειακό δυναμικό ανέρχεται σε 1,29 τππ1/στρέμμα/έτος.

Πιθανές χρήσεις

Παραγωγή θερμικής κι ηλεκτρικής ενέργειας κι αξιόλογη πρώτη ύλη για παραγωγή χαρτοπολλτού.



Εικόνα 9: Ευκάλυπτος

4.8 Ψευδακακία

Επιστημονικό όνομα : *Robinia pseudoacacia* L. Πρόκειται για φυτό, που χρησιμοποιείται σαν μικρού περιόδου χρόνου.

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Η ψευδακακία είναι φυτό ψυχανθές, πολυετές, δενδρώδες, που χαρακτηρίζεται από ταχύτατη ανάπτυξη του υπέργειου μέρους, σημαντική παραγωγή βιομάζας κι εξαιρετική αναβλάστηση μετά την κοπή. Το ενδιαφέρον για την Ψευδακακία αυξάνει τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ασία. Στη διάρκεια μίας 20ετίας, οι αναδασωμένες με ψευδακακία εκτάσεις, στις δύο αυτές περιοχές, αυξήθηκαν από 3.370.000 στρέμματα σε 18,900.000, χωρίς, να περιλαμβάνεται η Κίνα (Keresztesi, 1990). Η ψευδακακία, εξ αιτίας του ταχύτατου ρυθμού ανάπτυξης, της υψηλής πυκνότητας του ξύλου και της χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, σε σχέση με άλλα είδη, θεωρείται πολύ παραγωγικό φυτό σε βιομάζα.

Αποδόσεις σε πειραματικό στάδιο

Στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκαν πειράματα, των οποίων το αντικείμενο μελέτης ήταν η προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα του φυτού σε διάφορες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Εξετάστηκε επίσης η επίδραση διαφορετικών επιπέδων λίπανσης, άρδευσης και πυκνοτήτων φύτευσης στις αποδόσεις του φυτού σε βιομάζα.

Από πειραματικές καλλιέργειες του ΚΑΠΕ ελήφθησαν αποδόσεις ξηρής ουσίας κατά τον πρώτο περίτροπο χρόνο 0,5 και 0,8 τόνοι/στρέμμα/έτος σε άγονο και γόνιμο έδαφος αντίστοιχα. Στο δεύτερο περίτροπο οι αποδόσεις αυξήθηκαν στο γόνιμο έδαφος, ενώ μειώθηκαν στο άγονο. Στον τρίτο περίτροπο ο μέσος όρος των αποδόσεων στο γόνιμο έδαφος έφθασε τους 1,7 τόνους ξηρής ουσίας/στρέμμα ανά έτος. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν 1,000 και 2.000 φυτά/στρέμμα κατά την εγκατάσταση, ο δε περίτροπος χρόνος 2 έτη.

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Το ενεργειακό δυναμικό της ψευδακακίας είναι τυπικό των πλατύφυλλων φυτών της εύκρατης ζώνης και κυμαίνεται, για το ξύλο της, γύρω στα 19,44 MJ/kg.

Πιθανές χρήσεις

Παραγωγή θερμότητας κι ηλεκτρικής ενέργειας.

4.9 Καλάμι

Επιστημονικό όνομα : *Arundo donax* L.

Σύντομη περιγραφή φυτού

Το καλάμι ανήκει στα αγρωστώδη πολυετή φυτά με C3 φωτοσυνθετικό μηχανισμό συναντάται συνήθως κοντά σε ποτάμια και λίμνες, γενικά σε αγρούς με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, ωστόσο μπορεί να καλλιεργηθεί σε ευρεία κλίμακα εδαφικών και κλιματικών συνθηκών.

Θεωρείται ένα πολύ δυναμικό φυτό και πολλαπλασιάζεται κυρίως με ριζώματα, μπορεί όμως να πολλαπλασιαστεί και με μοσχεύματα.

Αποδόσεις Βιομάζας σε πειραματικό στάδιο

Από τη βιβλιογραφία αναφέρονται αποδόσεις 2.0 - 2,5 τόνων/στρέμμα ξηρού βάρους στη νότια Γαλλία (Toblez, 1940). ενώ στη νότια Ιταλία περίπου 3,5 τόνων/στρέμμα (Matzke, 1988).

Σε πρόσφατες μελέτες, ορισμένες από τις οποίες έχουν διεξαχθεί στην Ελλάδα, έχει επιβεβαιωθεί η δυνατότητα του φυτού να παράγει αξιόλογες ποσότητες βιομάζας. Οι αποδόσεις που καταγράφηκαν στο σύνολο των πειραματικών αγρών σε ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες) κυμάνθηκαν από 0,5 έως και 3 τόνους ανά στρέμμα σε ξηρή ουσία (Christou, 1998. Ctvistou. 2000 a.bJ).

Σημαντική διακύμανση στις αποδόσεις παρατηρήθηκε για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης που εφαρμόστηκαν. Είναι προφανές, ότι τα υψηλά επίπεδα άρδευσης οδήγησαν στην επίτευξη των υψηλότερων αποδόσεων. Είναι ενδεικτικό ότι η αζωτούχος λίπανση δεν διαφοροποίησε σημαντικά τις αποδόσεις.

Η καταλληλότερη εποχή συγκομιδής για το καλάμι είναι σε άμεση συνάρτηση με τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής και εντοπίζεται στο διάστημα από Ιανουάριο έως και τις αρχές Μαρτίου.

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Η θερμογόνοσ αξία του φυτού ανήλθε σε 18.6 MJ/kg ξηρής ουσίας και η περιεκτικότητα σε τέφρα 6,90/0 σε ξηρή βάση. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις και τις αποδόσεις σε ξηρό βάρος, που έχουν επιτευχθεί μέχρι σήμερα, εκτιμάται ότι, κατά μέσο όρο, το ενεργειακό δυναμικό του καλαμιού μπορεί να φτάσει τους 1,29 ΤΙΠ/στρέμμα/έτος.

Από τις αναλύσεις του καυσίμου και κυρίως από τα επίπεδα του καλίου, νατρίου και Χλωρίου, προέκυψε ότι οι ιδιότητές του προσομοιάζουν με εκείνες του άχυρου και επομένως οι τεχνολογίες; θερμοχημικής μετατροπής του άχυρου είναι οι πλέον κατάλληλες για το φυτό αυτό.

Πιθανές χρήσεις

Ως πιθανές χρήσεις του φυτού εξετάζονται η παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, χαρτοπολτού και δομικών υλικών.



Εικόνα 10: Καλάμι

4.10 Μίσχανθος

Επιστημονικό όνομα: *Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Ο μίσχανθος είναι ένα αγρωστώδες, πολυετές, ριζωματώδες φυτό, που κατάγεται από τις χώρες της νότιο-ανατολικής Ασίας και καλλιεργείται στην Ευρώπη, εδώ και πολλά χρόνια σαν καλλωπιστικό φυτό.

Χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές αποδόσεις σε χλωρή και ξηρή ουσία. Χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και ανθεκτικότητα σε ασθένειες και παθογόνα. Επιπλέον, παρουσιάζει υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού και νιτρικών. Στη νότια Ευρώπη κι ειδικότερα στην Ελλάδα παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα. Σε αρδευόμενες εκτάσεις, έχει καλές αποδόσεις κι η περιεκτικότητά του σε υγρασία είναι σχετικά χαμηλή.

Αποδόσεις βιομάζας σε πειραματικό επίπεδο

Οι αποδόσεις του μίσχανθου διαφοροποιούνται ανάλογα με την περιοχή και τις κλιματικές συνθήκες. Μία γενική εκτίμηση είναι ότι οι αποδόσεις αυξάνουν σημαντικά από το δεύτερο έτος μετά την εγκατάσταση. Στην Ελλάδα από τα μέχρι τώρα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα σχετικά πειράματα, προέκυψε ότι το ύψος της φυτείας μπορεί να φτάσει τα 3 μέτρα και η παραγωγή ξηρής ουσίας κυμαίνεται από 0,8 έως 3 τόνους/στρέμμα/έτος (Christou, 1998, Christou, 1999).

Η άρδευση αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την επίτευξη της μέγιστης παραγωγής. Η εφαρμογή αζωτούχου λιπάνσεως στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου δεν επηρέασε την ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγή βιομάζας, αν και σχετικά καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν με υψηλά επίπεδα λίπανσης. Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, όταν η καλλιέργεια δεν αρδεύεται, η ανάπτυξη των φυτών επιβραδύνεται και οι αποδόσεις εκμηδενίζονται.

Ευνοϊκή περίοδος, για τη συγκομιδή του μίσχανθου, θεωρείται το διάστημα από τέλη Νοεμβρίου έως και τέλη Φεβρουαρίου, όταν το φυτό ξεραίνεται με φυσικό τρόπο στον αγρό.

Ενεργειακές εκτιμήσεις

Σύμφωνα με αναλύσεις δειγμάτων μίσχανθου, τα στελέχη έχουν υψηλή θερμιδική αξία (μέση τιμή 17,3 MJ/kg ξηρού Βάρους). Η περιεκτικότητα σε τέφρα των στελεχών (μέση τιμή 1,6L1 % επί του ξηρού βάρους) είναι σχετικά χαμηλή, αυξάνοντας τη θερμιδική τους αξία. Τα φύλλα είναι κατώτερης ποιότητας καύσιμο λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητάς τους σε τέφρα (μέση τιμή 7,66 % επί του ξηρού βάρους).

Πιθανές χρήσεις

Τα τελευταία χρόνια, εξετάζεται η πιθανότητα χρησιμοποίησής του, ως ενεργειακή καλλιέργεια, αλλά και για κατασκευή δομικών υλικών.



Εικόνα 11: Μίσχανθος

4.11 Αγριαγκινάρα

Επιστημονικό όνομα: *Cynara cardunculus* L.,

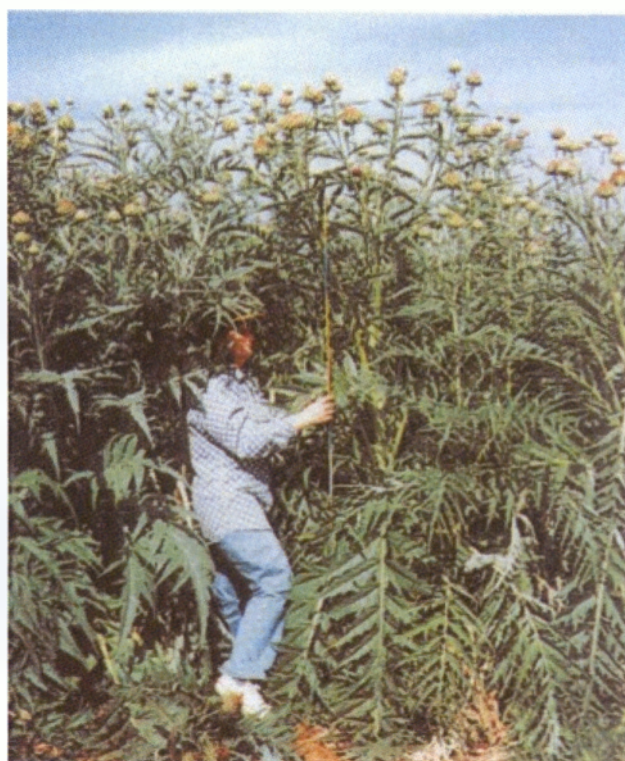
Σύντομη περιγραφή φυτού

Η αγριαγκινάρα, είναι ένα πολυτελές είδος αγκαθιού, που καλλιεργείται παραδοσιακά σε κάποιες περιοχές της μεσογειακής ζώνης.

Όπως όλα τα είδη αγκαθίων, είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη στο ξηρό κλίμα των μεσογειακών χωρών, επειδή δε είναι χειμερινό φυτό δίνει το μέγιστο των αποδόσεων, ακόμη και χωρίς άρδευση, εκμεταλλευόμενη τις βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και του χειμώνα. Επιπλέον, λόγω του εύρωστου ριζικού συστήματος που διαθέτει, προστατεύει από τη διάβρωση τα επικλινή κι άγονα εδάφη.

Μετά τη συγκομιδή που γίνεται το καλοκαίρι, ο νέος κύκλος αρχίζει με την έναρξη των βροχών και τη βλάστηση των υπογείων οφθαλμών. Το φυτό παίρνει το σχήμα ρόδακα έως την επόμενη άνοιξη που αναπτύσσονται τα στελέχη.

Αργότερα αναπτύσσονται διακλαδώσεις στην κορυφή του φυτού και σχηματίζονται αρκετές κεφαλές ανά βλαστό. Το καλοκαίρι, τα υπέργεια μέρη του φυτού ξηραίνονται ενώ τα υπόγεια, οι ρίζες και οι οφθαλμοί στη βάση του βλαστού, διατηρούνται ζωντανά.



Εικόνα 12: Αγριαγκινάρα

Αποδόσεις σε πειραματικό στάδιο

Από πειράματα, που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια, τόσο στην Ισπανία, όσο και στην Ελλάδα, αποδεικνύεται ότι η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό με πολύ καλή προσαρμοστικότητα και υψηλές αποδόσεις. Σε πειράματα που διεξάχθηκαν στην Ελλάδα, το τελικό ύψος του φυτού έφτασε τα 2,6 μέτρα (Dalianis, 1996). Η παραγωγή ξηράς ουσίας, ανάλογα με την πυκνότητα φύτευσης επί των γραμμών κυμάνθηκε από 1,7 έως 3,3

τόνους/στρέμμα. ενώ σε αντίστοιχα πειράματα στην Ισπανία, οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 0,4 έως 1,5 τόνους/στρέμμα.

Η ζιζανιοκτονία είναι απαραίτητη μόνο κατά το έτος εγκατάσταση της φυτείας. Στη συνέχεια η μεγάλη φυλλική επιφάνεια της φυτείας δεν επιτρέπει στα ζιζάνια να αναπτυχθούν. Η καταλληλότερη εποχή συγκομιδής της αγριοαγκινάρας στην Ελλάδα, εντοπίζεται στο διάστημα από τέλη Ιουλίου έως αρχές Σεπτεμβρίου, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες.

Ενεργειακές εκτιμήσεις.

Η θερμογόνο δύναμη, για τα διάφορα μέρη του φυτού της αγριοαγκινάρας, κυμαίνεται. από 14,53 MJ/kg ξηρού βάρους, για τα φύλλα και τα βράκτια φύλλα και σε 2L1. 3 MJ/kg ξηρού βάρους, για τους σπόρους. Αυτό συμβαίνει λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των σπόρων σε έλαια. Τα φύλλα παρουσιάζουν μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα περίπου 141%. Στα υπόλοιπα φυτικά μέρη, το ποσοστό της τέφρας κυμαίνεται από 3,3% ως 5,3%. Με βάση τη θερμογόνο δύναμη των διάφορων φυτικών τμημάτων και τις αντίστοιχες αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα, το ενεργειακό δυναμικό της καλλιέργειας, ανάλογα με τις καλλιεργητικές τεχνικές, ποικίλει από 0.6 ως 1,2 TJP/στρέμμα/έτος.

Πιθανές χρήσεις

Παραγωγή θερμικής κι ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και βιοελαίου.

4.12 Switchgrass

Επιστημονικό όνομα: *Panicum virgatum* L.

Σύντομη περιγραφή φυτού

Είναι ένα πολυετές C4, αγρωστώδες φυτό. Συναντάται, κυρίως, στη βόρειο και κεντρική Αμερική αλλά επίσης έχει βρεθεί στη νότιο Αμερική και την Αφρική. Το ριζικό του σύστημα μπορεί να ξεπεράσει τα 3 μέτρα σε βάθος. Σχηματίζει λεπτά ριζώματα και από τους οφθαλμούς τους εκπύσσονται, νωρίς την άνοιξη, αρκετά λεπτά στελέχη διαμέτρου 10 χιλιοστών. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορεί να φτάσει σε ύψος 2,5 μέτρων. Η εγκατάσταση του φυτού γίνεται με σπόρο και στην Ελλάδα λαμβάνει χώρα το Μάιο όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους 10 - 15°C. Η σπορά δεν πρέπει να γίνει σε βάθος μεγαλύτερο του 1 cm και η συνιστώμενη πυκνότητα της φυτείας είναι 200-300 φυτά ανά m².

Η αναβλάστηση νέων στελεχών από τους οφθαλμούς των ριζωμάτων γίνεται το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου κάθε έτους. Οι νεαροί βλαστοί είναι ευαίσθητοι στους παγετούς αλλά το φυτό έχει την ικανότητα να αναβλαστάνει ακόμα και μετά από σημαντικές νεκρώσεις βλαστών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Παρουσιάζει ταχύ ρυθμό ανάπτυξης που μπορεί να ξεπεράσει τα 15mm την ημέρα σε ύψος. Η άνθιση έχει παρατηρηθεί να συμβαίνει μεταξύ τέλους Ιουλίου και αρχών Αυγούστου. Παράγει πολύ μικρούς σπόρους με βάρος 1000 σπόρων μεταξύ 0,7 έως 2,0. Κατάλληλη εποχή συγκομιδής είναι το χρονικό διάστημα από τέλη Νοεμβρίου ως και τον Ιανουάριο (Alexoroulou, 2000, Alexoroulou, 2002d).

Η καλλιέργεια του *Switchgrass* παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία). Οι αρδευτικές ανάγκες του *Switchgrass* είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση

του νερού. Πειράματα που έχουν εκτελεστεί έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 1100mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή (Elbersen, 20000.b).

Αποδόσεις σε πειραματικό στάδιο

Η λίπανση μπορεί να έχει σημαντική επίπτωση στην παραγωγή αφού η απόδοση καλλιεργειών που δε δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση κυμάνθηκε περί τον 1 τόνο ξηρής βιομάζας το στρέμμα ενώ την ίδια περίοδο οι στρεμματικές αποδόσεις καλλιέργειας που εφαρμόστηκε λίπανση 11 και 12 Kg. αζώτου το στρέμμα ήταν 2,1 και 2,5 τόνοι ξηρής βιομάζας, αντίστοιχα. Τέλος, η άρδευση κατά τη περίοδο Μαΐου – Ιουλίου (έναρξη άνθησης) φαίνεται να έχει σημαντικό ρόλο στις αποδόσεις του φυτού. 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.

Πιθανές χρήσεις

Παραγωγή υγρών ή στερεών βιοκαυσίμων ή βιομηχανικές πρώτες ύλες



Εικόνα 13: Switchgrass

4.13 Κυτταρινούχο Σόργο

Επιστημονικό όνομα: *Sorghum bicolor* L.

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Το κυτταρινούχο σόργο, είναι ετήσιο C4 φυτό, με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα. Τα υβρίδια κυτταρινούχου σόργου που έχουν εξετασθεί είναι διασταυρώσεις του καρποδοτικού σόργου με το σόργο σαρωθροποιίας. Αντίθετα με το γλυκό, το κυτταρινούχο σόργο έχει σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα και το ενεργειακό δυναμικό του βασίζεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητά του σε λιγνοκυτταρινούχα συστατικά.

Αποδόσεις Βιομάζας σε πειραματικό στάδιο

Στην Ιταλία αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα σε σάκχαρα του γλυκού σόργου (Wray) ήταν 41% του ξηρού βάρους των στελεχών (0,9 τόνοι/στρέμμα ζυμώσιμα σάκχαρα), ενώ στα υβρίδια κυτταρινούχου σόργου ποικίλει από 9-12 % επί του ξηρού βάρους (0.2 τόνοι/στρέμμα ζυμώσιμα σάκχαρα) και το μεγαλύτερο μέρος του ξηρού βάρους των στελεχών αποτελείται από

λιγνοκυτταρινούχες ουσίες (2,0 τόνοι/στρέμμα). Στην Ελλάδα, οι αποδόσεις σε ξηρό βάρος φτάνουν τους 2,8 τόνους/στρέμμα.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι, το κυτταρινούχο σόργο, παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα, το οποίο αποτελεί φαινόμενο που επιφέρει σημαντικά προβλήματα στην καλλιέργεια του γλυκού σόργου.

Πιθανές χρήσεις

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



Εικόνα 14: Κυτταρινούχο Σόργο

4.14 Κενάφ

Επιστημονικό όνομα: *Hibiscus cannabinus* L.

Σύντομη περιγραφή του φυτού

Το Κενάφ είναι ένα ετήσιο φυτό μικρής ημέρας, με κυτταρίνες υψηλής ποιότητας. Τα στελέχη αποτελούνται από ένα κεντρικό δακτύλιο με ίνες μικρού μήκους και το φλοιό με ίνες μεγάλου μήκους. Από τις τελευταίες μπορεί να παραχθεί χαρτί ανώτερης ποιότητας. Είναι φυτό των τροπικών και υποτροπικών κλιμάτων που ευδοκιμεί σε εδάφη αμμοιηλώδη, ουδέτερης

αντίδρασης, καλά στραγγιζόμενα με οργανική ουσία καλής ποιότητας. Μπορεί ωστόσο να προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφοκλιματικών συνθηκών.

Αποδόσεις Βιομάζας σε πειραματικό στάδιο

Στην Ελλάδα το Κενάφ μελετάται από το 1991 από το ΚΑΠΕ σε μικρούς πειραματικούς αγρούς (έως 3 στρέμματα) σε διάφορες περιοχές. Αντικείμενο της έρευνας αποτελούν η προσαρμοστικότητα του φυτού στις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες, καθώς και η επίδραση διαφόρων πυκνοτήτων φυτών στην ανάπτυξη και τις τελικές αποδόσεις, όπως επίσης και η δυνατότητα χρήσης του φυτού ως στερεό καύσιμο και βιομηχανικό προϊόν (χαρτοπολτός, μορισανίδες, κ.λπ.).

Οι αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα κυμάνθηκαν από 0,7 έως 2,11 τόνοι/στρέμμα. Οι υψηλότερες αποδόσεις τόσα σε χλωρή βιομάζα όσο και σε ξηρή ουσία καταγράφηκαν στις όψιμες ποικιλίες, οι οποίες καλλιεργήθηκαν κάτω από τη μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών. Η παραγωγή σπόρου ήταν δυνατή μόνο στις πρώιμες ποικιλίες (άνθιση στο τέλος του Ιουλίου). Στις όψιμες ποικιλίες τα φυτά άνθισαν στο τέλος του Σεπτεμβρίου και οι σπόροι δεν είχαν αρκετό χρόνο για να ωριμάσουν, με αποτέλεσμα η σποροπαραγωγή να είναι αδύνατη (Alexoroulou, 2002, ο.ο.ε.). Στην Ελλάδα η συγκομιδή του Κενάφ εντοπίζεται στο διάστημα από τον Οκτώβριο έως και τον Ιανουάριο ανάλογα με την τελική χρήση.



Εικόνα 15: Κενάφ

Πιθανές χρήσεις

Οι πιθανές χρήσεις του φυτού αφορούν στην παραγωγή ενέργειας και βιομηχανικών προϊόντων, όπως χαρτοπολτού, δομικών υλικών, κ.α.

Κεφάλαιο Πέμπτο

Διαχείριση και Εγκατάσταση βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες

Εισαγωγή

Τα νέα είδη ενεργειακών καλλιεργειών που παρουσιάζονται σε αυτή την πτυχιακή εργασία, βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό κι επιδεικτικό στάδιο στην Ελλάδα. Δεν υπάρχει μέχρι σήμερα αντίστοιχη καλλιέργεια σε εμπορική κλίμακα στη χώρα.

Ωστόσο κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν σε αυτή την πτυχιακή εργασία, στοιχεία που θα ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη διαχείριση παρόμοιων καλλιεργειών στο μέλλον έτσι ώστε να γνωρίζουν οι ενδιαφερόμενοι τις κυριότερες παραμέτρους που επηρεάζουν ένα ανάλογο σύστημα.

5.1 Δίκτυα διαχείρισης βιομάζας



Κύριο αντικείμενο της υπηρεσίας που προσφέρει ο Τομέας Βιομάζας του ΚΑΠΕ είναι η ανάπτυξη δικτύου εφοδιασμού και διαχείρισης βιομάζας για

ενεργειακή χρήση προερχόμενης από υπολειμματικές μορφές βιομάζας κι από ενεργειακές καλλιέργειες.

Το δίκτυο εφοδιασμού θα αποτελεί τον «ενδιάμεσο κρίκο» μεταξύ των εταιρειών παραγωγής καυσίμων / ενέργειας και των παραγωγών πρώτης ύλης. Με αυτό τον τρόπο θα εξασφαλιστεί η σταθερή κι αξιόπιστη προμήθεια βιομάζας, με συγκεκριμένες προδιαγραφές (υγρασία, σύσταση, μέγεθος κ.α.) και θα διευκολυνθεί η υλοποίηση βιώσιμων ενεργειακών σχημάτων με βιομάζα σε εθνικό επίπεδο.

Οι επιμέρους στόχοι ενός τέτοιου δικτύου είναι :

- Εξασφάλιση πρώτων υλών με σύναψη των απαραίτητων συμφωνητικών με τους εκάστοτε προμηθευτές- παραγωγούς βιομάζας.
- Οργάνωση των βασικών σταδίων της διαδικασίας εφοδιασμού βιομάζας (συγκομιδή / συγκέντρωση, επεξεργασία, αποθήκευση, τελική διάθεση).
- Προώθηση σχημάτων παραγωγής βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες.
- Ανάπτυξη διαδικασίας ασφαλούς διαχείρισης της βιομάζας (ομογενοποίηση της βιομάζας με θρυμματισμό, μείωση περιεχόμενης υγρασίας, ελαχιστοποίηση απωλειών ξηράς ουσίας, τυποποίηση στερεών καυσίμων βιομάζας — woodchips και pellets) έτσι ώστε το τελικό προϊόν να διατίθεται με προδιαγραφές που να είναι συμβατές με τον αντίστοιχο εξοπλισμό μετατροπής σε ενέργεια.
- Διάθεση βιομάζας σε τελικούς χρήστες.

Ο Τομέας Βιομάζας του ΚΑΠΕ με βάση το ανθρώπινο δυναμικό του, τις υφιστάμενες υποδομές και την εμπειρία από συμμετοχή / συντονισμό ευρωπαϊκών κι εθνικών ανταγωνιστικών έργων, έχει τη δυνατότητα να παρέχει υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου. Πιο συγκεκριμένα έχει τη δυνατότητα

να παρέχει εξειδικευμένες υπηρεσίες σε θέματα Δικτύων Διαχείρισης Βιομάζας με στόχο να διασφαλίσει στους ενδιαφερόμενους επενδυτές / αγροτικούς συνεταιρισμούς / βιομηχανίες:

- Μείωση ύψους αρχικού κεφαλαίου και κόστους διαχείρισης πρώτης ύλης στον προϋπολογισμό της αρχικής επένδυσης με τη χρήση ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης και προμήθειας βιομάζας έτοιμης για ενεργειακή αξιοποίηση.
- Παροχή πρώτης με μειωμένο ρίσκο για τους τελικούς χρήστες εξασφαλίζοντας την προμήθεια μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας με συγκεκριμένες προδιαγραφές.
- Συμπύεση κόστους πρώτης ύλης χωρίς απαιτήσεις για περαιτέρω επεξεργασία στο χώρο της ενεργειακής αξιοποίησης, με την κατάλληλη εφαρμογή και ανάλυση παραμέτρων βελτιστοποίησης της ενεργειακής πυκνότητας και ελαχιστοποίησης του κόστους μεταφοράς.
- Συμβατότητα με τους υφιστάμενους κανονισμούς/διατάξεις που αφορούν τα θέματα ενεργειακής αξιοποίησης υπολειμμάτων και παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών και μελλοντική εξασφάλιση σταθερής παροχής πρώτης ύλης (στη διάρκεια του έτους) με την ανάπτυξη σχημάτων παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών.

Ενδεικτικά αναφέρουμε τύπους βιομάζας που μπορεί να είναι διαθέσιμοι από το δίκτυο :

- Πυρηνόξυλο
- Πυρήνες φρούτων (π.χ. ροδάκινα, βερίκοκα, κ.ά.)
- Άχυρο
- Ρυζοφλοιοί
- Στελέχη & σπάδικες καλαμποκιού
- Κλαδοδέματα οπωροφόρων, ελιάς και αμπελιού
- Θρυμματισμένο ξύλο δασικής προέλευσης

- Υπολείμματα από διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων (κορυφές, φλοιοί, κ.ά.)
- Ενεργειακές καλλιέργειες για στερεά ή υγρά βιοκαύσιμα.

Η τεχνική υποστήριξη που μπορεί να προσφέρει το Τμήμα Βιομάζας αφορά αρχικά στη σύνταξη της μελέτης σκοπιμότητας (συλλογή δεδομένων κι αξιολόγηση αυτών με σκοπό την τελική διαστασιολόγηση του δικτύου), στην ανάλυση της αγοράς και στην παροχή στοιχείων απαραίτητων για τη διαμόρφωση του επιχειρησιακού σχεδίου, στην επιλογή, εγκατάσταση και επίβλεψη των ενεργειακών καλλιεργειών καθώς και στη σύναψη συμβολαίων και διαχείρισή τους με τους παραγωγούς της πρώτης ύλης. Αποδέκτες των υπηρεσιών που προσφέρει το ΚΑΠΕ, δύναται να είναι τόσο αγροτικοί συνεταιρισμοί και τοπικοί φορείς όσο και βιομηχανικές μονάδες, οι οποίες εξετάζουν την οικονομικά βιώσιμη ανάπτυξη δικτύων διαχείρισης βιομάζας με τη χρήση κατάλληλα επιλεγμένων ενεργειακών καλλιεργειών.

5.2 Διαχείριση Καλλιέργειας Βιοκαυσίμων

Αν και τα στάχυα και τα κοτσάνια θεωρούνται ως δυνητικά ελκυστικές πηγές βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς μακράν από το να θεωρούνται απόβλητα υλικά. Τα υπολείμματα της καλλιέργειας έχουν ένα ζωτικό ρόλο στη συντήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του εδάφους. Οι ρίζες προϋποθέτουν οργανική ύλη στα εδάφη, αλλά τα καλάμια και τα κοτσάνια που μερικές φορές λέγονται απόβλητα - είναι επίσης σημαντικά. Πρέπει να υπάρχει προσοχή για να μη γίνεται υπερβολική συγκομιδή αυτών για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Η διαχείριση αποβλήτων αποτελεί σημαντικό μέρος της γεωργίας συντήρησης – η οποία στοχεύει στην κερδοφόρο παραγωγή καλλιεργειών ενώ προστατεύεται το έδαφος και το νερό, και ενισχύεται η βιοποικιλότητα. Τα κοτσάνια και τα στάχυα, τα οποία είναι καλύτερα να

τεμαχίζονται και να σκορπίζονται ομοιόμορφα στα χωράφια, προστατεύουν κατά της διάβρωσης από τον άνεμο και τη βροχή, προσφέρουν ένα βιότοπο για την άγρια πανίδα και χλωρίδα και τελικά βοηθούν στη συντήρηση των επιπέδων οργανικής ύλης του εδάφους.



Αμφότερα τα δημητριακά και τα στάχυα είναι σημαντικά

Οι τεχνικές μη άροσης, όπου οι καλλιέργειες σπέρνονται σε ακαλλιέργητες καλαμιές, αποτελούν ιδανικό τρόπο δημιουργίας καλλιεργειών σύμφωνα με τη γεωργία συντήρησης. Η μη άροση ήταν η πρωτοπορία που πραγματοποιήθηκε από τη χρήση του paraquat ως ένα μη επιλεκτικό ζιζανιοκτόνο καύσης για τον έλεγχο ζιζανίων που δεν θάβονται πλέον με το όργωμα. Αν και η γλυφοσάτη έχει καθιερωθεί ως εναλλακτικό μη επιλεκτικό ζιζανιοκτόνο, το paraquat έχει πλεονεκτήματα όταν η ταχεία δράση σε ψυχρό καιρό και η σταθερότητα σε βροχή έχουν σημασία. Η χρήση paraquat είναι επίσης σημαντικό μέρος στρατηγικών διαχείρισης αντίστασης καθώς η γλυφοσάτη υποχωρεί στην αντίσταση των ζιζανίων.

Πρόσφατα τα Υπουργεία Γεωργίας και Ενέργειας των ΗΠΑ (USDA & DOE) ανέφεραν σχετικά με εργασίες για πρόσβαση της σκοπιμότητας υλοποίησης στόχων αντικατάστασης πετρελαίου, άνθρακα και φυσικού αερίου με βιομάζα. Μέχρι το έτος 2030 υπάρχει το όραμα να αντικατασταθεί το 30% της ζήτησης της χώρας σε πετρέλαιο με βιοκαύσιμα.

Για επιτευχθεί αυτός ο στόχος, αναγνωρίζεται ότι θα απαιτούνται πάνω από ένα δισεκατομμύριο τόνων πρώτων υλών τροφοδοσίας βιομάζας κάθε χρόνο. Αυτό πρέπει να είναι σε συμφωνία όχι μόνο με την ικανοποίηση της ανάγκης για τροφή, ζωοτροφές και ίνες, αλλά επίσης συμβατό με τη συντήρηση της ποιότητας εδάφους και της παραγωγικότητας.

Είναι απαραίτητο να γίνει ένας αριθμός παραδοχών για την τεχνική πρόοδο, αλλά μέχρι το 2030 περισσότερο από 350 εκατομμύρια τόνοι βιομάζας μπορεί να προέλθουν από τη δασοκομία και σχεδόν ένα δισεκατομμύριο τόνοι από καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

Τα Βιοκαύσιμα Χρειάζονται Μη Άροση και Paraquat

Τα στάχυα δημητριακών και κοτσάνια του καλαμποκιού αναμένονται να έχουν σημαντική συνεισφορά στην παραγωγή βιοκαυσίμων. Επί του παρόντος, τα άμυλο και τα σάκχαρα από δημητριακά και άλλες πηγές χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πρώτης γενιάς βιοαιθανόλης. Εντός, ίσως, 10 ετών η τεχνολογία διεργασιών για την παραγωγή δεύτερης γενιάς βιοκαυσίμων, από την κυτταρίνη στα κοτσάνια και τα στάχυα θα έχει υλοποιηθεί σε βιοδύλιστα. Όλο και περισσότερο, τα στάχυα καίγονται για την παραγωγή ενέργειας για θέρμανση και ισχύ.



Ωστόσο, στάχια και καλάμια δεν αποτελούν άχρηστα προϊόντα και ήδη παίζουν σημαντικό ρόλο στα συστήματα καλλιέργειών. Το υλικό καλλιέργειας που μένει στα χωράφια μετά το θερισμό βοηθά στην πρόληψη της διάβρωσης, παρέχει βιότοπους για άγρια ζωή, και αυξάνει το επίπεδο οργανικών υλών του εδάφους. Τελικά προσθέτει στις οργανικές ύλες οι οποίες είναι σημαντικές για τη δομή, σταθερότητα, και παραγωγικότητα του εδάφους. Στο εγγύς μέλλον, συνεπώς, θα υπάρχει σύγκρουση μεταξύ της χρήσης των υπολειμμάτων καλλιέργειών για τη διαχείριση του εδάφους και της συλλογής τους ως βιομάζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

Η λύση στο δίλημμα αυτό είναι η αύξηση των εκτάσεων γι καλλιέργεια με καλλιέργειες μη άροσης. Οι μεγάλες αυξήσεις σε εκτάσεις μη άροσης στις ΗΠΑ έχουν προταθεί ώστε να ικανοποιηθούν οι μελλοντικές ετήσιες απαιτήσεις της χώρας που υπολογίζονται σε πάνω από ένα δισεκατομμύριο τόνους βιομάζας. Η μη όροση έχει τρία βασικά οφέλη στην παραγωγή βιοκαυσίμων :

1. Τα εδάφη μη άροσης είναι πιο σταθερά, λιγότερο ευάλωτα σε διάβρωση και επιτρέπουν την αφαίρεση περισσότερων σταχυών.

2. Μη άροση σημαίνει ουσιαστικό λιγότερη κατανάλωση καυσίμων στην παραγωγή της καλλιέργειας, αύξηση της καθαρής συνεισφοράς ενέργειας των βιοκαυσίμων.
3. Εν μέρει επειδή χρησιμοποιούνται λιγότερα καύσιμα, αλλά πολύ περισσότερο σημαντικά επειδή αυξάνουν τα επίπεδα οργανικής ύλης του εδάφους. Τα εδάφη μη άροσης διαχωρίζουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα - με σημαντικές επιπλοκές για το ρόλο του ως αερίου του θερμοκηπίου στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας.

Καθώς τα ζιζάνια που δεν ελέγχονται με το όργωμα στη μη άροση, η επιτυχία της βασίζεται στη χρήση μη επιλεκτικών ζιζανιοκτόνων όπως το paraquat. Το paraquat αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή όταν απαιτούνται ταχεία δράση και σταθερότητα στη βροχή. Το paraquat δεν έχει δραστηριότητα παραμονής στο έδαφος και συμβάλλει στην ελάττωση της διάβρωσης εδάφους καταστρέφοντας μόνο την ανάπτυξη βλασταριών. Οι ρίζες αφήνονται άθικτες και παρέχουν ένα αποτέλεσμα αγκύρωσης. Επιπλέον, το paraquat είναι ζωτικό στοιχείο στην εναλλαγή ζιζανιοκτόνων για να αποφεύγεται η αντίσταση των ζιζανίων.



**Μονάδα καύσης σταχυών -
Δανία**

Η ανάλυση των πηγών προέλευσης αυτού του δισεκατομμυρίου τόνων φαίνεται στο απέναντι γράφημα και συμπεριλαμβάνει 430 εκατομμύρια τόνους υπολειμμάτων καλλιεργειών στα χωράφια, κυρίως κοτσάνια καλαμποκιού.

Οι παραδοχές συμπεριλαμβάνουν: αυξήσεις απόδοσης σε συμφωνία με τις τρέχουσες τάσεις, βελτιώσεις στην τεχνολογία συγκομιδής για να υπάρχει δυνατότητα ανάκτησης κοτσανιών και άλλων σταχυών, και η διαχείριση όλων των καλλιεργήσιμων εκτάσεων με μεθόδους μη άρωσης.

Τα Υπουργεία Γεωργίας και Ενέργειας των ΗΠΑ αναγνωρίζουν ότι η μετατροπή όλων των καλλιεργήσιμων εκτάσεων σε μη άρωσης μπορεί να είναι μη ρεαλιστική, παρόλα αυτά, επισημαίνουν ότι μια δυνατή αγορά βιοενέργειας θα αποτελούσε ένα ισχυρό κίνητρο για μεγάλες αυξήσεις σε εκτάρια μη άρωσης τα οποία αποτελούν και το κλειδί ικανοποίησης των στόχων.

5.3 Αξιολογήση της περιοχής εγκατάστασης

Από τη στιγμή που ο επενδυτής θα αποφασίσει για το είδος του φυτού που θα ήθελε να καλλιεργήσει, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί συστηματική αξιολόγηση της περιοχής.

Η αξιολόγηση θα πρέπει να διερευνά:

Προσφορά και ζήτηση

Ο παραγωγός ή ο επενδυτής θα πρέπει να βεβαιωθεί ότι υφίσταται αγορά/ζήτηση για βιομάζα από τις συγκεκριμένες ενεργειακές καλλιέργειες.

Καθορισμός της περιοχής

Η περιοχή εγκατάστασης της καλλιέργειας θα πρέπει να βρίσκεται κοντά στο σημείο όπου θα αξιοποιηθεί η βιομάζα. Ο επενδυτής θα πρέπει να επιβεβαιώσει ότι η βιομάζα μπορεί να μεταφερθεί οικονομικά στη μονάδα παραγωγής βιοκαυσίμων και / ή βιοενέργειας.

Επιδράσεις στο τοπίο

Μια αλλαγή στα καλλιεργούμενα φυτά θα επηρεάσει την εικόνα του τοπίου, Για παράδειγμα, πολλές ενεργειακές καλλιέργειες είναι υψηλότερες από τις αροτραίες καλλιέργειες και συνεπώς πιο ορατές. Ο παραγωγός θα πρέπει να εξετάσει πώς η εξέλιξη της ανάπτυξης των προτεινόμενων ενεργειακών καλλιεργειών θα επηρεάσει το χαρακτήρα του τοπίου.

Η ισορροπία μεταξύ βροχόπτωσης και αποστράγγισης

Η επίδραση της νέας καλλιέργειας στη διαθεσιμότητα νερού πρέπει να συνεκτιμηθεί με βάση τους άλλους χρήστες γης και τις αντίστοιχες συμβατικές καλλιέργειες.

Φυτικοί εχθροί και ασθένειες

Το είδος και η φύση των τοπικών φυτικών εχθρών και ασθενειών θα επηρεάσουν την επιλογή του φυτού.

Κλίση εδάφους

Συνιστάται να αποφευχθούν περιοχές με έντονες κλίσεις όπου η εγκατάσταση κι η συγκομιδή θα είναι δύσκολες.



Εικόνα 16: Τυχαία Περιοχή με Καλλιέργειες

Κεφάλαιο Έκτο

Σχεδιασμός καλλιέργειας

6.1 Παρουσίαση

Ο σχεδιασμός της καλλιέργειας εξαρτάται από το καλλιεργούμενο είδος. Μια καλοσχεδιασμένη παραγωγή θα πρέπει να λάβει υπόψη πολλούς παράγοντες.

Η τοπογραφία μιας περιοχής, διαμορφώνεται από τις προτιμήσεις των ανθρώπων που ζουν και εργάζονται εκεί και κάθε περιφέρεια έχει το δικό της χαρακτήρα. Οι νέες φυτείες θα πρέπει να εναρμονιστούν με το τοπίο και να ταιριάξουν με το χαρακτήρα του.

Η ευκολία συγκομιδής είναι μια ακόμα σημαντική παράμετρος. Η χωροθέτηση του φυτού, η απόσταση μεταξύ των γραμμών και η προσβασιμότητα του χωραφιού είναι κρίσιμοι παράγοντες. Υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες για την καλύτερη πρακτική συγκομιδής για κάθε φυτό. Με δεδομένο ότι πολλά από αυτά τα φυτά είναι καινούρια για την ελληνική γεωργία οι πληροφορίες αυτές πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη. Τέλος, ο παραγωγός δε θα πρέπει να αποτρέψει τη δημόσια πρόσβαση στο αγρόκτημα, μέσω της νομικής ή άλλης οδού.

Μια ανάλογη προσπάθεια ανάπτυξης καινοτόμων δράσεων, θα πρέπει να εντείνει την προσβασιμότητα σε μια περιοχή προσθέτοντας, εισόδους, σήματα και πινακίδες πληροφοριών.

6.2 Προετοιμασία εδάφους

Για την επιτυχία μιας νέας καλλιέργειας, ο παραγωγός θα πρέπει να προετοιμάσει τη γη προσεκτικά.

Όλα τα φυτά θα χρειαστούν ζιζανιοκτόνα στη φάση εγκατάστασης.

Οι πολυετείς καλλιέργειες μετά τον πρώτο χρόνο εγκατάστασης τους, μπορούν να επιβιώσουν χωρίς τη χρήση ζιζανιοκτόνων.

Η καλλιέργεια ετήσιων φυτών απαιτεί συγκριτικά μεγαλύτερη χρήση ζιζανιοκτόνων απ' ότι η καλλιέργεια πολυετών φυτών.

6.3 Εγκατάσταση

Όπως σε όλες τις συμβατικές καλλιέργειες, η επιλογή της περιοχής εγκατάστασης γίνεται μόνο όταν υπάρχει διαθέσιμη αγορά και έχει επιβεβαιωθεί η οικονομική βιωσιμότητα των καλλιεργειών.

Επίσης πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η εισαγωγή ενεργειακών καλλιεργειών σε μια συγκεκριμένη περιοχή, θα καταλάβει ένα μικρό ποσοστό των διαθέσιμων γαιών. Για παράδειγμα, η απαιτούμενη έκταση για την λειτουργία μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με δεδομένη παραγωγή ξηρής ουσίας από 2 έως 3 τόνους /στρέμμα, δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Εκτίμηση του ποσοστού της απαιτούμενης έκτασης για τη λειτουργία μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 10, 20 και 30 MW, για διάφορες ακτίνες μεταφοράς του συγκομιζόμενου υλικού και διάφορες αποδόσεις σε ξηρή ουσία.

	Ακτίνα 10 χλμ. (1.200.00 στρ.)	Ακτίνα 20 χλμ. (2.700.00 στρ.)	Ακτίνα 30 χλμ. (4.800.000 στρ.)
Μονάδα 10 MW* Απόδοση : 2 τον/στρ. 3 τον/στρ.	2,5% 1,67%	1,11% 0,74%	0,63% 0,42%
Μονάδα 20 MW* Απόδοση : 2 τον/στρ. 3 τον/στρ.	5% 3,3%	2,2% 1,48%	1,25% 0,83%
Μονάδα 30 MW* Απόδοση : 2 τον/στρ. 3 τον/στρ.	7,5% 5%	3,33% 2,2%	1,88% 1,25%

* για την παραγωγή 1 MW απαιτούνται περίπου 6.000 τόνοι ξηρής βιομάζας

6.4 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των ενεργειακών καλλιεργειών διαφέρει αρκετά από εκείνη των συμβατικών. Μερικές από τις σημαντικότερες διαφορές είναι οι ακόλουθες:

- ο χρόνος συγκομιδής των πολυετών ενεργειακών φυτών
- οι μέθοδοι συγκομιδής
- ο απαιτούμενος εξοπλισμός



Εικόνα 17: Συγκομιδή

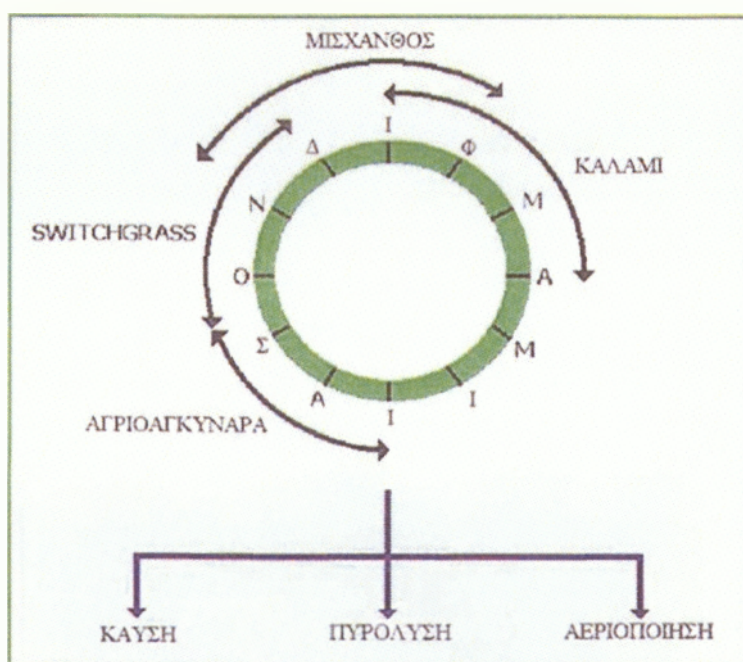
6.5 Χρόνος συγκομιδής

Η σταθερή παροχή πρώτης ύλης κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου λειτουργίας της μονάδας παραγωγής βιοενέργειας και/ή βιοκαυσίμων θεωρείται κρίσιμος παράγοντας για τη βιωσιμότητά τους. Η επιλογή του σωστού συνδυασμού των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί να βοηθήσει σε αυτό με ανάλογη κλιμάκωση του χρόνου συγκομιδής και ταυτόχρονη μείωση των αναγκών σε αποθηκευτικό χώρο. Μεταξύ των προαναφερόμενων

πολυετών ενεργειακών φυτών μόνο η αγριογκινάρα συγκομίζεται το καλοκαίρι. Η χειμερινή συγκομιδή των ενεργειακών καλλιεργειών δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης εργατικού προσωπικού και μηχανημάτων σε μια περίοδο που οι γεωργικές εργασίες είναι περιορισμένες.

Η συγκομιδή της αγριογκινάρας γίνεται το καλοκαίρι (Ιούλιο έως Σεπτέμβριο), όταν ξηραθεί πλήρως, και πάντοτε πριν τη διασπορά των σπόρων. Καθώς η υγρασία της φυτείας είναι πολύ χαμηλή αυτή την εποχή τους έτους, είναι φρόνιμο η συγκομιδή να γίνεται το νωρίτερο δυνατό ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος πυρκαγιάς. Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα συγκομιδής πολυετών καλλιεργειών.

Ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα συγκομιδής πολυετών καλλιεργειών για παραγωγή θερμικής κι ηλεκτρικής ενέργειας και/ή πυρολυτικού ελαίου.



Εικόνα 18: Χρονοδιάγραμμα συγκομιδής πολυετών καλλιεργειών για παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας

6.6 Αποθήκευση

Η αποθήκευση της βιομάζας των ενεργειακών καλλιεργειών είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση υλικού σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, καθώς ο χρόνος συγκομιδής δεν ταυτίζεται με το χρόνο χρήσης του προϊόντος.

Η αποθήκευση του υλικού μπορεί να γίνει είτε στην ίδια τη φυτεία, ή σε κάποιο άλλο σημείο του αγροκτήματος, ή σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο ή και στη μονάδα παραγωγής ενέργειας.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, οι οποίες σχετίζονται με την ποσότητα του υλικού, τον τύπο αποθήκευσης (εσωτερικά ή εξωτερικά) και την πρόσβαση των οχημάτων.

Η βιομάζα μπορεί να αποθηκευτεί σε μορφή φιλοτεμαχισμένου υλικού (διαφόρων διαστάσεων), μπάλας, δεματιού ή συσσωματώματος (pellets).

Τα δεμάτια συνήθως αποθηκεύονται σε απλές εσωτερικές εγκαταστάσεις, οι οποίες είτε σκεπάζονται με κάποιο πλαστικό υλικό είτε όχι. Γενικά συνίσταται η κάλυψη με αδιάβροχο πλαστικό υλικό για να αποφευχθούν αυξομειώσεις της υγρασίας.

Το φιλοτεμαχισμένο και συμπιεσμένο υλικό, καθώς και οι μπάλες αποθηκεύονται αποτελεσματικότερα σε στεγασμένες εγκαταστάσεις, πλην όμως μπορούν να αποθηκεύονται και υπαίθρια. Σπάνια αποθηκεύονται σε ειδικές εγκαταστάσεις, όπως είναι τα σιλό διαφόρων τύπων.

Οι συνθήκες αποθήκευσης και ειδικά η υγρασία του υλικού καθορίζουν τη ποιότητά του. Αν η θρυμματισμένη βιομάζα είναι ιδιαίτερα υγρή υπάρχει κίνδυνος η θερμοκρασία της να ανέβει ταχύτατα (λόγω έντονης ανάπτυξης μικροβιακής δραστηριότητας) και να αποσυντεθεί.

Αυτό οδηγεί σε απώλεια ξηρής ουσίας, απώλεια ενεργειακού περιεχομένου, κίνδυνο για τη δημόσια υγεία με τη διασπορά σπορίων διάφορων μικροοργανισμών και κίνδυνο πυρκαγιάς.

Για τους παραπάνω λόγους, γίνονται προσπάθειες είτε να μειωθεί ο χρόνος αποθήκευσης είτε να βελτιωθούν οι συνθήκες αποθήκευσης, ώστε να περιοριστούν τα προβλήματα που προαναφέραμε.



Εικόνα 19: Χώρος Αποθήκευσης



Εικόνα 20: Χώρος Αποθήκευσης

6.7 Μεταφορά

Το μέγεθος της μονάδας παραγωγής βιοκαυσίμων και/ή βιοενέργειας και η απόσταση από τον τόπο παραγωγής της βιομάζας καθορίζουν τον αριθμό των φορτηγών που απαιτούνται κάθε μέρα. Μια μέση ακτίνα 20 – 40 χιλιομέτρων θεωρείται ικανοποιητική ώστε να περιοριστεί το κόστος μεταφοράς και κυκλοφοριακά προβλήματα.

Μονάδες μικρού μεγέθους που βρίσκονται κοντά στις φυτείες μπορούν να εξυπηρετηθούν με απλούς ελκυστήρες και πλατφόρμες. Ωστόσο, σε μεγαλύτερες μονάδες θα πρέπει να γίνει εποχιακή χρήση φορτηγών, ώστε να εξασφαλιστεί η συνεχής τροφοδοσία της μονάδας.

Σημαντική είναι επίσης η μορφή με την οποία θα μεταφερθεί η βιομάζα. Κρίνεται σκόπιμο η βιομάζα να μεταφέρεται σε εξευγενισμένη μορφή (δέματα, pellets, κ.ά.) έτσι ώστε να διευκολύνονται οι συνθήκες μεταφοράς.

Παρ' όλα αυτά η τελική επιλογή θα εξαρτηθεί από το που είναι ευκολότερο να πραγματοποιηθεί ο εξευγενισμός της βιομάζας : στο πεδίο συγκομιδής / συλλογής ή κοντά στη μονάδα ενεργειακής επεξεργασίας.

Επίλογος

Τα στοιχεία των νέων καλλιεργειών τα οποία παρουσιάζονται στην εργασία αυτή, αφορούν είδη στα οποία έχει γίνει σημαντική ερευνητική δραστηριότητα στον Ελληνικό χώρο, από τον τομέα βιομάζας του κέντρου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.).

Στο συμπέρασμα το οποίο έχουμε καταλήξει, είναι ότι ενεργειακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων, είναι ο ηλίανθος και η ελαιακράμβη για βιοντίζελ και για βιοαιθανόλη το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα τεύτλα και το γλυκό σόργο.

Ενώ οι ενεργειακές καλλιέργειες οι οποίες έχουν διερευνηθεί τα τελευταία 15 χρόνια από το Κ.Α.Π.Ε. για την παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων, είναι ο ευκάλυπτος, η ψευδοκάκια, το καλάμι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα, το switchgrass (είδος κεχριού), το κυτταρινούχο σόργο και το κενάφ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. "Biofuels. Application of Biologically Derived Products as Fuels or Additives in Combustion Engines", European Commission, Directorate General XII – Science, Research and Development, 1994.
"Effect of year and site in the productivity of three late – maturity kenaf varieties". Presented in the 12th European Biomass Conference, 17 – 21 June 2002, Amsterdam, Volume I, 349 – 352.

- « Comparative studies of two potential energy crops in Greece ». In "Biomass for Energy and Industry". Proc. 10th European Conference. Ed. Chartier et. al, CAR MEN. Press. Germany pp. 935 – 938.
2. «Μελέτη διερεύνησης δυνατοτήτων για την αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ», Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ, 1997.
 3. «Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Δυνατότητες αξιοποίησης στην Τοπική Αυτοδιοίκηση», ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Ιούνιος 1996.
 4. «Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα», Τομέας Βιομάζας, ΚΑΠΕ, 1998.
 5. ALEXOPOULOU E., CHRISTOU M., MARDIKIS M., PIGNIATELLI V., PISCIONERRI I., SHARMA N. And W. ELBERSEN, 2000 : "Switchgrass in the Mediterranean region". In Proc. Of 1st World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. Ed Kyritsis et al, James & James Ltd, Volume II, pp 1634 – 1637.
 6. ALEXOPOULOU E., KIPRIOTIS E., GEORGIADIS S. AND M. CHRISTOU, 2002b :
 7. ALEXOPOULOU E., CHRISTOU M. AND M. MARDIKIS, 2002d : "Evaluation of switchgrass varieties in Greece". Presented in the 12th European Biomass Conference, 17 – 21 June 2002, Amsterdam, Volume I, 353 – 356.
 8. ALEXOPOULOU E., CHRISTOU M. AND M. MARDIKIS, B 2002d : «Evaluation of switchgrass varieties in Greece ». Presented in the 12th European Biomass Conference, 17 – 21 June 2002, Amsterdam, Volume I, 353 – 356.
 9. ALEXOPOULOU E., KIPRIOTIS E., GEORGIADIS S. AND M. CHRISTOU 2002a : "Effect of variety, plant density and irrigation on

- kenaf bark and core yields". Presented in the 12th European Biomass Conference, 17 – 21 June 2002, Amsterdam, Volume I, 345 – 348.
10. C. PANOUTSOU, 2004 : "Strategic analysis for the future implementation of energy crops". Presented in the 2nd World Biomass Conference in Rome, 10 – 14 May 2004.
 11. CHRISTOU M., ALEXOPOULOU E., and M. MARDIKIS, 2000b : "Giant Reed (*Arundo donax* L.) Network Improvement, Productivity and Biomass Quality". In Kyritsis, S., Beenackers, A.A.C.M, Helm, P., Grassi, A. and D. Chiaramonti, D. (Eds.), Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5 – 9/6/2000. James & James Ltd., pp. 1803 – 1806.
 12. CHRISTOU M., ALEXOPOULOU E., ZAFIRIS C., CHATZIATHANASSIOU A., and D. PAPAVALASSIOU, 1999. "Miscanthus growing experience in Greece". 6th Symposium on Renewable Resources and 4th European Symposium on Industrial Crops and Products, pp. 356 – 367.
 13. CHRISTOU M., MARDIKIS M. and E. ALEXOPOULOU, 2000a : "Propagation material and plant density effects on the *Arundo Donax* yields". In Kyritsis, S., Beenackers, A.A.C.M, Helm, P., Grassi, A. and D. Chiaramonti, D. (Eds.), Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5 – 9/6/2000. James & James Ltd., pp. 1622 – 1625.
 14. CHRISTOU M., PAPAVALASSIOU D., ALEXOPOULOU E., and A. CHATZIATHANASSIOU, 1998 :
 15. DALIANIS C. and N. DJOURAS, 1997. Improvement of eucalypts management. An integrated approach : breeding, silviculture and economics. Final Report of AIR2 – CT93 – 1678, DG XII, CRES.

16. DALIANIS C., - DJOURAS N. and SOOTER CH., 1996. Very short rotation and dense eucalypt plantations for energy. In : "Biomass for Energy. Industry and Environment" Proc. 9th European Bioenergy conference. Ed. Chartier et al, PERGAMON Press, UK.
17. DALIANIS, C., PANOUTSOU C., and N. DERCAS, 1996 : "Spanish Thistle Artichoke, *Cynara cardunculus* L., under Greek Conditions". In "Biomass for Energy and Environment". Proc. 9th European Bioenergy Conference. Ed. Chartier et al, Pergamon Press U.K. pp. 663 – 668.
18. ELBERSEN H. W., CHRISTIAN D G., BACHER, W., ALEXOPOULOU E., PIGNIATELLI, V. and D. VAN DEN BERG, 2000 : "Switchgrass variety choice in Europe". In Kyritsis, S., Beenackers, AAC.M, Helm, P., Grassi, A. and D. Charamonti, D. (Eds). In Kyritsis, S., Beenackers, AAC.M, Helm P., Grassi, A. and D. Chiaramonti, D. (Eds.), Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5 – 9/6/2000, James & James Ltd, pp. 202 – 205.
19. ELBERSEN H. W., CHRISTIAN D. G., BACHER, W., ALEXOPOULOU E., PIGNIATELLI V., PISCIONERI I. and D. VAN DEN BERG, 2000 : "The European switchgrass project". In Kyritsis S., Beenackers, A.A.C.M., Helm, P., Grassi, A. and D. Charamonti, D. (Eds), Proceedings of the 1st World Conderence on Biomass for Energy and Industry, Seville, Spain, 5 – 9/6/2000. James & James Ltd, pp. 379 – 380.
20. <http://bioenergy.ornl.gov/>
21. <http://www.cordis.lu/euroabstracts/en/june04/techno03.htm>
22. Metro A., 1969. Έρευνα επί της καλλιέργειας των ευκαλυπτων εν Ελλάδι. Έργο UNSF/FAO/GRE – 20/230 «Ενίσχυσις του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών. Ηνωμένα Έθνη και Ελλάς».

37. ΚΑΒΑΔΑΚΗΣ, Γ., ΝΙΚΟΜΟΥ Α., ΜΕΞΟΠΟΥΛΟΥ Ε., ΝΑΤΙΩΤΗ Ε., ΜΗΤΣΙΟΥ Χ., ΠΑΝΟΥΤΣΟΥ Κ. και Ν. ΔΑΝΑΜΤΟΣ, 2000 : «Ανάπτυξη και παραγωγικότητα βιομάζας και σακχάρων καλλιέργειας γλυκού σόργου (cv. Keller) στην Κεντρική Ελλάδα;». Βόλος, 2^ο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής.
38. Μαντζίρης Δ., 1980. Επιτυχία, αύξηση και αντοχή στους παγετούς ειδών ευκαλύπτου ηλικίας οκτώ ετών στη Βαρετάδα Αιτωλοακαρνανίας και Προκόπιο Ευβοίας. ΔΑΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ 1 (1) σ. 59 – 86.
39. Πανέτσος Κ., 1975. Είδη ευκαλύπτου εις ευκαλυπτώνα Λάππα. Αύξεις – Προσαρμογή. Αυτοτελείς εκδόσεις Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Νο. 65, σελ. 26.
40. Πανούτσου Κ., 1996 : «Ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα». Στο «Διερεύνηση δυνατοτήτων αξιοποίησης βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ». ΚΑΠΕ. Τόμος Α', σελ. 106 – 119.
41. Σούτερ Χ., Καλλιβρούσης Λ., Πανούτσου Κ. και Ν. Ντζούρας, 1997. Αξιοποίηση λιγνιτορυχείων ΔΕΗ. Στη : Μελέτη με τίτλο «Διερεύνηση δυνατοτήτων αξιοποίησης βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ». Β' τόμος : Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών - Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού / Διεύθυνση Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας.